

05428 / 15

Freie und Hansestadt Hamburg
Bezirksamt Bergedorf
WBZ

GRÜNDUNGSBEURTEILUNG 18.12.2015

(TEIL 1: BERICHT)

Anlage

1 | 61

1 Ausfertigung

PROJEKT: NEUBAU VON MEHRFAMILIENWOHNHÄUSERN
MITTLERER LANDWEG
21035 HAMBURG

VERFAHREN: VERBAULICHER ANTRAG

OBJEKTS: 

PROJ. NR.: 7207

DATUM: 16.10.2015



**GRÜNDUNGSBEURTEILUNG: NEUBAU VON MEHRFAMILIENWOHNHÄUSERN
MITTLERER LANDWEG, 21035 HAMBURG**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Baumaßnahme	4
3.	Baugrundverhältnisse	
3.1	Baugelände	5
3.2	Baugrundaufbau	11
3.3	Wasserstände, Beton-Stahlaggressivität	14
3.4	Bodenkennwerte, Bodenklassen	16
4.	Deklarationsanalysen	
4.1	Allgemeines	17
4.2	Sensor. Probenbewert. / Mischprobenzusammenst..	18
4.3	Bewertungskriterien	18
4.4	Chemische Analytik	21
4.5	Bewertung	21
5.	Flächenherrichtung	24
6.	Setzungen	
6.1	Allgemeines	26
6.2	Flach gegründete Gebäude	29
6.3	Tief gegründete Gebäude	29
6.4	Setzungen infolge der Geländeauffüllung	29
6.5	Mitnahmesetzungen	30
6.6	Zeit-Setzungsverhalten	33
6.7	Setzungen von Baukränen	35
7.	Gründungsempfehlung und Geotechnische Kategorie	37
8.	Tiefgründung Wohngebäude	
8.1	Pfahlarten	38
8.2	Tragfähiger Baugrund	40

8.3	Hindernisse im Baugrund	41
8.4	Zulässige Pfahlbelastungen	41
8.5	Horizontalbelastungen	43
8.6	Negative Mantelreibung	44
8.7	Kontrollprüfungen für Ortbetonpfähle	45
8.8	Pfahlprüfungen	45
8.9	Pfahlsetzungen	47
8.10	Besondere Hinweise	47
9.	Trockenhaltung der Gebäude	48
10.	Verkehrsflächen	
10.1	Allgemeines	49
10.2	F1-Schicht	49
10.3	Tragschicht	50
10.4	Verdichtungsanforderungen	50
10.5	Kontrollprüfungen	51
10.6	Leitungen	51
11.	Hinweise zu den Erdarbeiten	52
12.	Zusammenfassung	57

Anlagen

Lageplan	Anl.	1
Bodenprofile, Sondierdiagramme	2 - 14	
Auswertung BBodSchV - Boden - Mensch	15 - 19	
Auswertung BBodSchV - Boden - Nutzpflanze	20 - 24	
Statistik Baugrundaufschlüsse / Setzungen		25

Anhang

Prüfbericht Nr. 2015P515913/1 Boden	Anh.	A1
Prüfbericht Nr. 2015P515904/1 Wasser		A2

1. Einleitung

Die Planungsgesellschaft Holzbau plant im Bahndreieck am Mittleren Landweg den Neubau von rd. 850 Sozialwohnungen in rd. 20 Wohnblöcken. Wir wurden beauftragt, für diese Baumaßnahme den Baugrund in Ergänzung zu den vorliegenden Altaufschlüssen zu erkunden und eine Gründungsbeurteilung mit Deklarationsanalysen des anstehenden Oberbodens zu erstellen.

Folgende Unterlagen stehen für die Bearbeitung zur Verfügung:

Städtebaulicher Entwurf mit der Anordnung der Wohnblöcke
(Variante B, ohne Maßstab, Datum und Plannummer

(Planungsgesellschaft Holzbau, PGH)

Schichtenverzeichnisse und gestörte Bodenproben von drei
Rammkernsondierungen (Kleinbohrungen nach DIN EN ISO 22475-
1), ausgeführt in der 40. KW 2015

Diagramme von 45 Spitzendrucksondierungen (DIN 4094), ausge-
führt in der 40. KW 2015

(Rösch Baugrunduntersuchungen GmbH)

KW 0

Prüfbericht-Nr. 2015P515904 / 1 vom 16.10.2015 (Wasser)

Prüfbericht-Nr. 2015P515913 / 1 vom 16.10.2015 (Boden)

(Gesellschaft für Bioanalytik mbH, GBA)

2. Baumaßnahme

Bei den Wohnblöcken handelt es sich um nicht unterkellerte, dreigeschossige Mehrfamilienwohnhäuser mit zusätzlichem Staffelgeschoss in unterschiedlicher Anordnung und Größe (s. Abb. 1). Sie werden in Massivbauweise mit Stahlbetondecken und Mauerwerkswänden erstellt. Mit Blick auf die anstehenden Weichschichten sind für die Gebäude Tiefgründungen auf Pfählen geplant, die in die Gebäudesohlen von ca. 40 cm Dicke, ohne Fundamentbalken, integriert werden sollen.

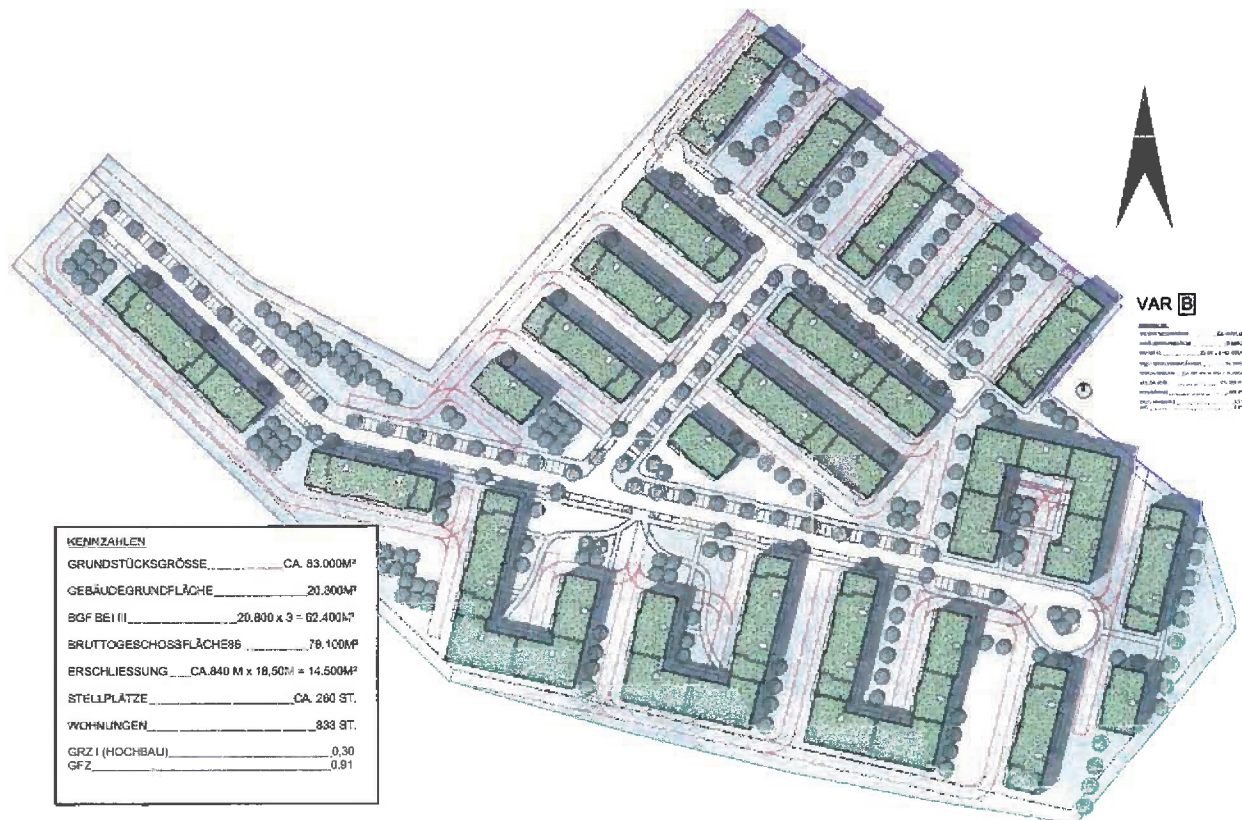


Abb. 1: Städtebaulicher Entwurf (pgh)

Im Vorwege der geplanten Bebauung ist die vorhandene rd. 8 ha große Fläche aufzufüllen und zu erschließen. Es handelt sich um eine vormals nur landwirtschaftlich genutzte Marschfläche, in der ab der Geländeoberfläche zunächst nur gering tragfähige Oberböden und organische Weichschichten anstehen. Neben den geplanten Erschließungsstraßen vom Mittleren Landweg aus, sind sämtliche Ver- und Entsorgungsleitungen herzustellen und die Fläche planmäßig zu entwässern.

Die zukünftigen Geländehöhen der Gebäude und Verkehrsflächen sind bislang nicht festgelegt worden. Für die Abschätzung von Gebäude-setzungen wird eine mittlere Geschossflächenlast von $q_k = 15 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt. Für die Geländemodellierung wird von einer i.M. ca. 1.5 m dicken Sandauffüllung auf das Niveau von ca. +1.5 mNN ausgegangen.

3. Baugrundverhältnisse

3.1 Baugelände

Das 8.3 ha große Baugelände weist maximale Abmessungen von 207 m (Nord-Süd-Richtung) und 460 m (West-Ost-Richtung) auf. Es befindet sich östlich des Mittleren Landwegs, unweit südwestlich der gleichnamigen S-Bahnstation in Hamburg-Billwerder (Flurstück 5461).

Das Gelände liegt im Dreieck der Bahnstrecken Hamburg - Bergedorf im Norden sowie der ehemaligen Gleittrasse der Güterbahn als Spange um den Verschiebebahnhof Billwerder-Moorfleet im Westen. Heute befindet sich hier eine Straße im Bau (s. Abb. 2).

Die angrenzenden Bahndämme wurden seinerzeit auf +5.0 mNN bis +6.0 mNN aufgehöhht. Der Mittlere Landweg liegt im Gleisdreieck auf +1.1 mNN bis +1.3 mNN und steigt am Pfeifenstiel des Baugeländes

in Richtung Süden auf $>+2.2$ mNN bis $+3.9$ mNN an der Mittleren Landwegbrücke am Südlichen Bahngraben an.

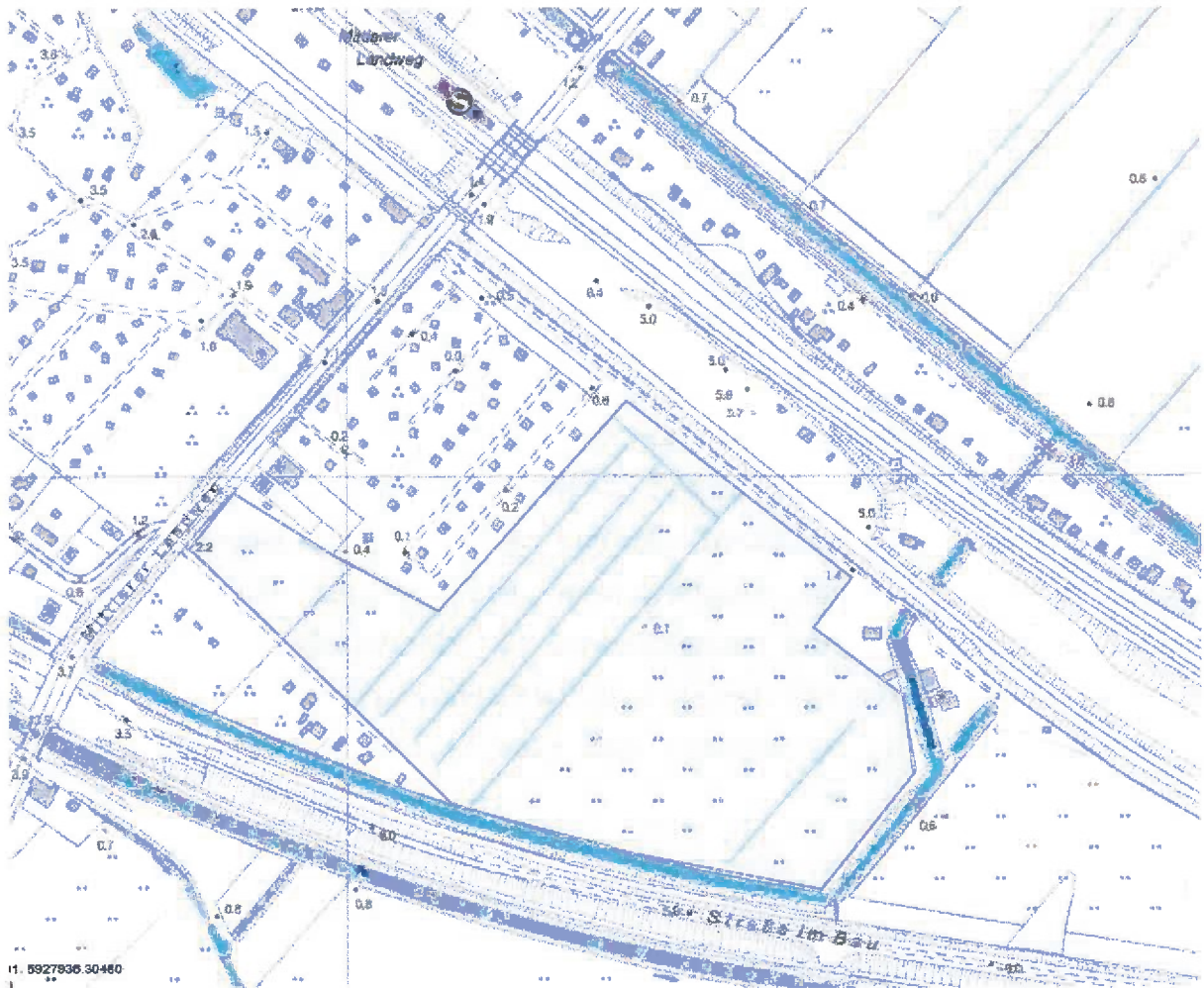


Abb. 2: Topografische Übersichtskarte des Baugeländes

Das Baugelände selbst ist noch nicht aufgehört und liegt mit seiner Oberfläche noch in Höhe des Urgeländes, das nach den eingemessenen Baugrundaufschlüssen des Vermessungsbüros Oliver Keck zwischen -0.2 mNN und $+1.0$ mNN (i.M. auf $+0.15$ mNN) liegt.

