

Dr.habil. Ralf E. Krupp
Flachsfeld 5
31303 Burgdorf

Telefon: 05136 / 7846 — e-mail: ralf.krupp@cretaceous.de

Gutachten zur Einschätzung zur Gefährlichkeit der Altablagerung „Lehmweg“ in Langendamm

Gutachten im Auftrag der
Bürgerinitiative Langendamm e.V.
Lindenstrasse 7
26316 Varel

Burgdorf, 16.07.2018



Dr. habil. Ralf E. Krupp
(Dipl.-Geologe, Geochemiker)

Veranlassung

Mit Schreiben vom 28. April 2018 wurde der Verfasser von der Bürgerinitiative Langendamm e.V. beauftragt, die bisherigen Arbeiten zur Erkundung der Altdeponie „Lehmweg“ in Langendamm (Varel) im Rahmen eines Gutachtens kritisch zu prüfen und zu bewerten.

Dem Verfasser wurden zahlreiche Unterlagen zur Altlast überreicht, die am Ende des Gutachtens in den Literaturangaben mit aufgeführt sind, soweit sie für das Gutachten relevante Inhalte haben.

Die überreichten Unterlagen sowie weitere recherchierte Quellen (Siehe Literaturverzeichnis) werden nachfolgend einer vorläufigen Auswertung unterzogen, wobei die Darstellungen in Härig (2011) die ausführlichsten sind und hauptsächlich in Bezug genommen und kommentiert werden. Jüngere Quellen sind an geeigneter Stelle eingearbeitet worden.

Bei einem Ortstermin am 13. Juli wurde eine abschließende Begehung des Deponiegeländes durchgeführt und die Ergebnisse der Begutachtung mit den Auftraggebern erörtert.

Altablagerung

Die Altablagerung „Lehmweg“ befindet sich in einer 1963 aufgelassenen Lehmgrube, die zu dem im gleichen Jahr stillgelegten „Werk 2“ der Ziegelei auf der Korngast in Borgstede (ca. 1,5 km südwestlich des Lehmwegs) gehörte (Wikipedia, 2018). Durch einen Vertrag vom 09.05.1961 zwischen der Firma Carl Schwarting (Ziegelei Borgstede) und der Städtischen Müllabfuhr in Varel (Inhaber W. Schürmann) wurde die Auffüllung der Lehmgrube durch Müll vereinbart.

Bei der Altablagerung handelt es sich um eine ehemalige ungeordnete Deponie, in der überwiegend Hausmüll, jedoch auch Gewerbe- und Industrieabfälle lokaler Betriebe entsorgt worden sind. Der Deponiekörper hat eine Mächtigkeit von ca. 2 m und eine etwa rechteckige Fläche von 185 m mal 135 m und ca. 2,5 ha Größe (nach LBEG 2,1 ha). Die Abfälle sind zwischen 1965 bis 1970 in der aufgelassenen Lehmgrube der Ziegelei-Industrie abgelagert worden.

Die Deponie wurde später mit einer 0,15 – 0,30 m dicken Schicht aus humosen, feinsandigen Schluffen („Oberboden“) abgedeckt, die aber stellenweise auch fehlt.

Das Deponiegelände (Abbildung 1) fällt ausweislich der Katasterkarte von ca. +4,5 m NHN im Süden auf ca. +2,5 m NHN im Norden ab. Die Oberflächen-Entwässerung scheint demnach in den nördlichen „Randgraben“ zu erfolgen, doch bestehen hieran einige Zweifel (s.u.). Durch die Erkundungen der Altdeponie ist nachgewiesen, dass der Abfallkörper überwiegend im Grundwasser liegt (Thalen Consult GmbH 2002; Härig 2011).

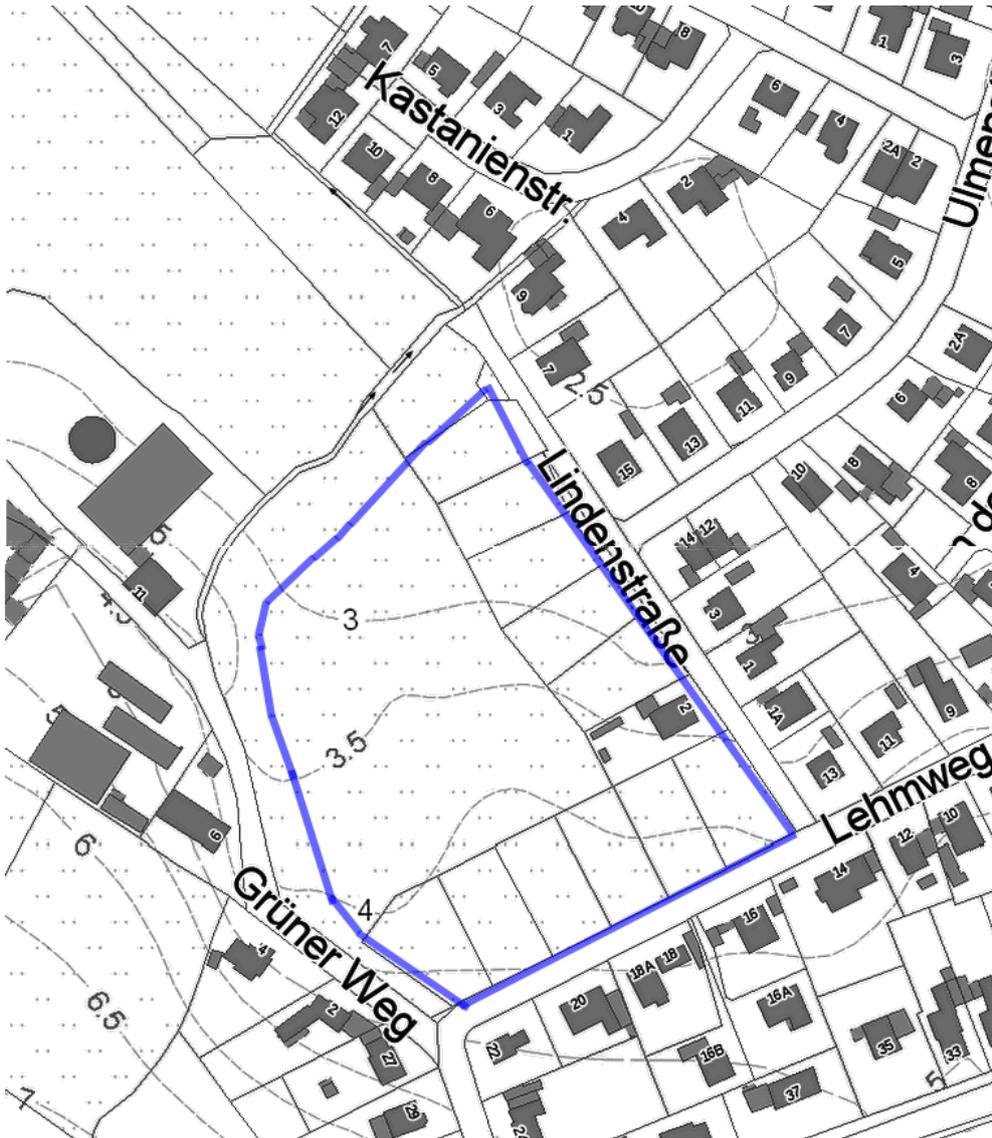


Abbildung 1 – Ausschnitt aus der Katasterkarte mit Umriss der Deponiefläche.

Der Deponiekörper besteht, soweit bekannt, aus Boden vermischt mit Haushaltsabfällen verschiedener Zusammensetzung, Bauschutt, sowie Schlämmen von grauer bis schwarzer Färbung (Härig 2011). Laut LBEG Kartenserver besteht die Ablagerung-Nr. 4550264002 „Lehmweg“ aus Bauschutt, Schrott, Altöl, Teerrückständen, Hausmüll, hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen und Sperrmüll. In Thalén Consult GmbH (2002) werden explizit Schleiferei-Schlämme eines Steinmetzbetriebs genannt. Etwas rätselhaft erscheinen Angaben über den chromatographischen Nachweis von elementarem Schwefel im Deponiegut (Landkreis Friesland 2016 b), für dessen Herkunft keine naheliegende Erklärung bekannt ist.

Unklar bleiben in diesem Zusammenhang die Bezeichnungen „Auffüllung“ bzw. „Auffüllungskörper“ oder „Auffüllungshorizont“ in Härig (2011) und weiteren Dokumenten. Härig (2011) unterscheidet diese Begriffe von „Hausmüll“, insbesondere auch durch unterschiedliche Signaturen in den Profilschnitten seiner Anlage 3, ohne nähere Angaben dazu. Demgegenüber wird der Begriff „Oberboden“ offenbar für eine vorsorglich aufgebraute, mutmaßlich unbelastete Abdeckschicht verwendet.

Geologische Situation

Entsprechend der Lage in der Norddeutschen Tiefebene ist die oberflächennahe Geologie des Deponiestandorts im Wesentlichen durch Pleistozäne Sedimente der Eiszeiten geprägt. Die regionalen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse können aus dem NIBIS-Kartenserver (LBEG, 2018) entnommen werden (Siehe Abbildung 2), wo auch zahlreiche Bohrungen ausgewiesen sind. Einige Bohrprofile aus der Umgebung sind in Anhang 1 wiedergegeben. In den hydrogeologischen Themenkarten (LBEG, 2018) sind auch die Lage der Grundwasseroberfläche und die Basis des Hauptgrundwasserleiters dargestellt. Demnach befindet sich die Basis des Hauptgrundwasserleiters (Pleistozäne und Tertiäre Sande) auf ca. -75 m NHN. Die Grundwasserströmungsrichtung ist mit ca. N40°E (Nordost) zum Jadebusen hin gerichtet, wobei das hydraulische Gefälle (Gradient) ca. 1:1000 beträgt. Oberflächennah ist der Hauptgrundwasserleiter lokal mit „Lauenburger Ton“ oder mit holozänen Torfbildungen überdeckt.