Die Fläche wurde in der Vergangenheit zumeist landwirtschaftlich genutzt. Sie ist zzt. mit Gräsern bewachsen und weist in unregelmäßigen Abständen Entwässerungsgräben auf, die mehrheitlich in

Nord-Süd-Richtung verlaufen und in den im Süden und Osten des Baugeländes angrenzenden Bahnverbindungsgraben entwässern. Der Bahnverbindungsgraben ist an den nördlichen Bahngraben der Gleisverbindung Hamburg-Bergedorf angeschlossen.

Das Entwässerungssystem wird künstlich durch Schöpfwerke auf einem Niveau von -0.8 mNN gehalten. In regenreichen Zeiten kann der Wasserspiegel auf ca. -0.3 mNN ansteigen.

Zurzeit kann das Gelände über zwei Stichstraßen vom mittleren Landweg aus angefahren werden. Die Stichstraße im Süden bedient die südlich anliegenden Kleingärten, sie liegt in Höhe des Urgeländes und ist im Spurbereich mit Grand befestigt. Im Norden ist die Straße am Bahndamm leicht erhöht (GOK ca. +1.0 mNN). Sie führt zu einem Hof mit einem Hauptgebäude (Nr. 65) und kleineren Nebengebäuden. Westlich des Baugeländes, an der Straße mittlerer Landweg bzw. nördlich des Pfeifenstiels, befinden sich zwei dreigeschossige Wohngebäude (Nr. 83 und 85) und eine Kleingartenkolonie.



Bild 1: Blick Richtung Osten entlang des südlichen Stichwegs



Bild 2: Blick Richtung Norden zur Randbebauung Nr. 83 und 85 und dem Mittleren Landweg (links verlaufend)



Bild 3: Blick Richtung Nordwesten auf die Kleingartensiedlung am Mittleren Landweg mit Entwässerungsgraben im Fokus



Bild 4: Blick Richtung Norden auf den Nördlichen Bahngraben



Bild 5: Östliches Baufeld entlang des südlich verlaufenden Bahnverbindungsgrabens



Bild 6: Bahnverbindungsgraben mit Anschluss eines Entwässerungsgrabens

Angaben über den Status des Kampfmittelverdachttes auf der Fläche von der Feuerwehr Hamburg stehen zzt. noch nicht zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlüsse im Vorwege der Eingriffe durch einen Befähigten nach §20 SprengG freigemessen.

Durch die natürliche Zersetzung der im Baufeld anstehenden Marschböden ist mit der Bildung von Methan und Kohlenstoffdioxid zu rechnen, die schädliche und/oder explosive Gas-Luft-Gemische bilden können. Das Gasbildungspotential der Böden kann mit Blick auf den unmittelbar ab Geländeoberkante anstehenden bindigen Boden sowie die geringen Grundwassersflurabstände zzt. nicht mit Bodenluftmessungen untersucht werden, daher sind Gassicherungsmaßnahmen vorzusehen. Hierzu liegt auch ein Schreiben der Behörde für Umwelt und Energie - U 25 - Altlasten Boden / Gas vom 15.10.2015 vor.

Gassicherungsmaßnahmen sind in Anlehnung an das Merkblatt der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Heute Behörde für Stadtentwicklung und Energie, BUE) 'Methan aus Weichschichten - Sicheres Bauen bei Bodenluftbelastung' vorzusehen. Dabei ist das Eindringen der Bodenluft in das Gebäude mit Hilfe von Flächen- und Vertikalfiltern sowie gasdichten Leitungsdurchführungen etc. zu verhindern.

Mit Blick auf die hoch bewerte, frei tragende, ca. 40 cm dicke Bodenplatte sowie die darunter anstehende schluffarme Tragschicht der Bohrebene und die schluffarme Sandauffüllung des Geländes (≤ 5 Gew.-% Schluffanteil) sowie vor dem Hintergrund, dass unter den Bodenplatten infolge der Geländesetzungen durch die Auffüllung langfristig ein Luftspalt von mehreren Zentimetern bis Dezimetern zu erwarten ist, braucht die Bohrebene u.E. nicht ausgebaut und gegen ein gering standfestes Sandmaterial mit einer Korngröße von ≥ 0.2 mm ausgetauscht zu werden. Die Bohrebene ist jedoch ordnungsgemäß mit einer Folien vor dem Eintritt von Zementschlämme zu schützen.

3.2 Baugrundaufbau

Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden in der 41 KW. 2015, in Ergänzung der vorliegenden Altaufschlüsse, durch die Rösch Baugrunduntersuchungen GmbH, insgesamt 45 Drucksondierungen im Raster von ca. 45 m bis 50 m mit Tiefen von 19 m bis 25 m Tiefe sowie drei Rammkernsondierungen bis 10.0 m Tiefe ausgeführt.

Den Altaufschluss der KED-Ingenieurgesellschaft vom August 2011 bilden 20 Rammkernbohrungen von 10 m und 12 m Tiefe.

Die Lage aller Aufschlusspunkte ist aus dem Lageplan auf Anl. 1 ersichtlich. Die Bodenprofile der Neu- und Altaufschlüsse sowie die Diagramme der Spitzendrucksondierungen sind auf den Anlagen 2 bis 14 höhengerecht dargestellt.

Die Lage der Sondierungen ist durch das Vermessungsbüro Oliver Keck auf Grundlage eines georeferenzierten Sondierplanes unseres Büros vor Ort abgesteckt und die Ansatzpunkte in der Höhe (Normal Null) eingemessen worden.

Die Ansatzpunkte wurden aufgrund fehlender Angaben zur Kampfmittelfreiheit durch die Hanseatische Kampfmittelbergung GmbH (HKB) im Vorwege der Baugrundaufschlüsse freigemessen.

Zur Überprüfung des Oberbodens wurden zusätzlich 40 Handbohrungen bis zur Oberfläche des ungestörten Kleis/Torfes abgeteuft (s. Abschnitt 4).

Schichtenaufbau

Ausgehend von der unbefestigten Geländeoberfläche steht zunächst ein bindiger **Oberboden** bis in Tiefen zwischen 0.2 m und 0.8 m (i.M. von 0.4 m) aus **verwittertem Klei** an, der durch die landwirtschaftliche Nutzung aufgebrochen und leicht humusiert ist sowie Wurzelreste enthält. Nur örtlich, insbesondere im Bereich des Pfeifenstiels und entlang der Zufahrtswege im Norden und Süden sind in den Boden geringe Anteile von Bauschuttresten (i.W. Ziegelreste) eingetragen bzw. oberflächennahe, meist organische **Kleiauffüllungen** vorhanden.

Unter der oberen Bodenzone folgen organische Weichschichten aus überwiegend **Klei** und örtlich oberflächennah **Torf** sowie den gewöhnlichen Mischformen vom torfigen Klei bis zum kleiigen Torf. Den

organischen Weichschichten sind in unterschiedlicher Schichtdicke und Zusammensetzung **Sande** bzw. eine Wechsellagerung aus Sand und Kleistreifen eingelagert. Die organischen Weichschichten reichen in Wechsellagerung bis in Tiefen zwischen 1.5 m und 11.2 m (i.M. 5.9 m) unter OK Gelände. Die Sandeinlagerungen weisen dabei Dicken zwischen 0 m und 7.4 m (i.M. 1.6 m) auf.

Das Liegende bilden gewachsene Sande, die oberflächennah zum Teil nur locker gelagert sind und in größeren Tiefen eine mitteldichte, selten dichte Lagerung aufweisen.

Der Klei ist aufgrund der fehlenden Vorbelastung nach der bodenmechanischen Klassifikation unseres und des Ingenieurbüros KED als überwiegend weich, örtlich als weich/steif z.T. aber auch als breiig und breiig/weich zu beschreiben. Die Konsistenzen des Kleis sind neben den Bodenprofilen eingetragen. Es ist nicht auszuschließen, dass bei der Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18122 örtlich Konsistenzzahlen von $I_c \leq 0$ (Zustandsform flüssig) bestimmt werden.

Von Proben der organischen Weichschichten liegen die Ergebnisse von insgesamt 45 Wassergehaltsbestimmungen vor. Die Wassergehalte des Kleis liegen zwischen $29.6 \% \leq W_n \leq 108 \%$, i.M. bei 60 %. Der lagenweise vorhandene Torf weist Wassergehalte zwischen $151 \% \leq W_n \leq 237 \%$, i.M. bei 200 %, torfiger Klei zwischen $122 \% \leq W_n \leq 210 \%$, i.M. bei 160 % auf.

Die dem Klei eingelagerten Sandschichten sind i.d.R. locker gelagert.

Einzelheiten zur Schichtenfolge im Baufeld können den Sondierprofilen entnommen werden.

3.3 Wasserstände, Beton- und Stahlaggressivität

Wasserstände

Die Wasserstände im Baufeld werden durch den angrenzenden Bahnverbindungsgraben, untergeordnet durch den nördlichen Bahngraben beeinflusst. Sie stehen gespannt unter den organischen Weichschichten und in den Sandeinlagerungen an. Nach Angabe der Tiefbauabteilung Bergedorf wird der Wasserstand in den Gräben durch Schöpfwerke auf etwa -0.5 mNN bis -1.1 mNN, i.M. auf -0.8 mNN gehalten, kann nach Erkundigungen des Ingenieurbüros KED kurzzeitig bis -0.3 mNN ansteigen. Ungünstig sollte von einer maximalen Druckhöhe von ± 0.0 mNN ausgegangen werden.

Die Angaben im Geoportal bestätigen obige Aussagen. Danach sind nur geringe Grundwasserschwankungen zwischen -0.8 mNN und -0.5 mNN zu erwarten. Die Grundwasserfließrichtung ist südöstlich in Richtung des Stadtteils Neuallermöhe. Das hydraulische Gefälle und somit die Fließgeschwindigkeit sind im Plangebiet gering.

Niederschlagsabhängige Stauwasserstände können über den bindigen Bodenschichten und Einlagerungen im ganzen Baufeld auftreten und zzt. auf der Oberfläche den vorhandenen Entwässerungsgräben und, im Folgenden, dem Bahnverbindungsgraben zufließen.

Nach der Flächenaufhöhung ist in Abhängigkeit des zukünftigen Versiegelungsgrades jahreszeitlich mit unterschiedlich hohen und zur Baufeldmitte bzw. zu nicht entwässerten Randbereichen mit zunehmend hohen Stauwasserständen zu rechnen, die in den Randbereichen der Flächenaufhöhung austreten können und hier abgeführt werden müssen. Mit Blick auf die Tragfähigkeit der späteren Verkehrsflächen empfehlen wir auch innerhalb des Planungsgebietes die Stauwasserhöhen mit Hilfe eines Dränagesystem (z.B. im Verlauf der Planstraßen) zu begrenzen (ca. 0.8 m unter OK Gelände).

Der Bemessungswasserstand für Gebäude, Rohrleitungen, etc. ist abhängig von der Höhenlage einer Planentwässerung. Ungünstig ist sonst mit Stauwasserständen bis OK zukünftiges Gelände, abfallend zu den unbefestigten Grenzen des Plangebietes zu rechnen.

Beton- und Stahlaggressivität

Zur Überprüfung der Beton- und Stahlaggressivität wurden aus den ausgeführten Rammkernsondierungen (RKS B2, RKS B5 und RKS D10) mit Hilfe temporärer Rammpegel drei Wasserproben entnommen und zur chemischen Analyse der Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA) übergeben, die eine akkreditierte Untersuchungsstelle ist.

Nach den Analysenergebnissen aller Wasserproben ist das Grundwasser aufgrund des Parameters kalklösende Kohlensäure gemäß DIN 4030 der Expositionsklasse XA2 zuzuordnen und als mäßig betonangreifend zu beurteilen (s. Tab. 1 und Anhang A1).

Parameter	Einheit	Proben			Expositionsklasse gem. DIN 4030-1					
		2 B	5 B	10 D	XA1 schwach		XA2 mäßig		XA3 stark	
pH-Wert	-	6,9	6,9	7,0	≤ 6,5	≥ 5,5	< 5,5	≥ 4,5	< 4,5	≥ 4,0
kalklösende Kohlensäure	mg/l	47,0	47,0	46,0	≥ 15	≤ 40	> 40	≤ 100	> 100 bis zur Sättigung	
Ammonium	mg/l	4,0	4,1	4,1	≥ 15	≤ 30	> 30	≤ 60	> 60	≤ 100
Magnesium	mg/l	14,0	13,0	13,0	≥ 300	≤ 1000	> 1000	≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung	
Sulfat	mg/l	55,0	56,0	53,0	≥ 200	≤ 600	> 600	≤ 3000	> 3000	≤ 6000

Tab. 1: Betonaggressivität Grundwasser nach DIN 4030-1

Nach den Analysenergebnissen des Grundwassers sind die Korrosionswahrscheinlichkeiten von unlegierten und niedriglegierten Stählen gem. DIN 50929 nach Tabelle 2 anzunehmen (s. auch Anhang A1).

RKS		Mulden- und Lochkorrosion	Flächenkorrosion
B2	Unterwasserbereich	gering	sehr gering
	Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering
B5	Unterwasserbereich	gering	sehr gering
	Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering
D10	Unterwasserbereich	gering	sehr gering
	Wasser/Luft-Grenze	sehr gering	sehr gering

**Tab. 2: Korrosionswahrscheinlichkeit im Grundwasser
nach DIN 50929**

3.4 Bodenkennwerte, Bodenklassen

Die Kennwerte der einzelnen Bodenarten wurden nach bekannter Versuchsergebnisse vergleichbarer Bodenarten festgelegt. Für erdstatische Berechnungen können folgende Ansatzwerte sowie Angaben zu den Bodenklassen nach DIN 18 300 verwendet werden:

Bodenart	Raumgewicht		Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)	Bodenklasse nach DIN 18300
	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)		
Oberboden/ verw. Klei	16	6	25.0	5	20	1.0-1.0	4/2*
Torf	11	1	15.0	10	10-20	0.5	2
Klei	15	5	20.0	5	10-20	0.5-1.5	4/2*
Sand, eingel.	18	10	30	0	-	10-20	3
Sande, unter.	19	11	≥32.5	0	-	≥40	3, 5-7**

* bei weicher/breiiger Konsistenz

** Steine, Gerölllagen, Findlinge möglich

Tab. 3: Bodenkennwerte, Bodenklassen

4. Deklarationsanalysen

4.1 Allgemeines

Zur Deklaration der im Baufeld anstehenden Oberböden sind von unserem Büro chemische Untersuchungen an fünf Bodenmischproben nach den Technischen Regeln der LAGA¹ sowie in Anlehnung an die BBodSchV² durchgeführt und bewertet worden, um eine Wiederverwendung in einer durchwurzelbaren Bodenschicht bewerten zu können.

Das ca. 8 ha große Baufeld wurde entsprechend der sich abzeichnenden Parzellierung der Fläche in fünf Abschnitte unterteilt (s. Abb. 3).

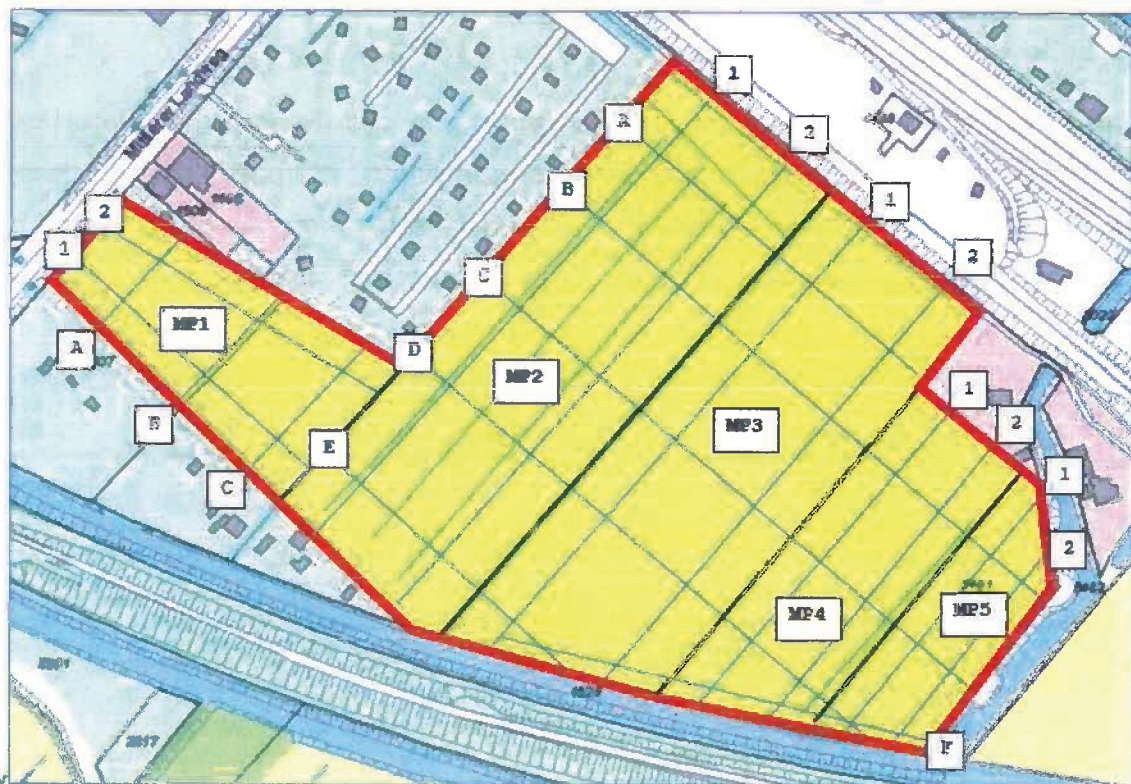


Abb. 3: Lageplan mit den Achsen der Oberbodenbeprobung

¹Länderarbeitsgemeinschaft Abfall - Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Stand 05.11.2009

²Bundes-Bodenschutzverordnung und Altlastenverordnung - Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen und altlastverdächtigen Flächen, Stand 23.12.2004

Die Probennahme erfolgte mittels Handbohrungen. Die Ansatzpunkte sowie die jeweiligen Schichtmächtigkeiten des Oberbodens (verwitterter Klei) können der Tabelle 4 entnommen werden.

4.2 Sensorische Probenbewertung/Mischprobenzusammenstellung

Die mittels Handbohrungen entnommenen Einzelproben wurden vor Ort sensorisch überprüft, zu Mischproben zusammengestellt und in 370 ml Drahtbügelgläsern mit Gummiringdichtung luftdicht verpackt. Die Proben waren, bis auf vereinzelte Ziegelreste im Bereich des Pfeifenstiels (MP 1) sensorisch unauffällig. Ein Verdacht auf spezifische Schadstoffe ergab sich nicht.

Es wurden insgesamt fünf Mischproben (eine Mischprobe pro Rasterfläche) aus dem oberen verwitterten Bodenhorizont im Baufeld zusammengestellt (s. Tab. 4).

4.3 Bewertungskriterien

Für die Beurteilung der weiteren Verwendung von Aushubmaterialien liegen von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (kurz: **LAGA**) technische Regeln bezüglich der 'Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen' vor. In diesen Regeln sind definierte Zuordnungswerte für den möglichen Wiedereinbau von mineralischen Reststoffen bzw. seine Endablagerung in autorisierten Deponien aufgeführt. Die in der LAGA angegebenen Zuordnungswerte für verschiedene Einbauklassen bzw. zur Ablagerung in Deponien werden nachstehend erläutert:

Projekt:	Mittlerer Landweg						
Teilfläche	Achsen		Schichtdicke [m]	MAX [m]	MIN [m]	MITTEL [m]	Bemerkung
MP1	1	A	0.43	0.65	0.34	0.43	Ziegelreste
	2	A	0.34				
	1	B	0.36				
	2	B	0.44				
	1	C	0.34				
	2	C	0.65				
MP2	1	A	0.35	0.50	0.20	0.38	
	2	A	0.45				
	1	B	0.35				
	2	B	0.50				
	1	C	0.40				
	2	C	0.20				
	1	D	0.45				
	2	D	0.36				
	1	E	0.35				
	2	E	0.38				
MP3	1	A	0.40	0.65	0.30	0.39	Wasser in HB
	2	A	0.65				
	1	B	0.30				
	2	B	0.32				
	1	C	0.34				
	2	C	0.41				
	1	D	0.38				
	2	D	0.30				
	1	E	0.50				
	2	F	0.30				
MP4	1	B	0.28	0.40	0.28	0.35	
	2	B	0.34				
	1	C	0.40				
	2	C	0.36				
	1	D	0.33				
	2	D	0.32				
	1	F	0.34				
	2	F	0.40				
MP5	1	B	0.67	0.67	0.30	0.42	
	2	B	0.34				
	1	C	0.39				
	2	C	0.39				
	1	F	0.30				
	2	F	0.40				
Gesamte beprobte Fläche			MAX [m]	MIN [m]		MITTEL [m]	
Oberbodendicke			0.67	0.20		0.39	

Tab. 4: Zusammenstellung der Mischproben MP 1 bis MP 5

- Bodenaushub mit einem Zuordnungswert Z 0 kann uneingeschränkt eingebaut werden.
- Für Böden mit **Zuordnungswerten Z 1.1 bis Z 2** sind Einschränkungen beim Einbau zu beachten.
- Böden mit **Zuordnungswerten > Z 2** müssen gereinigt oder auf zugelassene Deponien verbracht werden.

Für die Bewertung des Oberbodens werden zusätzlich die Gefährdungspfade Boden-Mensch und Boden-Pflanze gemäß Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung (**BBodSchV**) herangezogen.

Werden die **Vorsorgewerte** der BBodSchV überschritten, ist unter Berücksichtigung von geogenen oder großflächig siedlungsbedingten Schadstoffgehalten in der Regel davon auszugehen, dass die Besorgnis einer schädlichen Bodenveränderung besteht.

Werden die **Prüfwerte** der BBodSchV unter Berücksichtigung der Bodennutzung überschritten, liegen in der Regel konkrete Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vor, so dass ggf. eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt.

Beim Überschreiten von **Maßnahmenwerten** ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen und Maßnahmen werden erforderlich.

4.4 Chemische Analytik

Zur Überprüfung der Schadstoffgehalte sind die Mischproben der Gesellschaft für Bioanalytik mbH (GBA) übergeben worden, die eine akkreditierte Untersuchungsstelle für u.a. Boden, Bauschutt und Wasser ist. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind der Zusammenstellung in der Tabelle 5, den Anlagen 15 bis 24 sowie den zugehörigen Prüfberichten der GBA im Anhang zu entnehmen.

4.5 Bewertung

Insgesamt ist der Oberboden im Baufeld nach den technischen Regeln der LAGA im Mittel dem Zuordnungswert Z 2 zuzuordnen. Der Boden weist leichte Verunreinigungen (Z 1) mit allen untersuchten Schwermetallen auf. Wie für natürlich gewachsene organische Weichschichten typisch, sind die Analysenergebnisse für TOC (total organic carbon; gesamter organischer Kohlenstoff) entsprechend hoch ($TOC_{\text{mittel}} = 2.0 \text{ Masse-\%}$; LAGA Z 2). Die Mischproben weisen weiterhin einen leicht sauren pH-Wert (LAGA Z 1.2 bis $>Z 2$) auf, der zwischen 5.1 und 6.2 (im Mittel 5.6) liegt.

Ob der Oberboden eine Qualität aufweist, welche für Ackerbauflächen oder Nutzgärten geeignet ist, ist u.a. anhand der Prüf- und Maßnahmenwerte der BBodSchV zu prüfen. Daher sind ergänzende Analysen nach den in der BBodSchV geforderten Parametern durchgeführt worden.

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind den Anlagen 15 bis 19 (Wirkungspfad Boden-Mensch) und den Anlagen 20 bis 24 (Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze) zu entnehmen, wo sie den entsprechenden Prüf- und Maßnahmenwerten der BBodSchV gegenübergestellt sind.

Chemische Analyse von Bodenproben

Gem. Techn. Regeln LAGA : "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen." Stand : 05.11.2004

Projekt :

Probe Nr.	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5
Bodenart:	Oberboden	Oberboden	Oberboden	Oberboden	Oberboden
Entnahmestelle / Aufschluss-Nr.:	s. Tab. 4	s. Tab. 4	s. Tab. 4	s. Tab. 4	s. Tab. 4
Datum Probenentnahme:	08.10.2015	08.10.2015	08.10.2015	08.10.2015	08.10.2015
Analyselabor:	GBA	GBA	GBA	GBA	GBA
Prüfbericht Nr.:	2015P515913 / 1	2015P515913 / 1	2015P515913 / 1	2015P515913 / 1	2015P515913 / 1
Labor-Auftrag:	15510099	15510099	15510099	15510099	15510099
Labor-Probe:	1	2	3	5	5

		ORIGINALSUBSTANZ									
		1		2		3		4		5	
TOC	Masse-%	1,5	Z 1	2,2	Z 2	2,5	Z 2	2,0	Z 2	1,9	Z 2
EOX	mg/kg	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0
Mineralöl - KW											
- Gesamtgehalt C10 bis C40	mg/kg	<100	Z 0	<100	Z 0	<100	Z 0	<100	Z 0	<100	Z 0
- mobiler Anteil bis C22	mg/kg	<50	Z 0	<50	Z 0	<50	Z 0	<50	Z 0	<50	Z 0
Cyanid ges.	mg/kg	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0
Summe BTEX	mg/kg	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0
Summe LCKW	mg/kg	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0
Summe PCB ₈	mg/kg	n.n.	Z 0	n.n.	Z 0	n.n.	Z 0	n.n.	Z 0	n.n.	Z 0
Summe PAK ₁₆	mg/kg	1,82	Z 0	0,207	Z 0	0,314	Z 0	0,0510	Z 0	0,0530	Z 0
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,13	Z 0	<0,050	Z 0	<0,050	Z 0	<0,050	Z 0	<0,050	Z 0
Arsen	mg/kg	16	Z 1	29	Z 1	30	Z 1	26	Z 1	25	Z 1
Blei	mg/kg	40	Z 0	48	Z 1	58	Z 1	46	Z 1	43	Z 1
Cadmium	mg/kg	0,67	Z 1	0,72	Z 1	0,73	Z 1	0,75	Z 1	0,61	Z 1
Chrom, ges.	mg/kg	35	Z 1	75	Z 1	71	Z 1	67	Z 1	61	Z 1
Kupfer	mg/kg	33	Z 1	54	Z 1	55	Z 1	47	Z 1	41	Z 1
Nickel	mg/kg	17	Z 1	39	Z 1	33	Z 1	32	Z 1	31	Z 1
Thallium	mg/kg	0,38	Z 0	0,73	Z 1	0,75	Z 1	0,71	Z 1	0,82	Z 1
Quecksilber	mg/kg	0,12	Z 1	0,19	Z 1	0,15	Z 1	0,14	Z 1	0,13	Z 1
Zink	mg/kg	97	Z 1	150	Z 1	152	Z 1	143	Z 1	135	Z 1

		ELUAT (100 g Probe / l)									
		1		2		3		4		5	
pH - Wert	-	6,2	Z 1,2	6,5	Z 2	> 7,2	> 7,2	6,6	Z 2	6,5	Z 2
Leitfähigkeit	µS/cm	14	Z 0	18	Z 0	13	Z 0	11	Z 0	10	Z 0
Chlorid	mg/l	<0,60	Z 0	<0,60	Z 0	<0,60	Z 0	<0,60	Z 0	<0,60	Z 0
Sulfat	mg/l	<1,0	Z 0	2,3	Z 0	1	Z 0	<1,0	Z 0	<1,0	Z 0
Cyanid ges.	µg/l	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0
Arsen	µg/l	1,6	Z 0	0,78	Z 0	0,77	Z 0	0,61	Z 0	0,54	Z 0
Blei	µg/l	1,4	Z 0	1,1	Z 0	1,4	Z 0	1,2	Z 0	1,2	Z 0
Cadmium	µg/l	<0,30	Z 0	<0,30	Z 0	<0,30	Z 0	<0,30	Z 0	<0,30	Z 0
Chrom, gesamt	µg/l	2,3	Z 0	2,1	Z 0	2,5	Z 0	1,6	Z 0	1,9	Z 0
Kupfer	µg/l	15	Z 0	14	Z 0	16	Z 0	15	Z 0	12	Z 0
Nickel	µg/l	2,7	Z 0	3,3	Z 0	3,0	Z 0	2,6	Z 0	2,3	Z 0
Quecksilber	µg/l	<0,20	Z 0	<0,20	Z 0	<0,20	Z 0	<0,20	Z 0	<0,20	Z 0
Zink	µg/l	13	Z 0	17	Z 0	19	Z 0	27	Z 0	29	Z 0
Phenolindex	µg/l	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0	<5,0	Z 0

Zuordnung der Probe :	Z 1,2	Z 2	> Z 2	Z 2	Z 2
-----------------------	-------	-----	-------	-----	-----

Einbaumöglichkeiten des Bodens entsprechend den Zuordnungswerten

Z 0	Uneingeschränkter Einbau möglich. Werte entsprechen natürlichem Boden.
Z 1 / Z 1.1	Einbau auch in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten ohne Grundwasserbeeinträchtigung möglich.
Z 1.2	Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten unter Einschränkungen möglich.
Z 2	Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen möglich.
> Z 2	Einbau nur in Deponien zulässig.