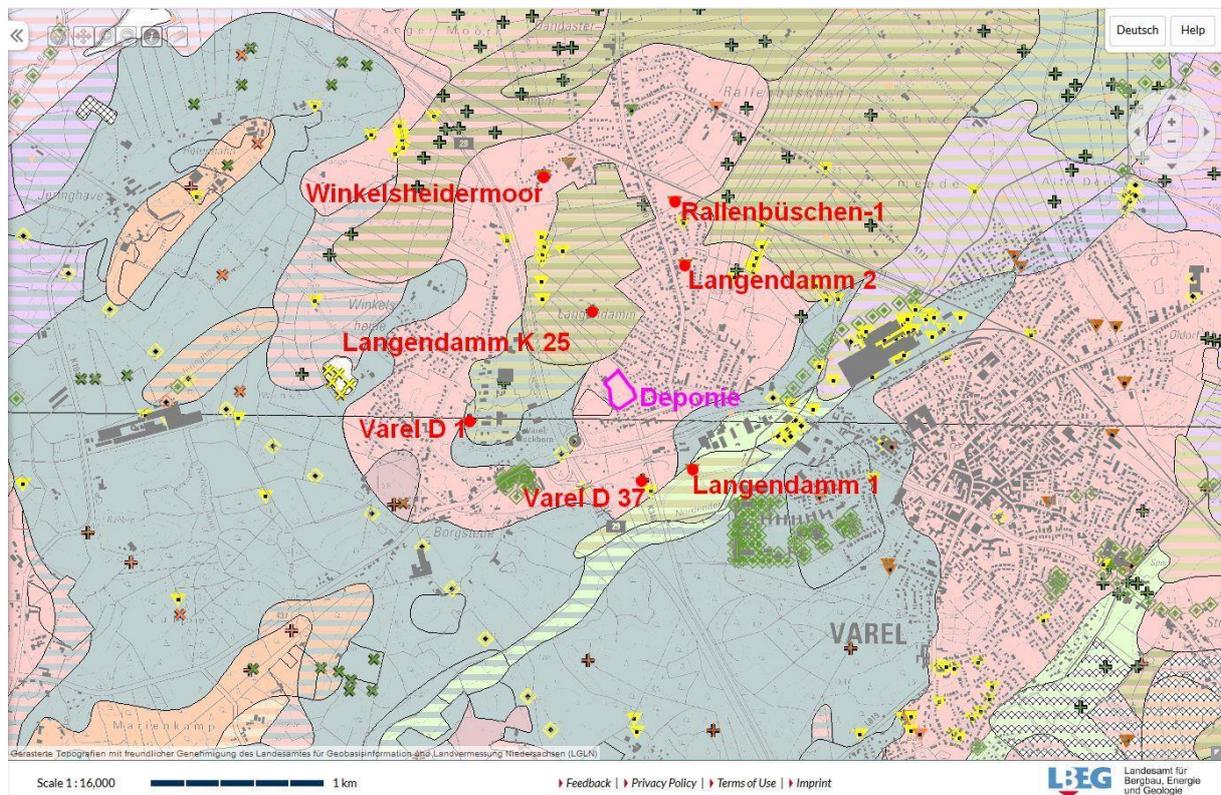


Abbildung 2 – Ausschnitt aus der Geologischen Karte 1:25.000 (LBEG, 2018) mit Angaben zu wichtigen Bohrstandorten (rot) und Lage der Deponie „Lehmweg“ in Langendamm. (Die Kartenlegende ist sehr komplex und Karteninformationen können am besten on-line vom NIBIS-Server (<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>) → Themenkarte „Geology“ → „Geological Map and geological ice shield outline“ mit dem *i*-Tool abgefragt werden.)

Durch zahlreiche Bohrungen und Rammkern-Sondierungen ist auch der Untergrund der Deponie selbst relativ gut bekannt. Die Ergebnisse sind in Härig (2011, Anlage 3) in Form von Profilschnitten dargestellt.

Der ehemals in der Grube gewonnene Lehm ist ein Produkt der Verwitterung und Bodenbildung, das im Wesentlichen aus dem Lauenburger Ton hervorgegangen ist. Die entkalkte Verwitterungsschicht des Lauenburger Tons wird als „Bockhorner Ton“ bezeichnet und ist/war Basisrohstoff für den Bockhorner Klinker.

Der Lauenburger Ton (Lauenburg Schichten) entstand als das Eis der Elster-Eiszeit abschmolz und sich vor dem Eisrand ausgedehnte Eisstauseen bildeten, in denen Tone und Schluffe abgelagert wurden (Ehlers 2011). Der Lauenburger Ton ist petrographisch als schluffiger bis schwach sandiger Ton mit einem hohen Anteil illitisch-smektitischer Tonminerale zu charakterisieren. Hydrogeologisch ist der Lauenburger Ton ein Grundwasserstauer, mit kf-Werten (im Hamburger Raum) von $2E-10$ bis $2E-11$ m/s (Kausch 2009). Die Korngrößenverteilung der Lauenburger Schichten scheint aber vertikal wie lateral starken Variationen zu unterliegen. Im Bereich Langendamm ist mehrfach eine stärker schluffige bis feinsandige Fazies anzutreffen, wie aus Bohrkernbeschreibungen (LBEG, 2018) hervorgeht. Die Bezeichnung „Ton“ ist daher im Einzelfall kritisch zu hinterfragen und die niedrigen kf-Werte aus anderen Gebieten können nicht ohne weiteres übertragen werden.

Unverwitterter Lauenburger Ton steht unterhalb der Deponie Langendamm in sehr variabler Mächtigkeit an und ist auch an vielen Stellen seitlich des Deponiekörpers nachgewiesen, bzw. geht dort in sein verwittertes Äquivalent (Lehm) über (Vgl. Härig 2011, Anlage 3). Ursache für diese variable Mächtigkeit ist möglicherweise eine gestörte Lagerung infolge glazialer Stauchungen, wie sie aus anderen Vorkommen des Lauenburger Tons bekannt sind (Meyer 2017). Dieser Umstand kann auch Konsequenzen für die Beurteilung der Dichtigkeit der Deponie-Basis haben.

Im Bereich der Nordost-Ecke der Deponie, wo auch die Geländehöhe am geringsten ist, fehlt eine seitliche Lehm- bzw. Tonabdichtung. Dort stehen am Rand der ehemaligen Grube wasserdurchlässige Sande bzw. ein lokales Torf-Vorkommen an, die Teil des oberflächennahen Grundwasserleiters im Hangenden des Lauenburger Tons sind. Die „Auffüllungen“ an dieser Stelle bilden eine mögliche hydraulische Verbindung (Überlauf für das Deponiewasser) zwischen dem „Hausmüll“ und dem oberflächennahen Grundwasserleiter (Härig 2011; Profil C-C' in Anlage 3). (Die Wirkung des Randgrabens ist hier unklar.) Bei hohen Grundwasserständen finden hier Austritte und Übertritte von belastetem Deponiewasser statt.

Im Liegenden des Lauenburger Tons werden Schmelzwassersande des Alt-Pleistozäns und Tertiäre Sande angetroffen. Diese bilden den Hauptgrundwasserleiter. Aufgrund der geologischen Schnitte (Härig 2011, Anlage 3) entsteht zunächst der Eindruck, dass der Deponiekörper durch die undurchlässigen Tone und Lehme von dem Hauptgrundwasserleiter im Liegenden hydraulisch ausreichend abgeschirmt ist.

Dieser Eindruck kann jedoch täuschen, denn die Profilschnitte sind zwischen den Bohrprofilen interpoliert, oder besser: interpretiert. Beispielsweise ist nicht gesichert, dass im Profilschnitt J' – J zwischen den Rammkernsondierungen RKS 10 und RKS 34 der Lauenburger Ton tatsächlich eine hydraulische Trennung zwischen dem Deponiekörper und den angrenzenden Sanden bewirkt. Ebenso in Schnitt G – G' zwischen den Bohrungen KRB 5 und GWM 33. Im Schnitt F' – F ist in der RKS 20 nur eine wenige cm dicke Trennschicht aus Lauenburger Ton

zwischen dem Deponiekörper und dem Hauptaquifer dargestellt, die keine verlässliche Abdichtung gewährleisten kann.

Die Aussagen in Härig (2011, S.2): „*Der eigentliche, wirtschaftlich genutzte Grundwasserleiter ist durch den anstehenden Lauenburger Ton geschützt*“ bzw. Härig (2011, S.4): „*Der Ablagerungskörper befindet sich innerhalb eines geschlossenen Troges, der im nordöstlichen Bereich eine Fehlstelle infolge dort anstehender Sand- bzw. Torfschichten aufweist*“ sind daher kritisch zu hinterfragen. Die zuvor genannten Beispiele deuten eher darauf hin, dass auch der „Trog“ selbst nicht völlig geschlossen ist, sondern lokal Verbindungen vom Deponiekörper zum Hauptgrundwasserleiter möglich sind.

Wasserhaushalt der Deponie

Die ausgewerteten Unterlagen geben kaum Hinweise zu Art und Umfang der Entwässerung des Deponiegeländes und des Deponiekörpers. Laut Katasterkarte fällt das Deponiegelände von ca. +4,5 m NHN im Süden auf ca. +2,5 m NHN im Norden ab.

Thalen Consult (2003) schreibt: „*Den Vorfluter für das innerhalb der Ablagerung vorhandene Grundwasservorkommen stellt der am N-Ende des Ablagerungskörpers ausgebildete Randgraben dar ...* .“

Härig (2011, S.2) schreibt: „*Innerhalb des Ablagerungskörpers ist ein zusammenhängender, Sickerwasser-erfüllter Bereich entwickelt. Der Flurabstand beträgt im Südteil der Ablagerung ca. 1,60 m, im Nordteil lediglich 0,30 bis 0,50 m. Saisonal niederschlagsabhängig sind stellenweise auch Sickerwasserstände möglich, die über dem Geländeniveau liegen.*“ Auch in den Profilschnitten in Härig (2011, Anlage 3) deutet sich an, dass der Grundwasserspiegel in der Deponie auf gleichem Niveau wie im Umfeld liegt oder sogar leicht erhöht ist. Eine Möglichkeit zur Ausbreitung von Deponiewasser über die Grenzen der Altablagerung hinweg ist demnach gegeben bzw. wird diese sogar begünstigt.

Eine klare begriffliche Trennung der Oberflächenentwässerung vom Abfluss der unterirdischen Deponiewässer findet nicht statt, eben so wenig eine Beschreibung der physischen Drainagesysteme. Begriffe wie „Sickerwasser“ bleiben undefiniert. – Es stellt sich die Frage, inwieweit zumindest saisonal tatsächlich ein Abfluss und damit Schadstoffaustrag in den Vorfluter (Randgraben) stattfindet, bzw. ob und in welchem Umfang belastetes Deponiewasser auch in den Hauptgrundwasserleiter einsickert.