Tab. 5: Ergebnis chemischer Analysen. Bewertung nach LAGA

In Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Mensch werden die Prüfwerte für die sensibelste Bewertungsklasse (Kinderspielflächen) der BBodSchV durch den Parameter Arsen geringfügig überschritten. Dies ist jedoch auf die natürlichen Eigenschaften des Kleis zurückzuführen, sodass der Verdacht einer unnatürlichen, schädlichen Bodenverunreinigung oder Altlast u.E. nicht gegeben ist. Der Boden darf aus chemischen Gesichtspunkten also in allen Bereichen, bis auf Kinderspielflächen, wieder eingebaut werden.

In Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze wurden die Prüfwerte Nickel und Zink (Ackerbauflächen im Hinblick auf eine Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen) sowie die Prüf- und Maßnahmenwerte für Cadmium und Blei (Ackerbauflächen/Nutzgärten im Hinblick auf Pflanzenqualität - für Brotweizenanbau oder stark Cadmium-anreicherender Gemüsearten) überschritten.

Auf Grund der Ergebnisse der chemischen Analysen ist der Boden nach den technischen Regeln der LAGA im Mittel dem Zuordnungswert Z 2 zuzuordnen. Ausschlaggebend für diese Bewertung sind die Parameter TOC und pH-Wert. Diese sind auf die natürliche geogene Hintergrundbelastung der organischen Weichschichten zurückzuführen und stellen damit kein Ausschlusskriterium für den Wiedereinbau oder ein Belassen des Bodens im Baufeld dar.

Anhand der Auswertung der Ergebnisse nach der BBodSchV Boden - Mensch ist der Oberboden größtenteils, auf Grund des in Kleiböden häufig natürlicherweise erhöhten Arsenwertes, nicht geeignet, um in Kinderspielflächen verbaut zu werden.

Gemäß der Auswertung nach der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze sind sowohl Prüfwerte als auch Maßnahmenwerte für die Bereiche 'Ackerbauflächen/Nutzgärten im Hinblick auf Pflanzenqua-

lität für Brotweizenanbau oder stark Cadmium-anreicherender Gemüsearten' und 'Ackerbauflächen im Hinblick auf eine Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen' überschritten.

Unseres Erachtens handelt es sich bei diesem Oberboden nicht um schützenswerten Mutterboden im Sinne des Paragraphen §202 Baugesetzbuch - Schutz des Mutterbodens - sondern um, durchmengten, aufgebrochen und humosen verwitterten Klei der im Sinne agrarwirtschaftlicher Nutzung u.E. keine sinnvolle Verwendung findet. Wir empfehlen, den Boden im Baufeld zu belassen, zu planieren und zu überbauen. Zur Überprüfung der Stickstoffverfügbarkeit im Boden, die für einen nährstoffreichen Boden steht, wird zzt. Noch das Kohlenstoff-Stickstoff Verhältnis (C/N-Verhältnis) überprüft.

Sollte eine Deponierung erfolgen, ist auf Grund des örtlich hohen natürlich vorkommenden Parameters TOC (LAGA Z 1 bis Z 2) sowie dem leicht sauren pH-Wert (LAGA Z 1.2 bis >Z 2) mit erhöhten Entsorgungskosten zu rechnen.

5. Flächenherrichtung / Geländeauffüllung

Um das Plangebiet für die Bebauung herzurichten und insbesondere für den erforderlichen Baustellenverkehr, aber auch den zukünftigen Straßenverkehr, ausreichend standfest und standsicher zu machen, ist eine Geländeauffüllung mittels schluffarmer Sande geplant.

Die Schichtdicke der Geländeauffüllung hat Einfluss auf die zu erwartenden Geländesetzungen und sollte daher so gering als möglich, jedoch aus o.g. Gründen der Standfestigkeit, so dick als nötig ausgeführt sein.

Mit Blick auf die zukünftige Verkehrsbelastung (Voraussichtlich Wohnstraße mit überwiegend Pkw-Verkehr und geringem Schwerlastanteil, etwa Bk 0,3 bis Bk 1,8 nach RStO 2012) empfehlen wir eine Auffüllung von etwa 1.5 m auf ca. +1.5 mNN. Eine Verringerung auf eine Schichtdicke von $d < 1.2$ m sollte im Bereich der Straßen u.E. nicht vorgesehen werden.

Die Geländeauffüllung nimmt auch Einfluss auf die Randbereiche. Hier können Mitnahmesetzungen entstehen, die insbesondere für angrenzende Gebäude ausschlaggebend sein können. Neben dem vorhandenen Bahngraben können Geländeauffüllungen die Standsicherheit der Uferböschung gefährden. Über die Art der Ufereinfassung und die Tiefe des Grabens bzw. etwaiger Solltiefen, Unterhaltungsbaggerzonen und erforderliche Unterhaltungswege liegen uns zzt. keine Informationen vor. Sie sind für die Planung von zulässigen Geländeauffüllungen festzustellen.

Aus o.g. Gründen ist es ggf. sinnvoll, die Geländeauffüllung außerhalb der zentralen Verkehrswege zu den Randbereichen hin abzuflachen. Auch ist denkbar, den anstehenden Oberboden im Sinne einer möglichst geringen Geländeauffüllung im Bereich der Verkehrswege abzutragen und so eine höhere Standfestigkeit zu erzielen.

Die Randbereiche können mit Neigungen von etwa $n \approx 1:2$ entweder abgeböscht oder, wenn die Platzverhältnisse dies nicht zulassen, mit Stützkonstruktionen gesichert werden. Mitnahmesetzungen können nur durch Böschungen, tief gegründete Winkelstützwände mit Abschirmplatten oder Spundwände reduziert bzw. ausgeschaltet werden.

Unter Umständen sind aus Unterhaltungszwecken des Bahnverbindungsgrabens besondere Auflagen zu befolgen (Unterhaltungsweg).

6. Setzungen

6.1 Allgemeines

Die zu erwartenden Setzungen des Geländes resultieren aus dem Eigengewicht der Geländeauffüllung und der Nutz-/Verkehrslasten sowie möglichen flach gegründete Bauwerken, etc. Auch Stauwasserstände innerhalb der Geländeauffüllung sind als setzungsrelevante Zusatzlasten zu betrachten.

Als setzungsbestimmend sind die organischen Weichschichten aus überwiegend weichem Klei und örtlichen Torflagen sowie dem verwitterten Klei an der Geländeoberfläche zu benennen, die unter der geplanten Geländeauffüllung Schichtdicken von mehreren Metern aufweisen und zu Setzungen von mehreren Dezimetern führen. Aus der hoch verdichteten Sandauffüllung und den unteren Sanden sind lediglich Setzungen von wenigen Millimetern bis Zentimetern zu erwarten.

Die Setzung von Böden setzt sich aus den drei Setzungsanteilen, Sofortsetzung, Primärsetzung (auch Konsolidierungssetzung) und Sekundärsetzung (auch Kriechsetzung) zusammen.

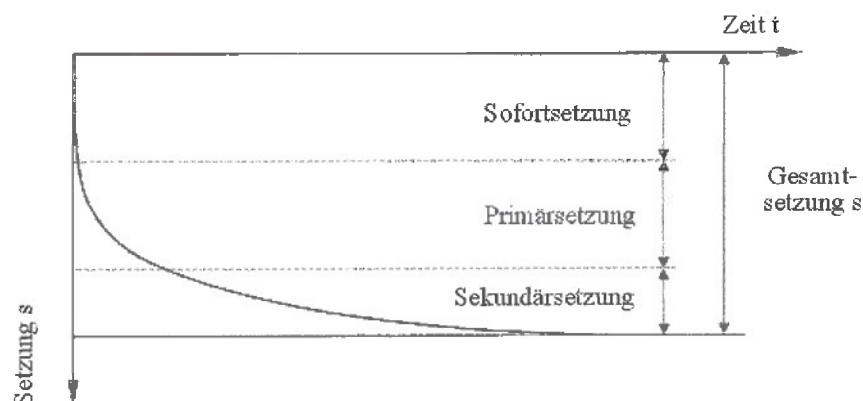


Abb. 4: Setzungsanteile

Die Setzungen in den nicht bindigen Böden treten nahezu zeitunabhängig, unmittelbar nach der Lastaufbringung infolge von Schubverformungen/Verdichtung ein (Sofortsetzungen). Bei bindigen Böden tritt eine Sofortsetzung i.d.R. nur untergeordnet durch eine volumentreue Verformung des Bodens (Verdrängung) auf.

Die Setzungen in den bindigen und organischen, nahezu wasserundurchlässigen Weichschichten treten im Wesentlichen zeitverzögert durch Konsolidation auf (Primärsetzungen). Gewisse Setzungsanteile sind auch auf Sofortsetzungen unter Volumenkonstanz (Verdrängung) und auf Sekundärsetzungen zurückzuführen.

Die Primärsetzungen entstehen durch Konsolidation, d.h. durch den Abbau von Porenwasserüberdruck. Das Porenwasser und ggf. Porenluft werden, entsprechend der Belastung und der Durchlässigkeit des Bodens, langsam unter Volumenabnahme aus den Poren gepresst. Bei der Setzungsermittlung werden zumeist nur die Primärsetzungen berechnet.

Die Größe und der zeitliche Verlauf von Sekundärsetzungen (Kriechsetzungen, vergl. Abb. 5) sind nur schwer abzuschätzen, können aber insbesondere bei weichen organischen Böden noch einen erheblichen Anteil an den Gesamtsetzungen ausmachen.

Auf der Anlage 25 sind alle Aufschlüsse nach ihren Setzungsbeeinflussenden Schichtdicken erfasst und die resultierenden Setzungen mit Hilfe gemittelter Steifezahlen nach dem Elastizitätsverfahren überschläglich berechnet, um die Größenordnung der zu erwartenden Verformungen an der Geländeoberfläche abschätzen zu können:

$$s = \sigma_k \times d / E_{s,k}$$

s	=	Setzung	[m]
σ_k	=	Spannung	[MN/m ²]
d	=	Schichtdicke	[m]
$E_{s,k}$	=	Steifemodul	[MN/m ³]

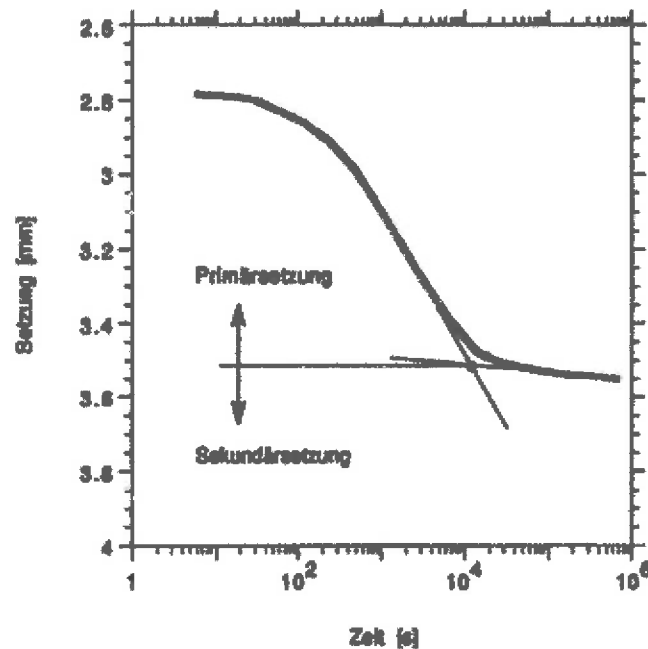


Abb. 5: Zeitlicher Verlauf von Primär- und Sekundärsetzungen

Hierbei sind mit Blick auf die untergeordneten Setzungsanteile in den unteren und oberen Sanden, lediglich die der organischen Weichschichten (mittlerer Steifemodul angesetzt $E_{s,k} = 1.0 \text{ MN/m}^3$) und der eingelagerten, zum Teil mit Kleilagern durchzogenen Sande (mittlerer Steifemodul angesetzt $E_{s,k} = 15 \text{ MN/m}^3$) berechnet worden. Es handelt sich dabei um die berechenbaren Primärsetzungen.

Durch die Betrachtung der unterschiedlichen Konsistenzen in den ausgeführten Baugrundaufschlüssen sowie unter Berücksichtigung der tatsächlich geplanten Geländemodellierung kann ggf. noch ein genaueres Bild des Setzungsverhaltens herausgearbeitet werden. Dabei können nur die Angaben in den Altaufschlüssen der KED-Ingenieurgesellschaft herangezogen werden. In Bereichen mit ungünstiger breiiger oder breiig weicher Konsistenz, können die zu erwartenden Setzungsbeträge durchaus noch höher sein.