Entsprechend der Grundwasserneubildung von 151 bis 200 mm/a (LBEG Kartenserver, zitiert in Härig, 2011) und der Deponiefläche von 21.000 m² sollte dieser Grundwasser-Abfluss größenordnungsmäßig ca. 3700 m³/a (10 m³/d) betragen und bei einer vollständig dichten Grubenbasis als Trockenwetter-Abfluss (bzw. Überlauf an der NE Ecke der Deponie) in den Randgraben gelangen. Hinzu kämen ggf. Oberflächenabflüsse bei bzw. nach Niederschlagsereignissen, falls diese nicht in die öffentliche Kanalisation abgeführt werden (wofür bei der Ortsbesichtigung keine Hinweise gefunden wurden). Grundwasser-Abflussmengen in dieser Höhe scheinen im Randgraben nicht vorzuliegen. Bei der Begehung am 13. Juli 2018 (längere Trockenperiode) wurde im nördlichen Randgraben völlig

stagnierendes Wasser mit aufschwimmender Brunnenkresse angetroffen. Daher sollte auch mit der Möglichkeit einer (anteiligen) Versickerung der Deponiewässer in den Untergrund (Hauptgrundwasserleiter) gerechnet werden.

Eine Abschätzung der Durchsickerung des Lauenburger Tons mit einem (geschätzten) kf-Wert von $2 \cdot 10^{-10}$ m/s und einem hydraulischen Gradienten von 1 (max. GW-Hochstand gegenüber Deponieumfeld = 1 m, Dicke des Tons = 1m) ergibt einen theoretischen Sickerverlust von $2 \cdot 10^{-10}$ m³/(m²·s). Bei einer Deponiefläche von 21.000 m² wären dies maximal 132 m³/a. Somit müsste immer noch ein Grundwasserabfluss von rund 3.600 m³/a in den Randgraben erfolgen, der in dieser Höhe vermutlich nicht stattfindet. Diese sehr vorläufige bilanzielle Abschätzung deutet demnach im Umkehrschluss auf Sickerwasserverluste und folglich undichte Bereiche im Deponie-Untergrund hin.

Empfehlung:

- Eine Wasserbilanz der Deponie sollte erarbeitet und bewertet werden. In jedem Fall sollte nachgewiesen werden, wohin die jährlichen Grundwasserneubildungen im Deponiebereich abfließen, um dann entsprechende Maßnahmen zum Gewässerschutz vornehmen zu können.

Orientierende Erkundungen

Das Deponiegelände ist von Thalen Consult GmbH (2002, 2003) im Rahmen orientierender Erkundungen im Auftrag des Landkreises Friesland untersucht worden. Infolge dieser Erst-Erkundungen werden bis heute die Untersuchungsparameter für das Monitoring festgelegt. Für alle Medien fehlen Analysen bzw. Aussagen zu PCB und zu Dioxinen/Furanen.

Besonders für das Medium Wasser ist zu bemängeln, dass exakte Ortsangaben für die wenigen entnommenen Proben fehlen, sodass die Aussagekraft der Analysen fragwürdig ist.

Beurteilung der Messergebnisse der orientierenden Erkundung (Thalen Consult GmbH 2002, 2003):

- Die Zusammensetzung der Altablagerungen ist naturgemäß sehr heterogen und insofern sind einzelne Bodenproben (Rammkernsondierungen) nur von punktueller Aussagekraft.
- Beim Deponiewasser, das eine Art natürliches Eluat darstellt, kann hingegen von einer höheren Repräsentanz ausgegangen werden. Die bisherigen Wasseranalysen haben keine Hinweise auf signifikante (mobile) Schwermetall- und Arsen-Belastungen erbracht. Ebenso sind die gelösten PAK Konzentrationen (0,05 µg/L) und Mineralöl-Kohlenwasserstoffe (100 µg/L) in einem niedrigen Bereich, BTEX-Aromaten wurden nicht nachgewiesen. In den Voruntersuchungen wurden im „Oberflächenwasser“ laut Thalen Consult (2003) keine LHKW „analysiert“ (nicht gesucht oder nicht gefunden?).
- Analysen von Bodenluftproben aus den Rammkernsondierungen haben für die Sondierung BLP 5 den Nachweis von LHKW (cis-/trans-Dichlorethen, Trichlorethen, Tetrachlorethen)

erbracht, während diese Schadstoffe in benachbarten Sondierungen nicht gefunden wurden.

Weitere Erkundung und Überwachung

Aufbauend auf den Voruntersuchungen von Thalen Consult GmbH (2002, 2003) wurden weitere Erkundungsmaßnahmen vorgenommen und in verschiedenen Berichten von Härig (2008, 2011, 2016) dargestellt.

- Härig (2011, S. 5) berichtet: *„Generell ist davon auszugehen, dass in allen Bereichen des Auffüllungskörpers mit einer LHKW-Kontamination zu rechnen ist. Gefundene Maximalkonzentrationen liegen für die Σ LHKW bei 1056 $\mu\text{g/l}$ und für Vinylchlorid bei 5430 $\mu\text{g/l}$.“*
- Härig (2011, S. 9) berichtet über Schöpfproben aus dem Randgraben vom 27.02.2008, die keine nachweisbaren LHKW-Gehalte aufgewiesen haben.
- Weiter berichtet Härig (2011, S. 9) *„... aus dem Geländebereich gegenüber der Einmündung der Ulmenstraße in die Lindenstraße. Hier waren im Februar 2008 nach einem niederschlagsreichen Witterungsabschnitt oberflächige Wasseransammlungen mit stark bräunlichen Verfärbungen aufgetreten.“* In einer Oberflächenwasserprobe waren LHKW, im Wesentlichen 1,2-Dichlorethen (7,6 $\mu\text{g/L}$) sowie Tri- und Tetra-chlorethen (zusammen 0,19 $\mu\text{g/L}$) nachweisbar.

Auch diese gleichzeitigen Befunde legen nahe, dass der Deponiewasserkörper keinen (guten) hydraulischen Anschluss an den Randgraben hat, sondern nach intensiven Niederschlägen es zu einem Überstau und Deponiewasseraustritten an der Oberfläche kommt. Ausweislich des Schnittes C – C' (Härig, 2011, Anlage 3) ist der Geländebereich gegenüber der Einmündung der Ulmenstraße in die Lindenstraße (westlich GWM 28), mit Geländehöhen von nur +2,3 m NHN prädestiniert für solche Deponiewasseraustritte, während der Randgraben diese Tiefe möglicherweise nicht ganz erreicht. Thalen Consult GmbH (2002) schreibt jedoch: *„Der freie Wasserspiegel des Oberflächengewässers im Randgraben liegt ca. 0,30 m niedriger als die GWO innerhalb des Ablagerungskörpers.“*

Empfehlung:

- Eine präzise Einmessung der relevanten Geländehöhen wäre dringend zu empfehlen, schon weil es nachträglich im Deponiekörper infolge von Verrottungsvorgängen zu Setzungen gekommen sein kann und weil auch das lokale Torfvorkommen durch Belüftung aufgezehrt werden könnte. Es sollte geprüft werden, ob und wo ein Randgraben oder verdeckte Drainagen vorhanden sind und inwieweit diese hydraulisch mit dem Deponiewasserkörper kommunizieren können.
- In den Berichten fehlen Angaben über den Ausbau der Grundwassermessstellen, die in künftigen Berichten übersichtlich dargestellt werden sollten.

Die in den Berichten (Härig 2008, 2011, 2016) enthaltenen Konzentrationsangaben sind widersprüchlich und unplausibel:

- In Härig (2011, 2016) werden im Text, in Diagrammen und in Tabellen die Konzentrationen von „ Σ LHKW“ ($\mu\text{g/L}$) sowie von Vinylchlorid ($\mu\text{g/L}$) jeweils getrennt angegeben. Nun ist Vinylchlorid (Monochlorethen) definitionsgemäß selbst ein leichtflüchtiger halogener Kohlenwasserstoff (LAWA, 2004 / 2016, S.26 / S.28, Fußnote 2: „LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe“) und sollte damit im Summenparameter Σ LHKW enthalten sein. Dies schließt somit aus, dass in einer Probe die Konzentration von Vinylchlorid (VC) höher als die von Σ LHKW sein kann. Dies ist in den genannten Konzentrationsangaben aber überwiegend der Fall! (Vermutlich müssen die VC-Konzentrationen zu den von Härig angegebenen Werten für den Summenparameter „ Σ LHKW“ noch hinzu addiert werden.)
- Außerdem sind die gewählten Diagramm-Darstellungen in Härig (2016, S. 2 und 4) sehr missverständlich, weil sie die Konzentrationen übereinander gestapelt anzeigen. Auch die Symbol-Legenden wie auch die Legenden der Ordinaten (y-Achsen) sind falsch, weil „ Σ LHKW incl VC“ gerade nicht dargestellt wird.
- Weiterhin fällt auf, dass häufig Konzentrationsangaben mit „kleiner als“ (<) angegeben werden, ohne dass erläutert wird, weshalb der Wert nicht quantitativ angegeben werden kann. (Es liegt nicht an den Nachweisgrenzen der Analyseverfahren.) Diese Angaben sind problematisch, weil Grenzwerte, insbesondere Geringfügigkeitsschwellen von Regelwerken oft noch unterhalb dieser Werte liegen.

Empfehlung:

- Eine Überprüfung und Klarstellung der Konzentrationsangaben und Parameter-Definitionen tut höchste Not. Möglicherweise sind nachfolgend auch die Bewertungen hinsichtlich der Überschreitungen von Grenzwerten zu berichtigen. Bei Angaben „kleiner als“ (<), sollte jeweils der Grund angegeben werden.

Die Diagramme in Härig (2016, S. 2 und 4) zeigen aber auch, dass die Zeitintervalle zwischen Probenahmen zu lang sind um die Konzentrationsverläufe zuverlässig nachbilden zu können.

Empfehlung:

- Probenahmen an den Grundwassermessstellen sollten mindesten vierteljährlich, besser monatlich erfolgen.

Eine Beprobung des Hauptgrundwasserleiters unterhalb des Lauenburger Tons findet (nur) außerhalb des Ablagerungskörpers durch die Messstellen GWM 30 und GWM 31 sowie die privaten Brunnen Lindenstraße 7 (Menge) und Grüner Weg 11 statt. Nach Härig (2011) wurden bis zum Berichtsdatum in keiner dieser tiefen Messstellen LHKW gefunden, während Härig (2016) für den Brunnen Lindenstraße 7 nunmehr das Auftreten von LHKW (inkl. VC) berichtet. Somit ist offenbar eine Kontamination des Hauptgrundwasserleiters eingetreten, deren Front zwischen 2011 und 2016 den Brunnen Lindenstraße erreicht hat.

Eine Betrachtung der tiefen Messstellen, die im Hauptgrundwasserleiter verfiltert sind zeigt, dass die GWM 30 und GWM 31 ebenso wie der Tiefbrunnen Grüner Weg 11 nördlich außerhalb der zu erwartenden Kontaminationsfahne positioniert sind (Abbildung 3). (Spuren von Tetrachlorethen in den Messstellen GWM 30 und GWM 31 werden von Härig (2016) auf verwendete Klebemittel zurückgeführt.) Der Brunnen Lindenstraße 7 befindet sich ab 2009 nachweislich randlich in der LHKW-Kontaminationsfahne. Damit zeigt sich, dass das Ausmaß der Kontaminationsfahne bisher deutlich unterschätzt wurde. Die räumlichen Zusammenhänge, wie sie sich dem Verfasser aus heutiger Sicht darstellen, sind in Abbildung 3 skizziert.

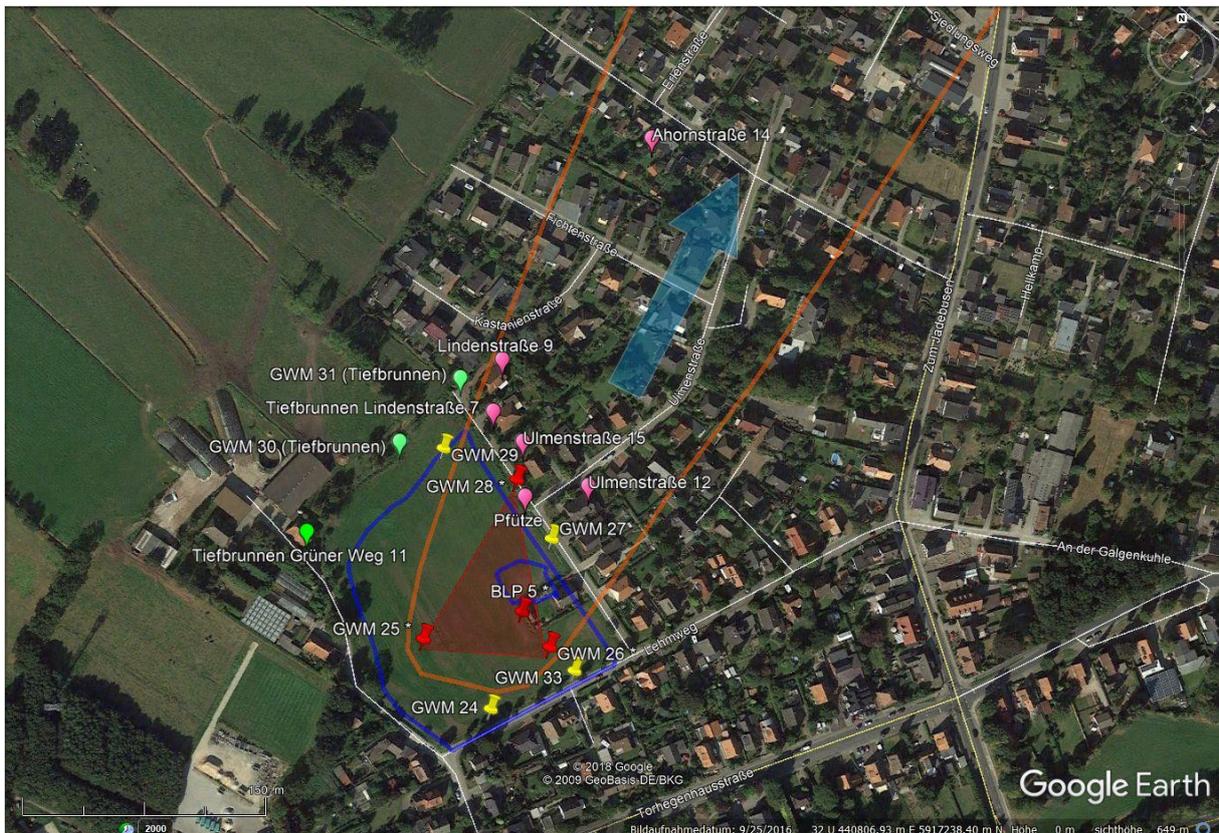


Abbildung 3 – Erwartete Ausbreitung der LHKW im Hauptgrundwasserleiter.

- Blauer Pfeil: Strömungsrichtung im Hauptgrundwasserleiter
- Blaue Konturen: Deponierand und Deponiesumpf (1965)
- Rote Fläche: Kerngebiet der nachgewiesenen LHKW Funde in der Deponie
- Rote Symbole: Messstellen mit nachgewiesener LHKW Kontamination
- Grüne Symbole: Tiefbrunnen ohne sichere LHKW-Nachweise
- Gelbe Symbole: Sonstige GWM
- Orange Linie: Vermuteter Umriss der LHKW-Kontaminationsfahne

Empfehlungen:

- Es wird dringend empfohlen entlang der Lindenstraße weitere Grundwassermessstellen im Hauptgrundwasserleiter einzurichten und die zeitliche Entwicklung der LHKW (und ggf. weiterer Parameter) zu überwachen, am besten durch monatliche Probenahmen. Diese

Messstellen sollten (im vermuteten Zentrum der Ausbreitungsfahne) als Mehrfachmessstellen ausgebaut und auch in größeren Tiefen verfiltert werden um auch die vertikale Ausdehnung der Kontaminationsfahne zu erkunden. (Bei dem Ortstermin am 13. Juli 2018 wurde festgestellt, dass neben der GWM 28 nun eine zweite Messstelle GWM 28 T eingerichtet wurde, welche zwischen 13 und 17 m Tiefe verfiltert ist und somit den obersten Teil des Hauptgrundwasserleiters beprobt.)

- Grundsätzlich sollten Absenkungen des Grundwasserspiegels im näheren Abstrombereich der Deponie unterbleiben bzw. begrenzt werden um nicht die Schadstoffausbreitung weiter zu begünstigen.

Das Kapitel 5 (Eigenschaften der gefundenen Schadstoffe) in Härig (2011) beschreibt recht gut das relevante Umweltverhalten der LHKW. Es hätte noch ein Hinweis erfolgen können, dass Vinylchlorid einen Siedepunkt von $-13,4\text{ °C}$ hat und daher unter Umgebungsbedingungen gasförmig vorliegt. Die Aussage „... bei der Probenahme festgestellte Methan-Geruch“ ist zu hinterfragen, weil reines Methan geruchslos ist. Der wahrgenommene Geruch wird andere Ursachen haben. Die grundsätzlich richtigen Ausführungen über biologische Abbauprozesse bei den LHKW haben in der Deponie Langendamm im Lichte neuerer Messwerte (Härig 2016) jedoch nicht in dem Umfang stattgefunden wie in Härig (2011, S. 12) angenommen worden war.

In Kapitel 6 (Schutzgutsituation) betrachtet Härig (2011) die Gefährdung relevanter Schutzgüter. Zum Wirkungspfad Boden – Grundwasser (vertikaler Transport) schreibt Härig (2011):

- *„Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser wird wegen der hydrogeologischen Situation des Standortes keine Gefährdung durch einen vertikalen Stofftransport erwartet. Der Lauenburger Ton schützt den darunter liegenden Grundwasserleiter durch seine Dichtwirkung gegenüber dem Eindringen von Sickerwasser aus dem Deponiekörper.“*

Aufgrund der zuvor bereits angesprochenen diversen Fehlstellen in der Basis- bzw. Randabdichtung sowie des ungeklärten Deponiewasserhaushalts, muss dieser (etwas leichtfertigen und riskanten) Einschätzung widersprochen werden.

Zum Wirkungspfad Sickerwasser – Grundwasser (horizontaler Transport) schreibt Härig (2011):

- *„Mit aus dem Deponiekörper abfließendem Sickerwasser besteht die Möglichkeit einer konvektiven Verfrachtung von Schadstoffen in den geringmächtigen Grundwasserhorizont der benachbarten Grundstücke.“*

Ein oberflächennaher „geringmächtiger Grundwasserhorizont“ über dem Lauenburger Ton ist (nur) lokal vorhanden. Die horizontale „konvektive Verfrachtung“ in diese Schicht ist nicht nur eine „Möglichkeit“, sondern war bereits 2008 eingetreten und in der GWM 28 nachgewiesen und hat dort Werte erreicht (Härig 2016, Diagramm S. 4), welche die Geringfügigkeitsschwelle

(GFS) nach LAWA (2016) für ΣLHKW und auch für Vinylchlorid als Einzelsubstanz weit überschreiten.

Empfehlungen:

- Es ist zu fordern, dass zunächst eine präzise Dokumentation der Entwässerungssysteme erfolgt, sowohl für das Oberflächenwasser (oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser) als auch für das Deponiewasser (Grundwasser im Deponiekörper). Für die Oberflächenwässer sind die Fassungssysteme und die Einleitungen in die Kanalisation bzw. in Grabensysteme qualitativ und quantitativ darzustellen. Für den Deponiewasserkörper und die Grundwasser-Stockwerke sind die Ganglinien und Grundwasseroberflächen zu dokumentieren. Auf Grundlage dieser Dokumentation sollten erneut an aussagekräftigen Punkten Wasserproben qualifiziert entnommen und umfassend auf ihre Schadstoff-Spektren analysiert werden.
- Es wird weiter dringend empfohlen, dass zum Zweck der systematischen Überwachung ein verdichtetes Monitoring-Programm definiert werden soll, welches die Messpunkte, die Häufigkeit und Art der Probenahme und den zu analysierenden Parameterumfang verbindlich vorschreibt. In den regelmäßig zu veröffentlichenden Berichten sollten unter anderem für jeden Messpunkt vollständige Zeitreihen der Messergebnisse tabellarisch und graphisch dargestellt und fortgeschrieben werden.

In Kapitel 7 (Schadstofffrachten) kommt Härig (2011) schlussendlich zu der Aussage: *„Die im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung notwendige Berechnung der Schadstofffrachten erübrigt sich daher im vorliegenden Fall für den Grundwasserpfad.“* Aus heutiger Sicht ist dieser Einschätzung schon deshalb deutlich zu widersprechen, weil zu viele Fragen, z.B. hinsichtlich der Drainage des Abfallkörpers, offen geblieben sind und weil mittlerweile im Abstrombereich der Deponie von einer nachgewiesenen Kontamination des Hauptgrundwasserleiters mit LHKW auszugehen ist.