6.2 Flach gegründete Gebäude

Unter der Annahme einer gleichmäßig verteilten Flächenlast von ca. 70 kN/m^2 wären nach einer überschläglichen Berechnung Setzungen von etwa $8 \text{ cm} \leq s \leq 54 \text{ cm}$, i.M. $s \approx 31 \text{ cm}$ zu erwarten (s. Anl. 25). Hierbei handelt es sich lediglich um die Primärsetzungen (Konsolidationssetzungen). Die nicht berechenbaren Sekundärsetzungen aus Kriechverformungen sind darin nicht enthalten und können bei organischen Böden langfristig die Größenordnung der Primärsetzungen erreichen. Aus diesem Grund sind die geplanten Wohngebäude auf Pfählen tief zu gründen.

6.3 Tief gegründete Gebäude

Bei Pfählen treten unter den Gebrauchslasten üblicher Weise Pfahlsetzungen von $s \leq 1.0 \text{ cm}$ auf, die für Wohngebäude ohne Belang sind. Bohrpfähle sind im Sinne der Gebrauchstauglichkeit entsprechend zu bemessen.

6.4 Setzungen infolge der Geländeauffüllung

Auf der Anlage 25 sind für die einzelnen Aufschlüsse die zu erwartenden Geländesetzungen (Primärsetzungen) unter einer Geländeauffüllung von $d = 1.0 \text{ m}$, $d = 1.25 \text{ m}$ und $d = 1.5 \text{ m}$ rechnerisch abgeschätzt worden. Danach ergeben sich folgende Größenordnungen:

Geländeauffüllung [m]	Setzungen [cm]		
	Min	Max	im Mittel
1.00	2	15	9
1.25	3	19	11
1.50	3	23	13

Tab. 6: Primärsetzungen aus Geländeauffüllungen

6.5 Mitnahmesetzungen

Zur Abschätzung von der Mitnahmesetzungen in den Randbereichen der Flächenauffüllung werden nachfolgend Beispielrechnungen für Auffüllungsdicken von 1.0 m und 1.5 m sowie die unterschiedlichen Formen des Randabschlusses (Böschung $n = 1:2$ bzw. Winkelstützen) unter Berücksichtigung einer mittleren Kleischichtdicke von $d = 4.5$ m mit Sandeinlagerungen von 1.5 m Dicke, entsprechend des mittleren Schichtenpaketes der in Wechsellagerung anstehenden Weichschichten durchgeführt. Für den Bereich der Winkelstützwände wird entsprechend der Geländeaufhöhung in gleicher Breite eine Zusatzbelastung von 10 kN/m^2 für Bodenaustauschmaßnahmen und Eigengewicht der Stützkonstruktion berücksichtigt. Die Berechnungen werden mit dem GGU-Programm 'Funda' durchgeführt und die Setzungen in Form von Isolinien mit Maßstab dargestellt. Sie sind in den Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

Ausgehend vom Böschungsfuß bzw. Außenkante Winkelstützwand sind dabei noch in folgenden Abständen Setzungen von bis zu $s = 1.0$ cm zu erwarten:

Randabschluss	Einflussbreite mit Setzungen $s \leq 1.0$ cm [m]	
	Geländeauffüllung	
	$d = 1.0$ m	$d = 1.5$ m
Böschung	1.3	1.6
Winkelstütze	2.5	3.2

Tab. 7: Einflussbreiten [m] von Mitnahmesetzungen bis 1.0 cm bei einem mittleren Schichtenprofil (4.5 m Klei, 1.5 m Sandeinl.)

Bei ungünstigen Verhältnissen (große Kleischichtdicken und Geländeauffüllungen) kann der Einflussbereich von Setzungen der Größenordnung $s = 1.0$ cm auf bis zu ≥ 6.5 m (Winkelstütze) bzw. ≥ 4.7 m (Böschung) ansteigen (s. Abb. 8).

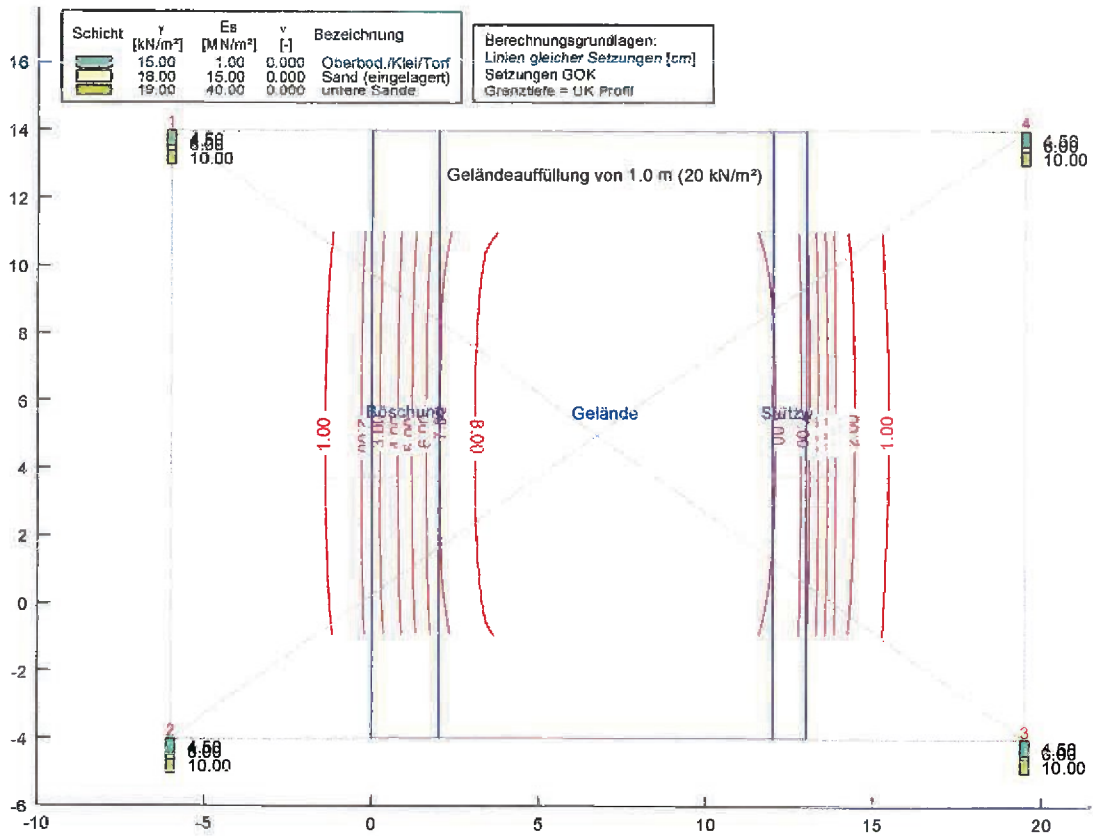


Abb. 6: Mitnahmesetzungen bei 1.0 m Geländeaufhöhung

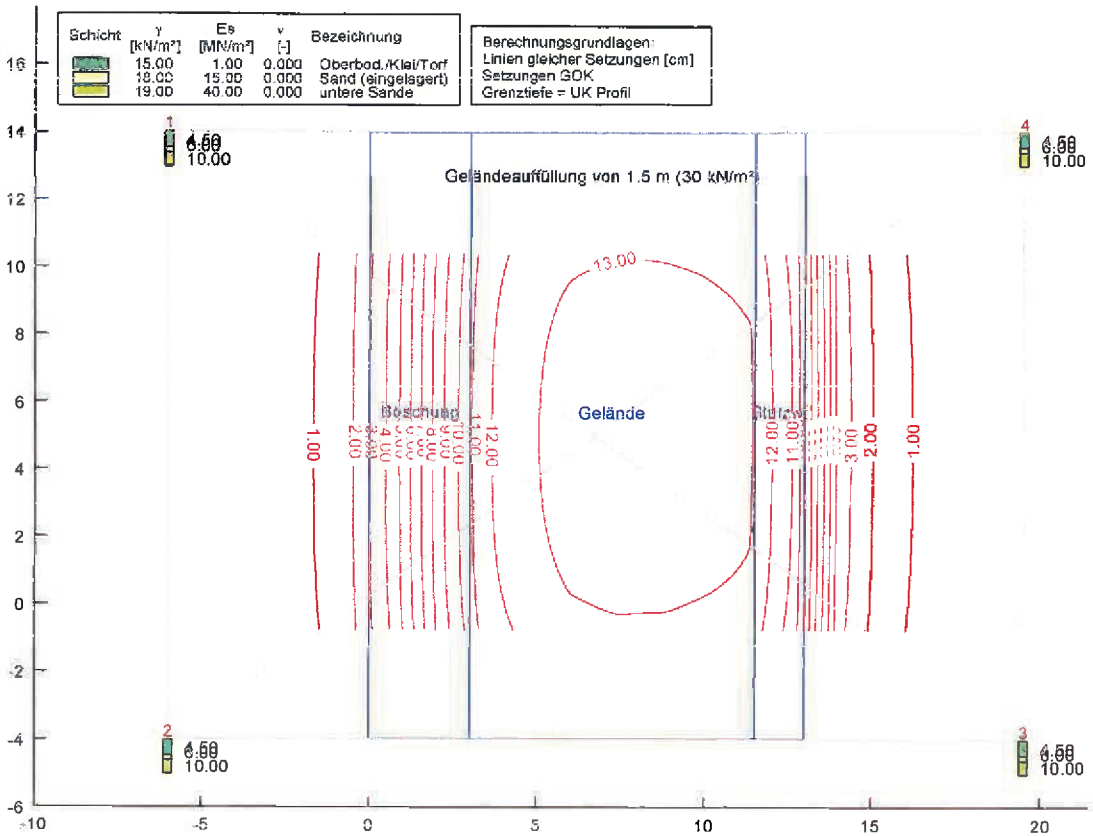


Abb. 7: Mitnahmesetzungen bei 1.5 m Geländeaufhöhung

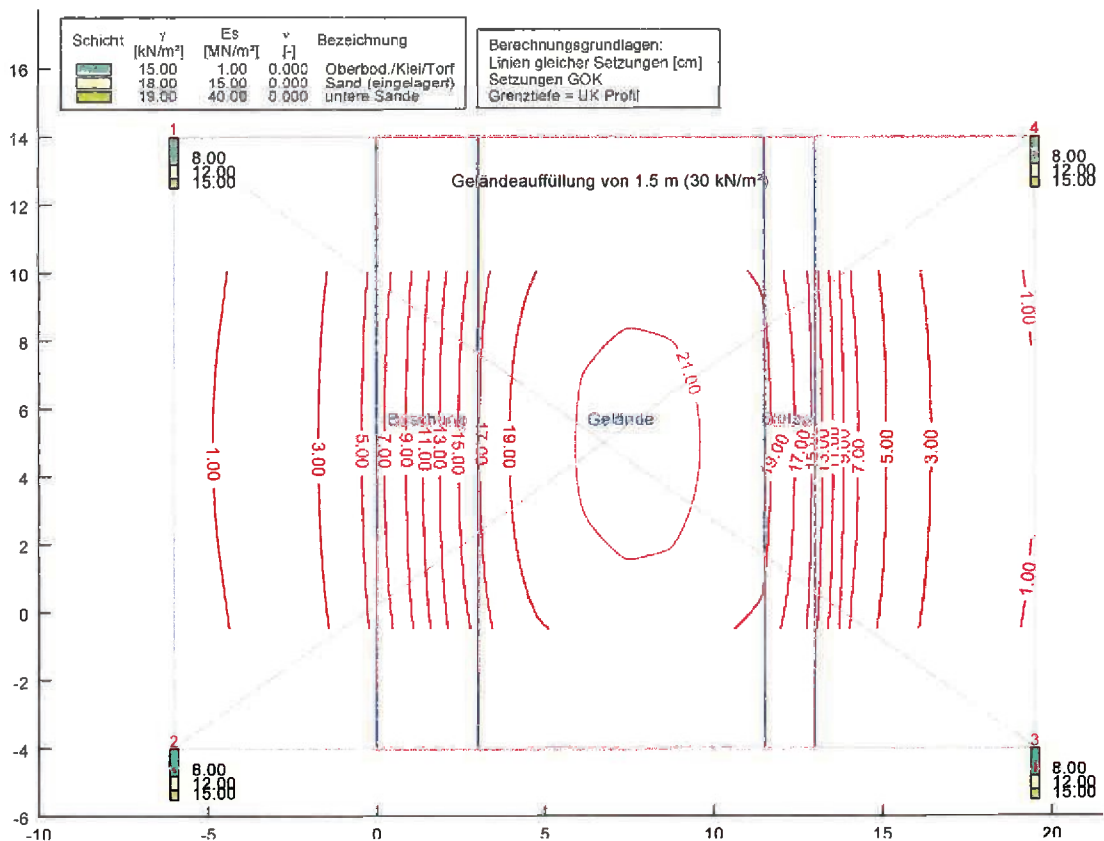


Abb. 8: Mitnahmesetzungen bei ungünst. Verhältnissen ($d = 1.5$ m)

Ungünstige Verhältnisse im Sinne der Berechnungen treten im Baufeld jedoch nur selten auf. Die Verhältnisse sind in Bezug auf die zu erwartenden Setzungen im Lageplan der Anlage 1 farblich markiert:

grün: günstig
gelb: durchschnittlich
rot: ungünstig

Ausgeschaltet werden können Mitnahmesetzungen beispielsweise durch Spundwände bis in die tragfähigen Sande oder reduziert werden, durch tief gegründete Stützkonstruktionen mit Abschirmelementen.

6.6 Zeitsetzungsverhalten

Das Zeitsetzungsverhalten wird insbesondere durch folgende Einflüsse bestimmt:

- Schichtdicke der Weichschichten (1.5 m bis 11.0 m)
- Durchlässigkeit der Weichschichten ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s)
- Zeitlicher Verlauf der Geländeauffüllung
- Entwässerungsmöglichkeiten des Porenwassers
- Anordnung von Vertikaldräns

Das Zeitsetzungsverhalten ist unabhängig der gewählten Dicke der Geländeauffüllung. Die Auffüllungsdicke bestimmt lediglich die Größe der Setzungen.

Zur Abschätzung des Zeitsetzungsverhaltens werden nachfolgend überschlägliche Berechnungen durchgeführt.

Unter Ansatz einer mittleren Schichtstärke organischer Weichschichten von 6.0 m ist, ohne zusätzliche Maßnahmen, davon auszugehen, dass 90 % der Konsolidationssetzungen erst nach rd. 2.5 Jahren abgeschlossen sind (s. Abb. 9). Bei günstigen Verhältnissen, mit nur 2.0 m Kleidicke, reduziert sich die Zeit einer 90 %-igen Konsolidation auf rd. 3.5 Monate (s. Abb. 10). Bei ungünstigen Verhältnissen kann die Konsolidationszeit bis 90% auf bis zu 4 Jahre ansteigen (s. Abb. 11).

Aus o.g. Zusammenhängen empfehlen wir zumindest im Bereich der Verkehrsflächen und in den Hauptleitungstrassen eine Setzungsbeschleunigung mittels Vertikaldräns vorzunehmen und die Straßen und Leitungen so spät als möglich einzubauen.

Eindimensionale Konsolidationstheorie
 Konsolidation, beschleunigt
 Dicke der Schicht = 6,00 m
 Auflast $p = 30,00 \text{ kN/m}^2$
 Steifemodul = $1,00 \text{ MN/m}^2$
 k -Wert = $1,00 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
 $c_v = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
 Schrittweite (Tiefe) = 0,300 m

Zeit (Monate)	U (%)
0,0	0,0
0,5	13,6
1,0	16,3
2,0	27,3
4,0	38,8
6,0	47,2
8,0	54,4
10,0	60,6
12,0	65,0
14,0	70,4
16,0	74,4
18,0	77,8
20,0	80,8
22,0	83,4
24,0	85,8
26,0	87,5
28,0	89,2
30,0	90,7
32,0	91,9
34,0	92,9
36,0	93,8
38,0	94,6
40,0	95,5
42,0	96,4

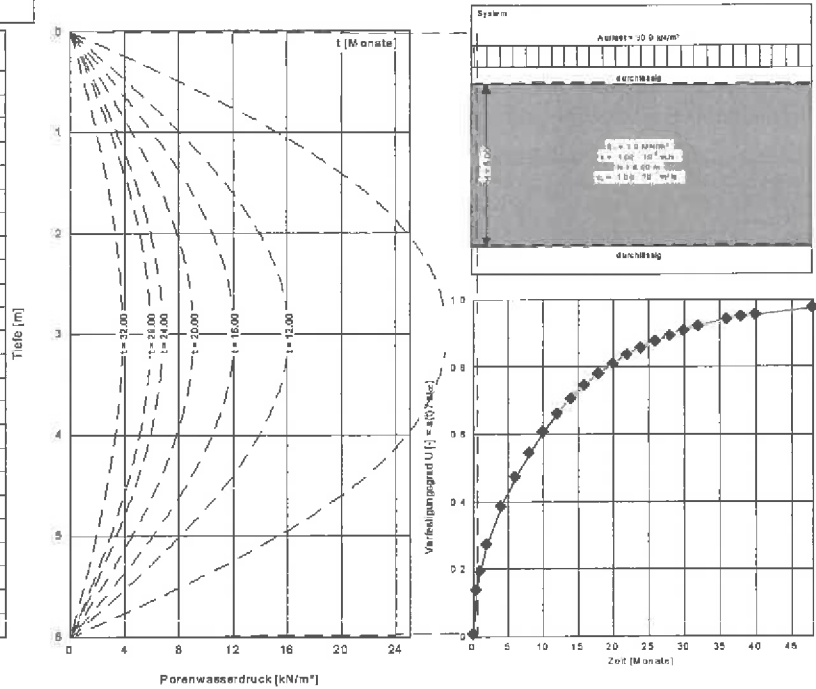


Abb. 9: Zeit-Setzungsverlauf bei 6.0 m Kleidicke

Eindimensionale Konsolidationstheorie
 Konsolidation, beschleunigt
 Dicke der Schicht = 2,00 m
 Auflast $p = 30,00 \text{ kN/m}^2$
 Steifemodul = $1,00 \text{ MN/m}^2$
 k -Wert = $1,00 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$
 $c_v = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
 Schrittweite (Tiefe) = 0,100 m

Zeit (Monate)	U (%)
0,0	0,0
0,2	26,9
0,5	40,9
0,8	50,0
1,0	57,5
1,5	69,4
2,0	77,9
2,5	84,0
3,0	88,4
3,5	91,8
4,0	93,9
4,5	95,0
5,0	95,9
5,5	96,7
6,0	97,3
6,5	97,8
7,0	98,1
7,5	98,3
8,0	98,5
8,5	98,8
9,0	98,9
9,5	99,0
10,0	99,0
11,0	99,3
12,0	99,5
14,0	99,9
16,0	100,0

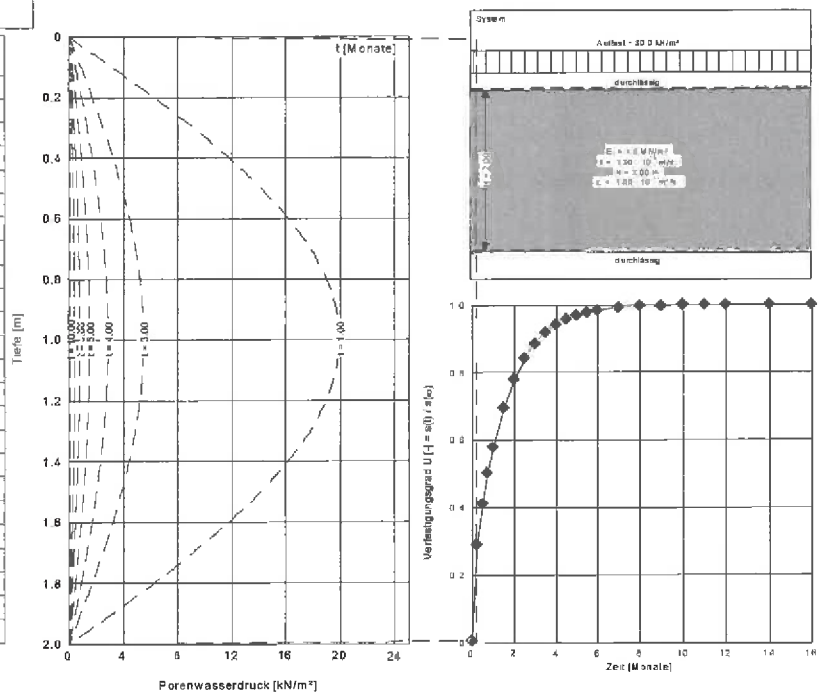


Abb. 10: Zeit-Setzungsverlauf bei 2.0 m Kleidicke

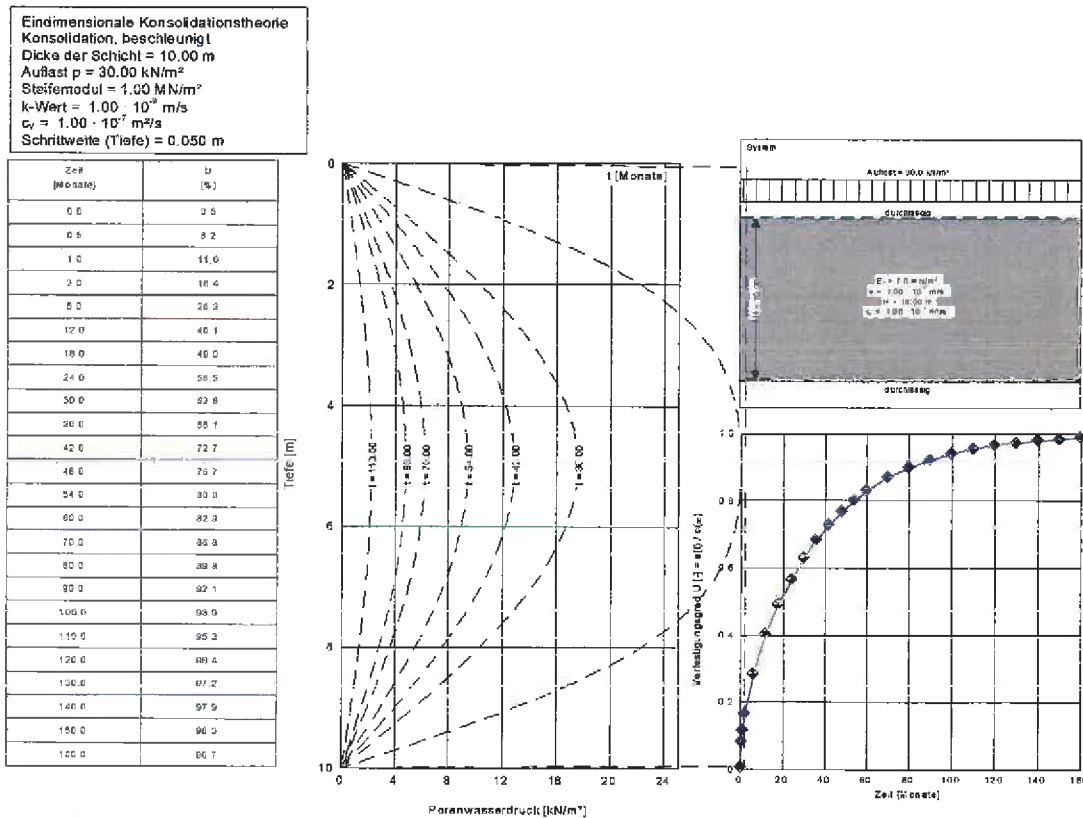


Abb. 11: Zeit-Setzungsverlauf bei 10.0 m Kleidicke

Durch die Anordnung von Vertikaldräns im Abstand von ca. $e \approx 1.5 \text{ m}$ kann die Zeit einer 90 %-igen Konsolidation bei einer mittleren Kleidicke von 6.0 m, wie auch bei ungünstigen Kleidicken von ca. 10.0 m, auf rd. 5 Monate verkürzt werden (s. Abb. 12). Durch eine Reduzierung des Dränabstandes auf $e \approx 1.0 \text{ m}$ verkürzt sich die Konsolidationszeit auf bis zu 2 Monate.

Die Sekundärsetzungen werden durch diese Maßnahme jedoch nicht nennenswert beeinflusst.

6.7 Setzungen von Baukränen

Die Baugrundverhältnisse beeinflussen auch die Standsicherheit von Baukränen. Insbesondere bei großen, schweren Baukränen sowie bei

Eindimensionale Konsolidationstheorie
 Konsolidation, beschleunigt
 System mit Vertikaldränagen
 Dicke der Schicht = 10,00 m
 Auflast $p = 30,00 \text{ kN/m}^2$
 Steifemodul = $1,00 \text{ MN/m}^2$
 $k\text{-Wert} = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$
 $c_v = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
 Dränabstand $d_v = 1,500 \text{ m}$
 Dränradius $r_w = 0,050 \text{ m}$

Zeit [Monate]	U [%]
0,0	0,0
0,5	21,1
1,0	37,0
2,0	61,2
3,0	76,9
4,0	85,0
5,0	89,7
6,0	92,2
7,0	94,4
8,0	96,0
9,0	97,0
10,0	97,6
11,0	98,0
12,0	98,3
13,0	98,5
14,0	98,7
15,0	98,8
16,0	98,9
17,0	99,0
18,0	99,0
19,0	99,0
20,0	99,0
22,0	99,0
24,0	99,0

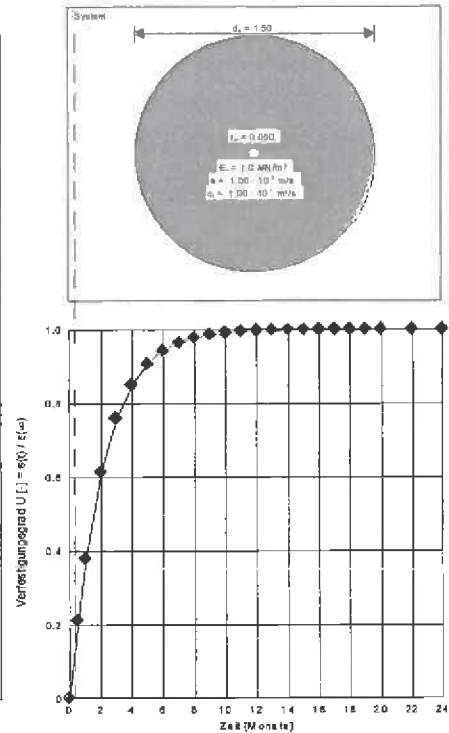
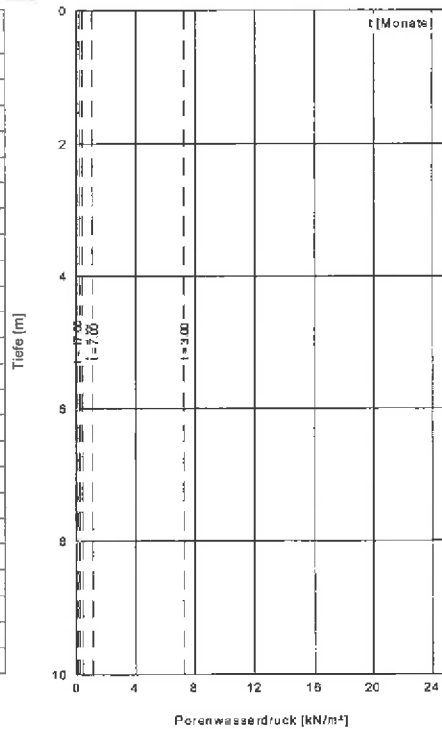


Abb. 12: Zeit-Setzungsverlauf bei 10.0 m Kleidicke mit V-Dräns $e = 1.5 \text{ m}$

Kränen mit einer langen Standzeit, sind bei Flachgründungen Standsicherheitsprobleme und Probleme der Vertikalität zu erwarten, so dass für diese voraussichtlich gesonderte Tiefgründungen erforderlich werden, wenn sie nicht in Fahrstuhlschächten auf der Sohle gegründet werden.

Klein Kräne mit kurzen Standzeiten können ggf. auf dem Sandpolster flach gegründet werden. Hier sind gesonderte Standsicherheitsnachweise für den jeweiligen Kran durchzuführen.

Aus o.g. zusammenhängen eignen sich ggf. auch Mobilkräne für die Errichtung der Gebäude.