Die auch von Härig (2011) herangezogene Grundwasserverordnung (GrwV) regelt in § 13 (Maßnahmen zur Verhinderung oder Begrenzung von Schadstoffeinträgen in das Grundwasser) folgendes:

- *Zur Erreichung der in § 47 des Wasserhaushaltsgesetzes genannten Ziele sind in den Maßnahmenprogrammen nach § 82 des Wasserhaushaltsgesetzes Maßnahmen aufzunehmen, die den Eintrag der in der Anlage 7 genannten Schadstoffe und Schadstoffgruppen in das Grundwasser verhindern.*
- *Anlage 7 listet unter Ziffer 1: Organohalogene Verbindungen und Stoffe, die im Wasser derartige Verbindungen bilden können“*

Die in Härig (2011, obere Tabelle auf Seite 19) und Härig (2016, Tabelle Seite 5) gelisteten Vergleichswerte aus der GrwV können (mit Ausnahme des Schwellenwertes von 10 µg/L für die Summe aus Tri- und Tetrachlorethen) nicht nachvollzogen werden und müssen aus einer anderen, nicht angegebenen Quelle stammen, vermutlich LAWA (2004).

In der **GWM 28** war der Schwellenwert für Tri- und Tetrachlorethen am 28.11.2008 um das 14-fache überschritten, die Geringfügigkeitsschwellen nach LAWA (2004/2016) für Σ LHKW sogar 50-fach, ohne dass Maßnahmen eingeleitet worden sind. Stattdessen werden in der analogen (fortgeschriebenen) Tabelle in Härig (2016, Seite 5) diese hohen Grenzwertüberschreitung nicht mehr aufgeführt! Am 28.02.2012 wurde die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) für Vinylchlorid 14-fach überschritten. Der in der letzten Spalte der genannten Tabellen angegebene Geringfügigkeitsschwellenwert für „1,2 Dichlorethen“ von 2 $\mu\text{g/L}$ gilt nach LAWA (2004) für 1,2 Dichlorethan und ist somit hier nicht relevant (unter der Annahme, dass 1,2 Dichlorethan tatsächlich nicht vorkommt und weitere Verwechslungen nicht vorliegen. Für Dichlorethen nennt die LAWA (2004 / 2016) keinen Schwellenwert.)

In dem privaten **Hausbrunnen in der Lindenstraße 7**, der den Hauptgrundwasserleiter im Liegenden des Lauenburger Tons anzapft, wurden ab 2009 verschiedene LHKW gemessen. Die in Härig (2016, S.6) berichteten Konzentrationsangaben für 1,2 Dichlorethen sind numerisch identisch zu den Konzentrationen für „ Σ LHKW“ in der gleichen Tabelle, weil 1,2 Dichlorethen neben Vinylchlorid die einzige Substanz ist, die gemessen werden konnte. Eine Überprüfung der Original-Analysenprotokolle hat zutage gebracht, dass Härig (2016) offenbar systematisch Vinylchlorid aus den vom Prüflabor (Eurofins) korrekt berechneten Summenparametern Σ LHKW herausgerechnet hat, ohne dies im Text zu erwähnen oder gar zu begründen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Grenzwerte in LAWA (2004, 2016) und der Grundwasserverordnung (GrwV) für die Summe aller LHKW einschließlich des Vinylchlorids gelten. Diese Vorgehensweise ist äußerst verwirrend und aus fachlicher Sicht scharf zu kritisieren und muss dringend korrigiert werden.

Allerdings ist auch kritisch zu hinterfragen, weshalb in den Analyseprotokollen so viele Werte mit „kleiner als“ (<) angegeben werden müssen. Hier sollte nachgeforscht werden, ob die analytischen Möglichkeiten der herangezogenen Prüflabors für die gestellten Aufgaben ausreichend sind. Sofern nicht unzulängliche Messtechnik sondern analytische Schwierigkeiten aufgrund spezifischer Probeneigenschaften der Grund sind, sollten diese Gründe näher erläutert werden und nach alternativen Methoden gesucht werden. Es ist jedenfalls nicht akzeptabel, wenn die Nachweisgrenzen nicht deutlich unter den gesetzlichen Grenzwerten liegen, deren Einhaltung nachzuweisen ist.

In der nachfolgenden Abbildung 4 hat der Verfasser die wenigen greifbaren Analysendaten für den Brunnen Lindenstraße 7 als Zeitreihen dargestellt. Der ansteigende Trend bei Σ LHKW (sensu LAWA) wird deutlich, während das Vinylchlorid als Einzelsubstanz eher rückläufig ist. Wahrscheinlich ist Vinylchlorid als Metabolit (Abbauprodukt) von 1,2-Dichlorethen aufzufassen, sodass die Daten ein Einwandern von Σ LHKW mit immer geringer werdenden Anteilen des Abbauprodukts Vinylchlorid signalisieren.

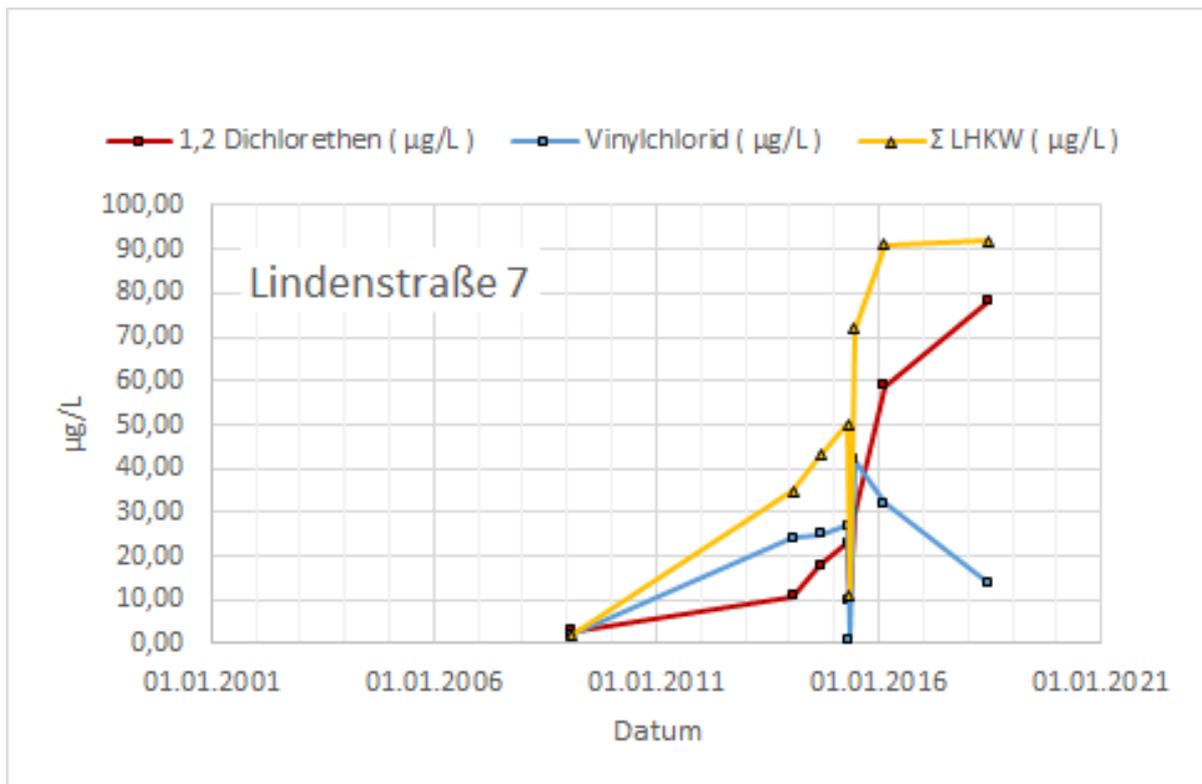


Abbildung 4 – Zeitreihen verschiedener CKW-Parameter. Brunnen Lindenstraße 7.

Härig (2016, S.6) berichtet tabellarisch über Befunde aus **weiteren Hausbrunnen**. Es fällt auf, dass auch in Brunnen auf den Nachbargrundstücken zur Lindenstraße 7, insbesondere Ulmenstraße 15, inzwischen LHKW nachgewiesen werden (Vgl. Abbildung 3). Die Entnahmetiefen der Proben wurden von Härig (2016) auf ca. 12 m geschätzt. Wichtiger ist die Frage, aus welchem Grundwasserleiter die Proben stammen. Aufgrund der geologischen Erkundungsergebnisse (Härig 2011, Anlage 3; LBEG 2018) kann angenommen werden, dass bei diesen Tiefen die Brunnen den Lauenburger Ton durchteuft haben um den Hauptaquifer anzuzapfen. Hierzu passt die Information, dass in der neuen Messstelle GWM 28 T am 08.12.2017 im Hauptaquifer 120 µg/L ΣLHKW (sensu LAWA) gemessen worden sind (vollständige Analysen liegen nicht vor).

Empfehlungen:

- Die Diskussion der gemessenen Schadstoffkonzentrationen gegenüber gesetzlichen Grenzwerten muss überarbeitet und die relevanten Rechtsquellen müssen korrekt angegeben werden.
- Die im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung notwendige Berechnung der Schadstofffrachten für den Grundwasserpfad sollten dringend auf Grundlage zuverlässiger Probenahmen und Messwerte nachgeholt werden.

In Kapitel 10 (Maßnahmen und Dringlichkeiten des Handlungsbedarfs) nennt Härig (2011) selbst eine Reihe von Maßnahmen, die sämtlich zu befürworten sind.

Zusammenfassende Bewertung der bisherigen Untersuchungen

Die im Jahr 2002 im Auftrag des Landkreises Friesland begonnenen Erkundungsarbeiten haben bisher nur ein sehr unscharfes Bild der Gefährdungssituation liefern können. Kenntnisdefizite bestehen hinsichtlich der Entwässerungssysteme, sowohl für das Oberflächenwasser (oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser) als auch für das Deponiewasser (Grundwasser im Deponiekörper) und deren Kommunikation mit den Grundwasserstockwerken außerhalb der Deponie. Es fehlt eine plausible, auf genau definierten Begriffen und Größen basierende Wasserbilanz der Deponie.