7. Gründungsempfehlung und Geotechnische Kategorie

Auf dem Grundstück ist mit organischen Weichschichten von bis zu 12.0 m unter OK Gelände zu rechnen, die setzungsempfindlich sind und für die geplante, viergeschossige Bebauung zu unverträglichen Setzungen und Setzungsunterschieden führen würden. Aus diesem Grund sind für die Gebäude Pfahlgründungen zu planen, die die Lasten in die unter den Weichschichten anstehenden tragfähigen Sande führen. Dies kann auch für Turmdrehkräne oder anderweitige setzungsempfindliche Bauteile gelten.

Ohne eine Flächendränage können Stauwasserstände bis in die Nähe der Geländeoberfläche auftreten (s. Abs. 4). Aus diesem Grund sind besondere Trockenhaltungsmaßnahmen zu ergreifen (s. Abs. 9).

Winkelstützwände, Rohrleitungen u.d.gl. können auf Sandpolstern und Tragschichten flach gegründet werden, wenn die zu erwartenden Geländesetzungen in Kauf genommen werden und keine unzulässigen Mitnahmesetzungen resultieren. Andernfalls sind Bodenverbesserungsmaßnahmen bis hin zu Pfahlgründungen vorzusehen.

Wir empfehlen, im Bereich der Straßen, der Haupttrassen der Ver- und Entsorgungsleitungen und ggf. in gewissen Randbereichen zur Setzungsvorwegnahme einen vorübergehend überhöhten Einbau der Geländeauffüllung in Verbindung mit setzungsbeschleunigenden Maßnahmen (Vertikaldräns). Die Leitungen und Straßen sind dann so spät als möglich herzustellen, um die Restsetzungen zu minimieren. Die resultierenden Restsetzungen und Verformungen der Leitungen und Deckenbeläge müssen dann in Kauf genommen und nötigenfalls saniert werden.

Die Baumaßnahme entspricht einem normalen Schwierigkeitsgrad (GK II).

8. Tiefgründung Wohngebäude

8.1 Pfahlarten

Die gewachsenen Sande unter der organischen Weichschichten weisen ab unterschiedlichen Tiefen eine etwa mitteldichte Lagerung mit Spitzenwiderständen der Drucksonde von i.M. ca. $q_c \approx 10.0 \text{ MN/m}^2$ auf und können daher zum Lastabtrag herangezogen werden. Vereinzelt sind organische Einlagerungen (i.W. Klei) geringer Dicke vorhanden, die sicher durchteuft werden müssen.

Aufgrund der geplanten Plattengründung, ohne Pfahlbalken, treten voraussichtlich charakteristische Beanspruchungen von etwa $E_k = 1000 \text{ kN}$ auf.

Problematisch sind, aufgrund der jungen unvorbelasteten Marschflächen, die weichen und z.T. breiigen Kleischichten, die z.T. undrained Scherfestigkeiten von $c_u \leq 15 \text{ kN/m}^2$ aufweisen und somit bereichsweise unter der Frischbetonaufplast von Ortbetonpfählen verdrängt werden können und es somit zu unzulässigen Aufweitungen des Pfahlquerschnittes und infolge eines unterschiedlichen Abbindeverhaltens in den Sanden ggf. ungünstig zu Pfahlabrissen kommen kann.

Aus diesem Grund empfehlen wir, für Ortbetonpfähle im Bereich der organischen Weichschichten Hüllrohre vorzusehen, die durch eine geeignete Materialwahl ggf. auch die negative Mantelreibung reduzieren.

Aufgrund der relativ kleinen Seelendurchmesser der gängigen Vollverdrängersysteme nach DIN EN 12699 und der zu gewährleistenden Betonüberdeckung würden voraussichtlich zu dünne Pfahlquerschnitte im organischen Horizont entstehen, die nicht für den Abtrag der Pfahllasten geeignet sind. Abhilfe können hier ggf. großformatige

Teilverdrängersysteme (z.B. Ø 62 cm) mit entsprechenden Seelenrohrdurchmessern (ca. 40 cm) oder herkömmliche Bohrpfähle nach DIN EN 1536 schaffen. Bei der Herstellung fällt jedoch Bohrgut an, das entsorgt werden muss und ggf. LAGA-Werten von $\geq Z 1.2$ zuzuordnen ist. Durch den reduzierten Pfahlquerschnitt ist insbesondere bei Teilverdrängungsbohrpfählen von einer geringeren negativen Mantelreibung bei gleichzeitiger hoher Tragwirkung in den unteren Sanden mit dem unreduzierten Pfahlquerschnitt auszugehen.

Die Ausführung von Bohrpfählen mit Hüllrohren ist jedoch zeitintensiv und bedarf ggf. zusätzlicher Geräte, um den Fertigstellungstermin zu gewährleisten. Dafür können sie erschütterungs- und geräuscharm hergestellt werden.

Aus geotechnischer Sicht und mit Blick auf die begrenzte Ausführungszeit eignen sich insbesondere Fertigpfähle, deren Integrität nicht durch die anstehenden Weichschichten gefährdet wird und die zudem mit großer Geschwindigkeit hergestellt werden können. Fertigpfähle werden i.d.R. jedoch gerammt. Dies verursacht Erschütterungen und Lärm, was mit Blick auf die angrenzende Bebauung problematisch sein könnte. Zwar handelt es sich weitestgehend um Kleingärten und nur wenige massive Gebäude, jedoch können sich Schwingungen über das organische Weichschichtpaket im Grundwasser gut ausbreiten. Auch die Schallemissionen können bei Wohn- und Mischgebieten insbesondere bei einem gleichzeitigen Wirken mehrerer Rammen unzulässige Werte ergeben.

Rammpfähle nach DIN EN 12699 empfehlen wir aus o.g. Gründen nur zu wählen, wenn durch einen externen Sachverständigen für Schall- und Schwingungsemissionen im Vorwege sichergestellt werden kann, dass die Arbeiten nicht abgebrochen werden müssen und baubegleitende Erschütterungs- und Schallpegelmessungen durchgeführt werden.

Grundsätzlich erfordern Ramppfähle hier die sensible Beteiligung/Information der Nachbarn, bestenfalls durch einen Sachverständigen.

8.2 Tragfähiger Baugrund

Als tragfähiger Baugrund im Sinne der DIN-Normen für Pfahlgründungen sind mindestens mitteldicht gelagerte Sande zu betrachten, in denen Spitzendrücke $q_c \geq 10 \text{ MN/m}^2$ gemessen werden.

Entsprechende Sande stehen bereits i.d.R. ab Tiefen zwischen -5.5 mNN bis -12.6 mNN, i.M. bei -9.0 mNN an. Örtlich beginnen bereits höher tragfähige Sandschichten, die jedoch tiefer gelegene Kleieinlagerungen oder deutliche Rückgänge in der Lagerungsdichte verzeichnen. Für die Aufschlüsse DS B9, DS C8, DS F7 und DS G3 sind aufgrund fehlender, jedoch möglicher Kleieinlagerungen Mindestabsetztiefen zwischen -9.0 mNN und -10.2 mNN (i.M. bei -9.7 mNN) eingeführt worden. Die Oberfläche des tragfähigen Baugrundes ist für jeden Aufschluss aus der Tabelle auf Anlage 25 zu entnehmen sowie im Lageplan der Anlage 1 und den zugehörigen Sondierdiagrammen auf den Anlagen 2 bis 14 eingetragen.

Im Sinne einer wirtschaftlichen Gründung können die holozänen, reinen Sande mit mitteldichter Lagerung über dünnen organischen Einlagerungen ($d < 0.5 \text{ m}$) mit zum Lastabtrag herangezogen werden. Die Absetztiefe der Pfähle soll jedoch planmäßig mindestens 2.5 m unter den festgestellten Einlagerungen liegen. Es können die unteren Mantelreibungswerte der EA-Pfähle für einen Sondierwiderstand der Drucksonde von $q_c = 7.5 \text{ MN/m}^2$ in Ansatz gebracht werden.

Die Festlegung von Herstellungskriterien für den jeweiligen Pfahltyp, sollte zu Beginn der Pfahlherstellung in Abstimmung mit unserem Büro erfolgen.

8.3 Hindernisse im Baugrund

Die gewachsenen Sande, insbesondere die pleistozänen Sande im tragfähigen Baugrund, können Steine und Geröllschichten sowie ggf. auch Findlinge enthalten, welche die Einbringung von Pfählen beeinträchtigen und zu Schäden an Pfählen bzw. zum Abbruch des Herstellungsprozesses führen.

8.4 Zulässige Pfahlbelastungen

Allgemeines

Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit von Pfählen kann von der ausführenden Firma in Absprache mit unserem Büro anhand von Probelastungsergebnissen des gleichen Pfahltyps in vergleichbaren Baugrundverhältnissen erbracht werden. Alternativ können zur rechnerischen Ermittlung der erforderlichen Pfahllängen die mittleren charakteristischen Pfahlwiderstände im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Pfahlspitzendruck und Pfahlmantelreibung bei Grenzsetzung s_g) nach den Empfehlungen der Arbeitskreises Pfähle (EA-Pfähle) in Ansatz gebracht werden. Für Mantelreibungswerte in Sanden über dünnen Kleieinlagerungen sind die unteren Werte in Ansatz zu bringen.

Die 2. Auflage der EA-Pfähle beruht auf den Festlegungen des Handbuchs EC 7-1 - Geotechnische Bemessung (DIN EN 1997-1). Somit sind bei Anwendung der aktuellen Ausgabe im Grenzzustand der Tragfähigkeit auch die Teilsicherheitsbeiwerte GEO-2 zu verwenden (ehemals GZ 1B). In dem Zusammenhang sind dann auch bei der Festlegung von Prüflasten bei statischen bzw. dynamischen Pfahlprobelastungen die neuen Regelungen in Bezug auf die Streuungsfaktoren zu beachten oder es ist im Vorwege Einigung mit der statischen Prüfstelle über den Ansatz von Streuungsfaktoren zu erzielen.

Ansatzwerte nach EA-Pfähle

Im Folgenden werden die mittleren Ansatzwerte der EA-Pfähle für die Ermittlung der erforderlichen Pfahllängen für Bohr- und Teilverdrängungsbohrpfähle nach DIN EN 1536 sowie für Stahlbetonfertigrammpfähle nach DIN EN 12699 für einen mittleren Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_c = 10 \text{ MN/m}^2$ und $q_c = 15 \text{ MN/m}^2$ ($q_c = 7.5 \text{ MN/m}^2$ für obere reine Sande über nur dünnen Kleieinlagerungen, bei Verwendung von Hüllrohren in Abhängigkeit des Materials ggf. stark abzumindern) angegeben.

Spitzenwiderstand der Drucksonde $q_c \text{ [MN/m}^2\text{]}$	Bruchwert der Pfahlmantelreibung $\text{[kN/m}^2\text{]}$
7.5	abhängig vom Hüllrohr
10	85
15	125

Tab 8: Ansatzwerte zur Ermittlung der charakteristischen Pfahlmantelreibung von Bohrpfählen aus Stahlbeton

Bezogene Pfahlkopfsetzung s/D_s bzw. s/D_b	Pfahlspitzendruck $\text{[kN/m}^2\text{]}^*$ bei einem mittleren Spitzenwiderstand q_c der Drucksonde	
	10 $\text{[MN/m}^2\text{]}$	15 $\text{[MN/m}^2\text{]}$
0.02	850	1250
0.03	1100	1600
0.10 (= s_g)	2500	3500

* Absetztiefen gem. Anl. 1 bzw. Anl. 25

Tab 9: Ansatzwerte zur Ermittlung des charakteristischen Pfahlspitzenwiderstands von Bohrpfählen aus Stahlbeton

Bohrpfähle empfehlen wir so zu bemessen, dass unter den charakteristischen Lasten rechnerische Pfahlsetzungen von $s \leq 1.0 \text{ cm}$ resultieren.

Wenn eine Bodenverdrängung von $> 30\%$ des Schaftvolumens erzielt wird, können in Abstimmung mit der Prüfstelle für Baustatik für Teilverdrängungsbohrpfähle (oder Schneckenbohrpfahl) bei der Ermittlung der Mantelreibung für Bohrspfähle nach der EA-Pfähle Erhöhungsfaktoren von $f = 1.15$ bis 1.20 in Ansatz gebracht werden. Davon ist auszugehen, wenn das Verhältnis des Innendurchmessers D_i zum Außendurchmesser D_A der Bohrschnecke $D_i/D_A \geq 0.6$ beträgt.

Spitzenwiderstand Drucksonde q_c [MN/m ²]	Mantelreibung im tragf. Baugrund $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Spitzen- druck* $q_{b,k}$ [kN/m ²]
7.5	30**	--
10	70	6500
15	110	9000

* Absetztiefen gem. Anl. 1 bzw. Anl. 25

** in oberen reinen Sanden über nur dünnen Einlagerungen

Tab. 10: Ansatzwerte zur Ermittlung der charakteristischen Grenztragfähigkeit von Fertiggrammpfählen aus Stahlbeton

Für quadratische Fertiggrammpfähle errechnet sich der äquivalente Pfahldurchmesser mit $D_{eq} = 1.13 \times a_s$ (a_s = Seitenlänge).

Als Nennweite für die Bemessung ist für die Ermittlung des Spitzenwiderstandes der volle Fußquerschnitt und für die Ermittlung des Mantelreibungswiderstandes die abgewickelte Mantelfläche in Ansatz zu bringen.

8.5 Horizontalbelastungen

Wenn Horizontalkräfte über Pfahlbiegung in den Baugrund eingeleitet werden sollen, können die damit verbundene Pfahlbeanspruchung und -verformung näherungsweise nach der Bettungsmodultheorie mit den Ansatzwerten der Tabelle 11 berechnet werden. Die Bettungsmoduln

wurden unter Berücksichtigung der in Tab. 3 angegebenen Steifefzahlen nach DIN 1054 ermittelt. Für alle Schichten kann der Bettungsmodul vereinfacht als konstant angenommen werden.

Bodenart	Bettungsmodul $k_{s,k}$ [MN/m ³]
Auffüllung, sandig	40/D _s
Ob./Klei/Torf	1/D _s
Sandeinlagerungen	15/D _s
Sande	40/D _s

D_s = Durchmesser des Pfahles in m

Tab. 11: Bettungsmoduln

Die Pfahlneigung sollte $\geq 10:1$ sein, wenn Horizontallasten über Bettung abgetragen werden.