Während der seit 2002 vergangenen, langen Zeitspanne konnten sich die Schadstoffe, insbesondere die mobilen LHKW, weiter ausbreiten und haben spätestens ab 2009 auch den Hauptgrundwasserleiter erreicht. In diesem Zusammenhang muss auch die Berichterstattung über die Erkundungsmaßnahmen kritisch gesehen werden, die unvollständig, oft ungenau und in manchen Punkten auch fehlerhaft ist und damit möglicherweise einer schleppenden Bearbeitung der Altlast Vorschub geleistet hat.

Die Schadstoffausbreitung im Hauptgrundwasserleiter sollte in der Flächenausdehnung und in der Tiefenerstreckung besser erfasst und dokumentiert werden. Hierzu ist eine erweiterte Überwachung der Altdeponie durch Monitoring-Maßnahmen notwendig. Diese sollte durch zusätzliche Grundwasser-Messstellen entlang der Lindenstraße, kürzere Probenahme-Intervalle und empfindlichere analytische Labormethoden deutlich verbessert werden. Zunächst stichprobenartig sollte eine Bestimmung von Dioxinen/Furanen und PCB nachgeholt werden. Soweit signifikante Konzentrationen gefunden werden, muss dann eine systematische Untersuchung nachfolgen.

Um die weitere Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser zu stoppen, sind zeitnah Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Bereits existierende Überlegungen zu Errichtung einer Dichtwand im Grundwasser-Abstrombereich sowie die Fassung der Deponiewässer (verbunden mit einer Absenkung des Grundwasserspiegels) innerhalb des Deponiekörpers sind im Sinne einer Gefahrenabwehr wahrscheinlich zielführend und sollten alsbald geplant und umgesetzt werden. Grundsätzlich sollte angesichts der geringen Mächtigkeit der Ablagerung auch eine Auskofferung und ordnungsgemäße Entsorgung der Abfälle auf einer geeigneten Deponie geprüft werden.

Literatur

Ehlers, Jürgen (2011) Erläuterungen zu Blatt Nr. 2326 Fuhlsbüttel. (mit Beiträgen von Doris Bunge, Alf Grube, Gisela Kersting, Jens Kröger, Lothar Moosmann, Michael Schröder und Wulf Thieme). Hamburg, Geologisches Landesamt

<http://www.hamburg.de/contentblob/3304640/57770e10ea37cff175338a70c0fc0f99/data/blatt-fuhlsbuettel-erlaeuterungen.pdf>

Härig (2016) Statusbericht Altablagerung Lehmweg in 26316 Varel. Projekt-Nr. 7739-9. 19.02.2016. 9 S. + Anhänge

Härig (2011) Gefährdungsabschätzung Altablagerung Lehmweg in 26316 Varel. Projekt-Nr. 7739-5. 24 S. + Anhänge

Härig (2008) Altablagerung Lehmweg – Untersuchungsergebnisse. Präsentations-Folien.

Kausch, Friedrich (2009) Geotechnische Charakterisierung des Hamburger Baugrundes

<http://www.hamburg.de/contentblob/1298120/152cdc0f47334bf187a6d836976b5fa1/data/d-geotechnik-text.pdf>

Landkreis Friesland (2016 a) Altablagerung Varel-Langendamm – Analyseergebnisse aus der Frühjahrskampagne 2016. Landkreis Friesland, Untere Bodenschutzbehörde, Stand 17.8.2016. 3 S.

Landkreis Friesland (2016 b) Altlast Varel-Langendamm. Sachstandsbericht 2016. Informationsveranstaltung im Dienstleistungszentrum Varel am 12.04.2016

https://www.friesland.de/downloads/datei/OTAxMDA1NjA1Oy07L3Vzci9sb2Nhbc9odHRwZC92aHRkb2NzL2ZyaWVzbGFuZC9mcmllc2xhbmQvbWVkaWVuL2Rva3VtZW50ZS9wcmFlc2VudGF0aW9uX29ubGluZV9hbHRsYXN0X2xhbmdlbmRhbW1fMTluMDQuMTYucGRm/präsentation_online_altlast_langendamm_12.04.16.pdf

Landkreis Friesland (2016 c) „Auszug“: Informationen zur Altlast Varel-Langendamm. Stand 17.8.2016. (Word Dokument), 7 S.

Landkreis Friesland (2015) Altablagerung Varel-Langendamm; hier: Neueste Untersuchungsergebnisse Grundwasser. Vermerk: Fachbereich Umwelt 67/3.8
12.05.2015

Landkreis Friesland (2012) Schreiben vom 03.12.2012 an Rathaus II in Langendamm.

Landkreis Friesland (2011) Altlast Langendamm, Info-Veranstaltung in Varel. Präsentations-Folien. 28.06.2011

LAWA (2004) Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). http://www.lawa.de/documents/GFS-Bericht-DE_a8c.pdf

LAWA (2016) Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser Aktualisierte und überarbeitete Fassung 2016. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). http://www.lawa.de/documents/Geringfuegigkeits_Bericht_Seite_001-028_6df.pdf

LBEG (2018) NIBIS Kartenserver. Themenkarten: Hydrogeology, Geology, Boreholes and Profiles. <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>

Meyer, K-D (2017) Pleistozäne (elster- und saalezeitliche) glazilimnische Beckentone und-schluffe in Niedersachsen / NW Deutschland. – E&G Quaternary Science Journal, 66 (1): 32–43. <https://www.eg-quaternary-sci-j.net/66/32/2017/egqsj-66-32-2017.pdf>

Thalen Consult GmbH (2002) Orientierende Erkundung Altablagerung Lehmweg. Bericht vom 30.09.2002

Thalen Consult GmbH (2003) Orientierende Erkundung Altablagerung Lehmweg. Ergebnisse der 2. Untersuchungsphase. Bericht vom 22.05.2003

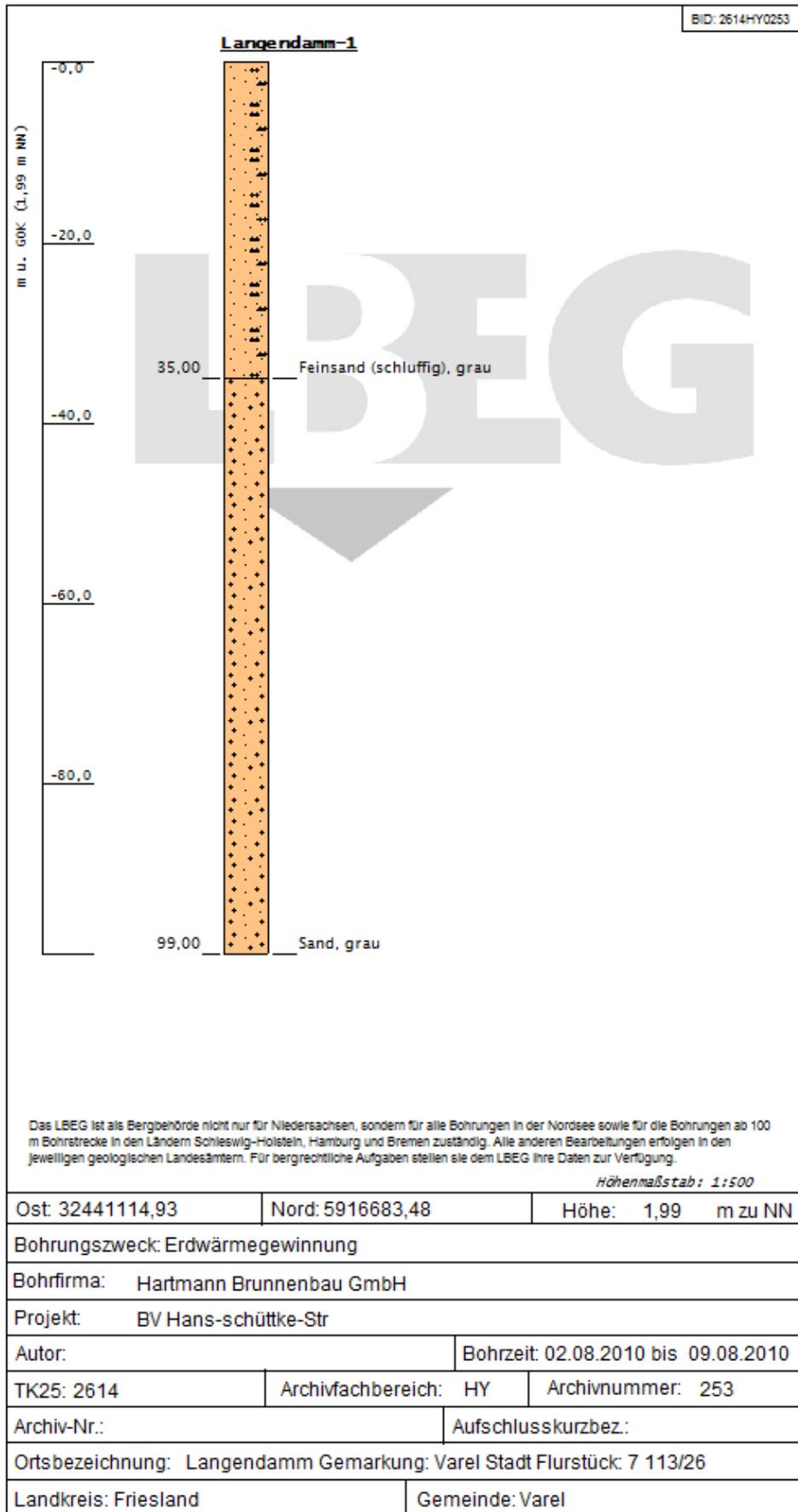
Wikipedia (2018) Borgstede.

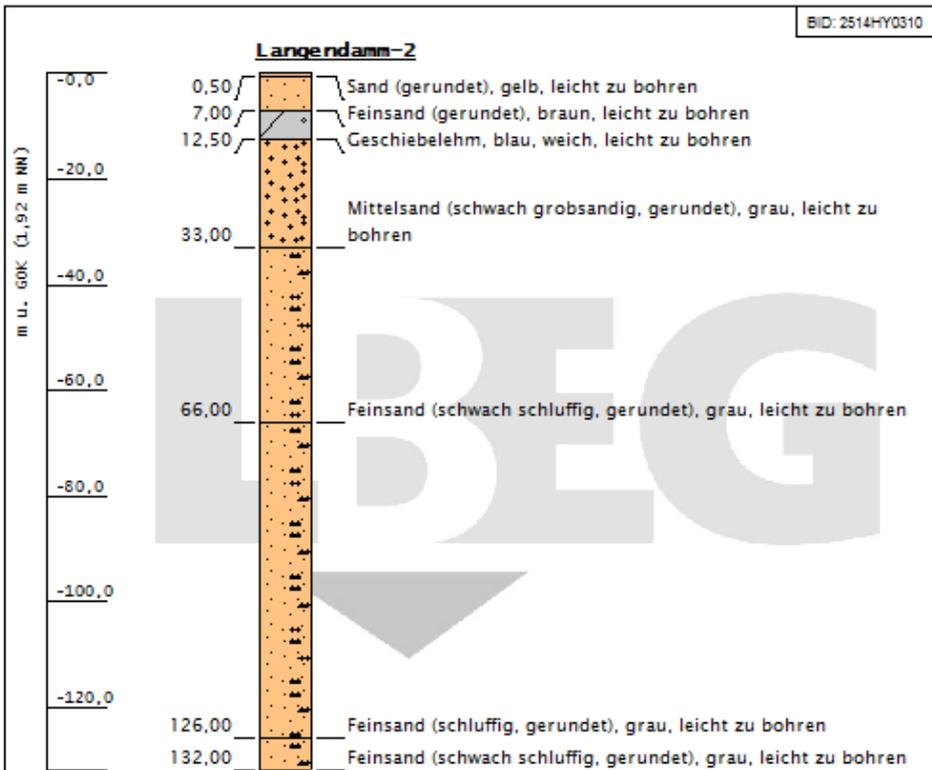
<https://de.wikipedia.org/wiki/Borgstede>

Anhang 1 - Bohrprofile

(LBEG, 2018)

Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:21:15





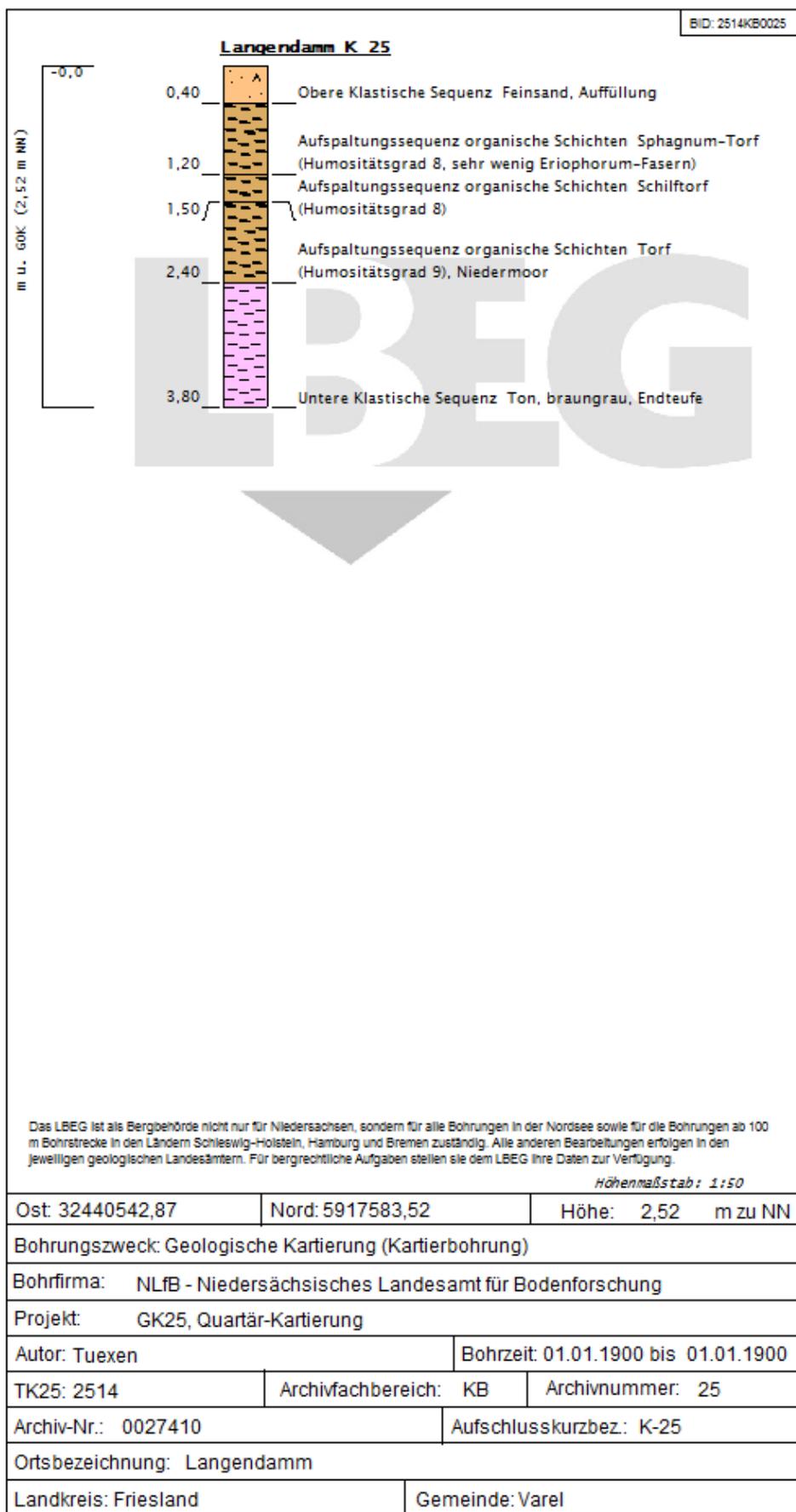
Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:11:21

Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrstrecke in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

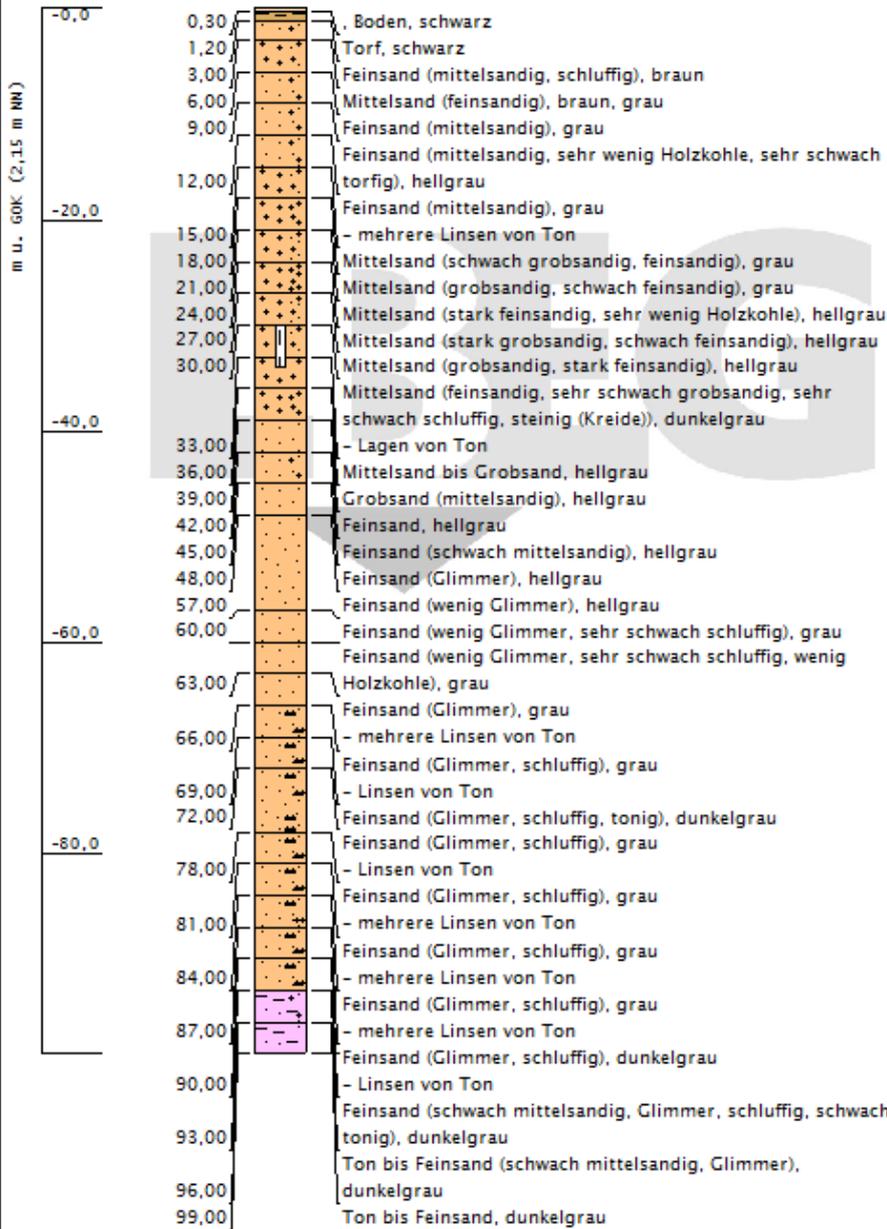
Höhenmaßstab: 1:1000

Ost: 32441071,13	Nord: 5917851,30	Höhe: 1,92 m zu NN
Bohrungszweck: Erdwärmegewinnung		
Bohrfirma: Erdbohrtechnik Brüntjen GmbH		
Projekt: Erdwärmegewinnung		
Autor:		Bohrzeit: 31.03.2015 bis 31.03.2015
TK25: 2514	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 310
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.:
Ortsbezeichnung: Langendamm Gemarkung: Varel-Land Flurstück: 15, 2/39		
Landkreis: Friesland		Gemeinde: Varel

Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:45:21



Rallenbüschen-1

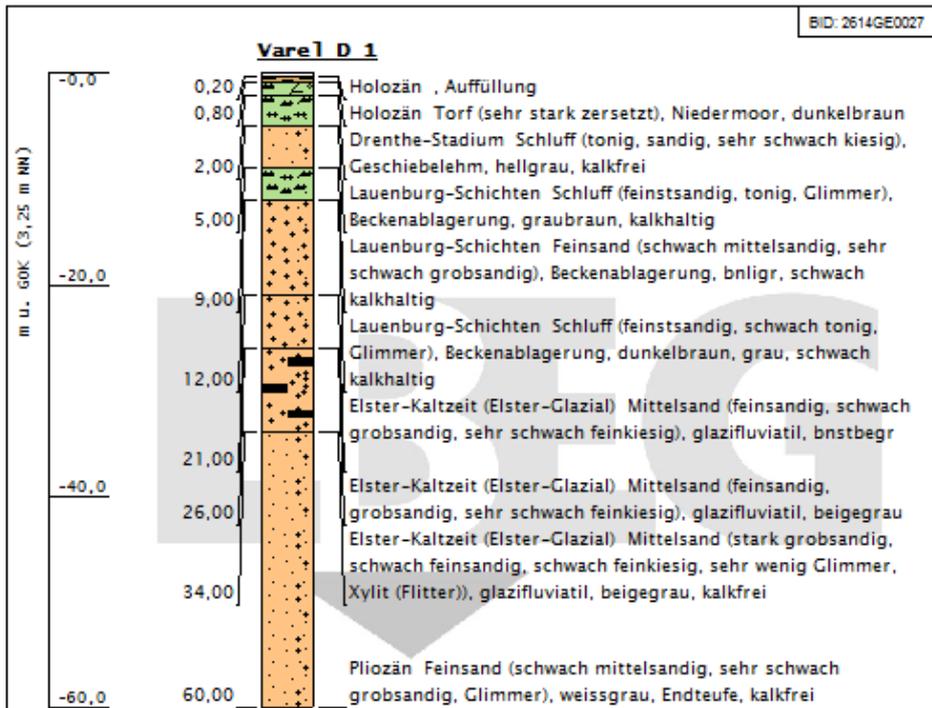


Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:500

Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:23:46

Ost: 32441014,46	Nord: 5918213,72	Höhe: 2,15 m zu NN
Bohrungszweck: Grundwasser-Messstelle		
Bohrfirma: A. Kessing Brunnenbau GmbH		
Projekt: Grundwasser-Messstelle		
Autor:		Bohrzeit: 31.05.2011 bis 31.05.2011
TK25: 2514	Archivfachbereich: HY	Archivnummer: 297
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.:
Ortsbezeichnung: Rallenbüschen Gemarkung: Varel-Land Flurstück: 15, 38/15		
Landkreis: Friesland		Gemeinde: Varel



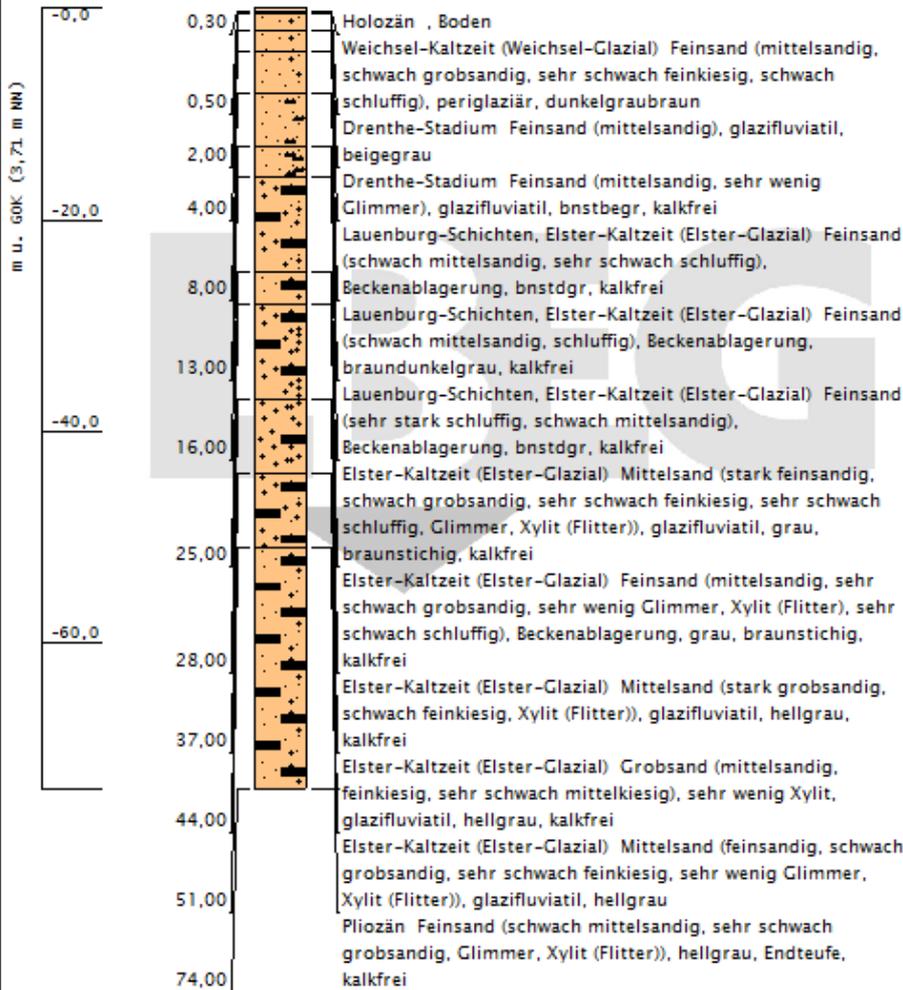
Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:16:49

Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:500

Ost: 32439853,14	Nord: 5916963,78	Höhe: 3,25 m zu NN
Bohrungszweck: Geologische Aufschlussuntersuchung		
Bohrfirma: NLF - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung		
Projekt: Drillbohrungen Varel		
Autor: Herrendorf		Bohrzeit: 01.01.2000 bis 01.01.2000
TK25: 2614	Archivfachbereich: GE	Archivnummer: 27
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: D1
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Friesland		Gemeinde: Varel

Varel D 37

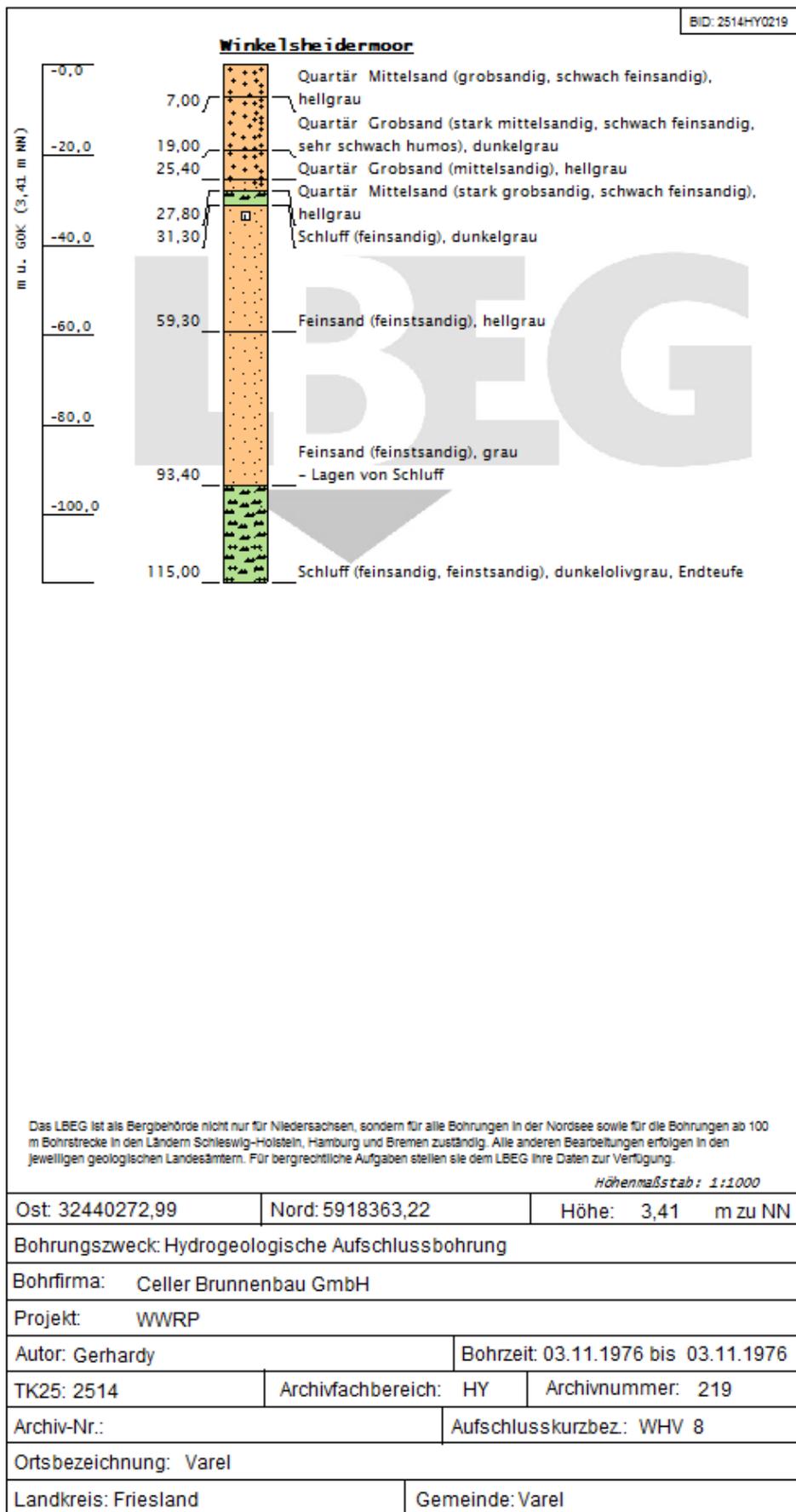


Erstellt mit GeoDin am 12.06.2018 13:30:37

Das LBEG ist als Bergbehörde nicht nur für Niedersachsen, sondern für alle Bohrungen in der Nordsee sowie für die Bohrungen ab 100 m Bohrweite in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen zuständig. Alle anderen Bearbeitungen erfolgen in den jeweiligen geologischen Landesämtern. Für bergrechtliche Aufgaben stellen sie dem LBEG ihre Daten zur Verfügung.

Höhenmaßstab: 1:500

Ost: 32440832,74	Nord: 5916623,90	Höhe: 3,71 m zu NN
Bohrungszweck: Geologische Aufschlussuntersuchung		
Bohrfirma: NLF - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung		
Projekt: Drillbohrungen Varel		
Autor: Herrendorf		Bohrzeit: 01.01.2000 bis 01.01.2000
TK25: 2614	Archivfachbereich: GE	Archivnummer: 55
Archiv-Nr.:		Aufschlusskurzbez.: D37
Ortsbezeichnung:		
Landkreis: Friesland		Gemeinde: Varel



Anhang 2 - Text-Abbildungen groß