8.6 Negative Mantelreibung

Für das Gelände sind großflächige Sandauffüllungen geplant, die im Bereich der Häuser voraussichtlich keine setzungsbeschleunigenden Maßnahmen (Vertikaldräns) erhalten, aber auch dann voraussichtlich vor dem Abklingen der Primärsetzungen jedoch mit Sicherheit noch vor dem Abklingen der Sekundärsetzungen hergestellt werden. Aus diesem Grund ist für die Pfähle negative Mantelreibung ($\tau_{n,k}$) zu berücksichtigen, die als ständige Einwirkung bis zur Oberfläche der tragfähigen Sande (i.M. ca. -6.0 mNN, Neutraler Punkt) in Ansatz zu bringen ist.

Folgende Ansatzwerte sind für eine vereinfachte Berechnung der negativen Mantelreibung in Anlehnung an Abschnitt 4.4 der EA - Pfähle für die einzelnen Bodenarten ab UK Sohlplatte als konstanter Wert in Ansatz zu bringen:

Bodenart	Negative Mantel- reibung $\tau_{n,k}$ (kN/m ²)
Sandauffüllung	30
Oberboden, Torf, Klei mit Sandeinlagerungen	20

Tab. 12: Ansatzwerte der negativen Mantelreibung

8.7 Kontrollprüfungen für Ortbetonpfähle

Zum Qualitätsnachweis sind folgende Kontrollen bei der Pfahlherstellung zu beachten:

Die Lage des Bewehrungskorbes ist bei Beginn des Ziehens zu kontrollieren, ebenso das Absacken des Betonspiegels.

Der Betonspiegel im Rohr soll nicht nennenswert unter OK Bohrebene absacken, da sonst die Gefahr von Pfahleinschnürungen bestehen kann.

Das Bohrrohr ist mit konstanter Geschwindigkeit zu ziehen bzw. herauszudrehen. Wir empfehlen, Sackmaßkontrollen sowohl in verschiedenen Tiefen als auch nach Herstellende durchzuführen. Sie sind ein wichtiges Hilfsmittel zur Kontrolle des Pfahldurchmessers.

8.8 Pfahlprüfungen

Probebelastungen

Für den Nachweis der Tragfähigkeit der Pfähle empfehlen wir, mit Blick auf die große Anzahl der Pfähle im Baufeld, je Pfahltyp

frühzeitig dynamische und/oder statische Pfahlprüfungen durchführen zu lassen, um die Pfahllängen ggf. optimieren zu können. Die Standorte der Probepfähle (Bauwerkspfähle) können nach Vorlage des Pfahlplanes von uns mit dem Pfahlhersteller abgestimmt werden.

Wegen der Zunahme der Pfahltragfähigkeit beim "Anwachsen" im Boden soll zwischen der Herstellung und der dynamischen Pfahlprüfung ein Zeitraum von mindestens 3 Wochen liegen. Für die Durchführung der Prüfungen ist ein Freifallgewicht von $G = 50 \text{ kN}$ erforderlich. Bei Rammpfählen kann der vorhandene Bär verwendet werden.

Die Auswertung der Messungen hat nach dem CAPWAP-Verfahren zu erfolgen. Beim Nachweis der zulässigen Belastung ist der Traglastanteil im nicht tragfähigen Baugrund vom Gesamtwiderstand abzuziehen.

Für statische Prüfungen sind ggf. Reaktionspfähle erforderlich, die i.d.R. zusätzlich gebohrt werden müssen.

Die Anzahl der Pfahlprüfungen hat Einfluss auf die Größe des in Ansatz zu bringenden Streufaktors ξ . Dieser ist bei der Festlegung der Anzahl an Belastungsversuchen und ggf. bereits bei der Bemessung zu berücksichtigen. Eine zu geringe Anzahl an Probebelastungen kann zu unwirtschaftlichen Pfahllängen führen. Im Falle geplanter Probebelastungen sollte mit der Prüfstelle für Baustatik ABH 3 im Vorwege über die bei der Auswertung in Ansatz zu bringenden Steuereffektoren gesprochen werden.

Integritätsprüfungen

Es ist ein Verfahren zur Überprüfung der Unversehrtheit des Pfahles (Qualitätssicherung). Im Allgemeinen sind an mindestens 10 % der Gesamtzahl der Pfähle Integritätsprüfungen zur Eigenüberwachung

durchzuführen. Werden Schäden an den Pfählen bzw. ungenügende Pfahllängen ermittelt, ist der Prüfungsumfang zu erweitern.

Ebenfalls ist der Prüfungsumfang bereits planmäßig von Beginn an zu erweitern, wenn Ortbetonpfähle ohne Hüllrohre erstellt werden sollen.

8.9 Pfahlsetzungen

Bei vollständiger Ausnutzung der zulässigen Belastung von Fertigrampfpfählen ist mit Pfahlsetzungen von $s \leq 1.0$ cm zu rechnen.

Bohrpfähle sind so zu bemessen, dass die Setzungen unter den charakteristischen Lasten $s \leq 1.0$ cm betragen.

Entsprechende Setzungen können von der geplanten Wohnbebauung schadlos aufgenommen werden.

8.10 Besondere Hinweise

Pfahlabtreppungen

Benachbarte Pfähle unterschiedlicher Tiefenlage sind unter einer Neigung von 1:2 (vert.:horiz.) gegeneinander abzutreppen.

Herstellungsprotokolle

Von sämtlichen Pfählen sind Herstellungsprotokolle anzufertigen und zur Prüfung vorzulegen.

Anhand der Herstellungsdaten ist bei der Ausführung u.a. zu überprüfen, dass kein nennenswerter Abfall des Betriebsdruckes (Teilverdrängungsbohrpfahl) bzw. der Eindringung auf den Endhitzen (Rampfahl) zu verzeichnen sind, sonst sind die Pfähle zu verlängern.

Wir empfehlen zu Beginn der Baumaßnahme Herstellungskriterien in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter festzulegen.

9. Trockenhaltung der Gebäude

In der Geländeauffüllung können, sofern keine planmäßige Flächendränage vorgesehen wird, Stauwasserstände bis zur zukünftigen Geländeoberkante auftreten. In Abhängigkeit des Dränagesystems kann der Bemessungswasserstand reduziert werden.

Für die Gebäude sind tief gegründete ca. 40 cm dicke Stahlbetonsohlplatten geplant, die, sofern keine Flächendränage vorgesehen wird, nach den Beanspruchungsklasse BK 1 (drückendes Wasser) auszulegen sind. Wird der Stauwasseranstieg sicher begrenzt, kann auch die Beanspruchung Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser (BK 2 gem. WU-Richtlinie) in Ansatz gebracht werden. Die Bauwerkshinterfüllung, die Tragschicht/Bohrebene sowie die Sandauffüllung müssen dann aus stark durchlässigem ($k \geq 1 \times 10^{-4}$ m/s) bestehen.

Sohlen deren Oberfläche ≥ 10 cm über dem Gelände angeordnet werden, können unabhängig von der Flächendränage auch mit einer bituminösen Abdichtung nach DIN 18195, Teil 4 versehen werden.

Unterirdische Bauteile (z.B. Unterfahren / Pumpensümpfe, etc.) sind gegen drückendes Wasser (BK1 bzw. 18195, Teil 6) abzudichten.

10. Verkehrsflächen

10.1 Allgemeines

Für die Bearbeitung wird von einer Verkehrsflächenhöhe auf ca. +1.5 mNN ausgegangen. Unter dem Oberbau sind danach schluffarme Sandauffüllungen (F1-geeignet) von ≥ 1.0 m Dicke vorhanden.

Durch die Geländeauffüllung ergeben sich zwangsläufig Setzungen die im Vorwege lediglich mit Vertikaldräns deutlich reduziert werden können. Sekundärsetzungen können auch nach Jahren noch auftreten und zu Verformungen im Deckenbelag führen.

Vor dem Aufbringen der Tragschichten sind sandige Aushubebenen mit einem schweren Oberflächenrüttler oder einer Rüttelwalze in mindestens 5 Übergängen zu verdichten.

Aus den Verkehrsbelastungen können sich unter Ansatz einer gleichmäßigen Flächenlast von ca. 10 kN/m^2 langfristig (bei Setzungsbeschleunigern / V-Dräns auch kurzfristig) Geländesetzungen von $1.0 \text{ cm} \leq s \leq 7.5 \text{ cm}$, i.M = 4.5 cm ergeben (s. Anlage 25). Wir empfehlen durch einen überhöhten Einbau von Baustraßen im Verkehrswegebereich Setzungen bestmöglich vorweg zu nehmen.

10.2 F1-Schicht

Sande mit einem Schluffanteil von $< 5 \text{ Gew.-%}$ erfüllen die Kriterien eines Frostschutzmaterials (F1). Das Sandmaterial ist vor der Verdichtung ausreichend, ggf. mehrfach zu wässern und mit einer Vibrationswalze (niedrige Frequenz) in mindestens fünf Übergängen zu verdichten. Entsprechende Aushubsande können als F1-Material verwendet werden.

10.3 Tragschicht

Als Schottertragschicht ist ein frostsicherer RC-Schotter oder Naturschotter für Tragschichten gemäß den in der ZTV SoB-StB angegebenen Sieblinienbereichen 0/32 oder 0/45 und gemäß den Technischen Lieferbedingungen TL SoB-StB einzubauen. Wird eine hydraulisch gebundene Tragschicht geplant, so sollte keine MV-Schlacke verwendet werden.

Werden Recycling-Materialien angeboten, dürfen sie nur entsprechend den technischen Regeln der LAGA eingebaut werden. Entsprechende Zertifikate bzw. behördliche Nachweise, aus denen die Einbauklasse gem. LAGA hervorgeht, sind vor dem Einbau durch den Lieferanten vorzulegen. Aufgrund der regulierten Wasserstände im Gelände darf der höchste zu erwartenden Wasserstand zu +1.0 mNN angesetzt werden.

Besondere Grundstücksauflagen der BUE, z.B. hinsichtlich des Einbaus von MV-Schlacke, sind vom Lieferanten zu beachten.

10.4 Verdichtungsanforderungen

Die Verdichtungsanforderungen sind durch einen Verkehrsflächenplaner in Anhängigkeit der Belastungsklassen und des Verkehrsflächenaufbaus vorzugeben. Auf dem Sandplanum in ca. 1.0 m bis 1.2 m Höhe können bei optimaler Verdichtung und Sandqualität Verformungsmoduln von $80 \text{ MN/m}^2 \leq E_{v2} \leq 120 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden.

10.5 Kontrollprüfungen

Anzahl und Lage der Prüfstellen sind so auf den Bauablauf abzustimmen, wie es zur Prüfung einer gleichmäßigen und ausreichenden Verdichtung notwendig ist. Gemäß ZTV T-StB ist folgender Mindestprüfungsumfang für Kontrollprüfungen vorzusehen:

- Korngrößenverteilung der Baustoffgemische je nach Erfordernis, mindestens jedoch alle 5000 t
- Verdichtungsgrad je nach Erfordernis, jedoch mindestens je angefangene 6000 m² Tragschicht, in kommunalen Straßenbau sind die Umfänge zu reduzieren.
- Verformungsmodul je nach Erfordernis
- Profilgerechte Lage in Abständen von <50 m
- Ebenheit je nach Erfordernis
- Einbaudicke oder Einbaugewicht

Zur Durchführung der Plattendruckversuche ist als Gegengewicht ein geeigneter Lastwagen mit 100 kN Achslast durch die ausführende Erdbaufirma zu stellen. Für Dichtebestimmungen sind im Vorwege Proctorkurven zu ermitteln. Kontrollprüfungen können durch unser Büro vorgenommen werden.

10.6 Leitungen

Im Randbereich von pfahlgegründeten Bauwerken sind bei der Einführung von Ver- und Entsorgungsleitungen Setzungen von $s = 50$ cm zu beachten, sofern keine V-Dräns eingebaut wurden.

Ver- und Entsorgungsleitungen sind an die tief gegründeten Sohlen anzuhängen oder in speziellen Kanälen zu verlegen.

Die Bodenüberdeckung von Rohrtrassen in Verkehrsflächen soll ≥ 0.8 m betragen.

Bindiger Bodenaushub aus Leitungsgräben sollte bei der Wiederverfüllung durch reine Sande ersetzt werden.

Die Verdichtung der **Grabenverfüllungen** von Ver- und Entsorgungsleitungen ist bei Aushubtiefen ≥ 1.0 m mit der leichten Rammsonde DPL-5 (DIN 4094-3:2002-01) zu kontrollieren. Unterhalb der oberen Störzone von ca. 40 cm Tiefe sollen die Schlagzahlen je 10 cm Eindringung $N_{10 \text{ i.M.}} \geq 10$, mindestens aber $N_{10} = 7$ betragen. Wenn die geforderten Werte nicht erreicht werden, ist der betreffende Bereich nachzuverdichten oder teilweise auszuräumen und nochmals lagenweise aufzufüllen und zu verdichten.

Unter Leitungen und Schächten sind je nach Objekt Sandpolster von ca. 50 cm Dicke (± 20 cm) vorzusehen.

11. Hinweise zu den Erdarbeiten

Geländeauffüllung

Zur Herrichtung des Geländes empfehlen wir nach der Rodung, wenn der obere Bodenhorizont nicht ausgebaut wird, diesen bei Trockenwetter mittels Glattmantelwalzen statisch zu planieren.

Die vorhandenen Entwässerungsgräben sind von Pflanzenresten und Sedimenten zu räumen, erhaltungspflichtige Gräben sind zu verrohren (z.B. am Mittleren Landweg).

Zur Vermeidung von Ausblutungen von Stauwasserständen in Randbereichen und zur Drainage der Fläche kann es sinnvoll sein, neue Gräben, ggf. versehen mit reversierbaren Dränrohren, anzuordnen.

Vor der Geländeauffüllung ist ein Trennvlies auf dem anstehenden bindigen Erdreich auszulegen.

Die Geländeauffüllung soll aus schluffarmen Sanden (Schluffanteil ≤ 5 Gew.-%) bestehen. Sie ist lagenweise, abgestimmt auf das Verdichtungsgerät, in mindestens mitteldichter Lagerung einzubauen. Zur Prüfung der ausreichenden Verdichtung ist ein Prüfverfahren festzulegen, das ein getreues Bild über die Gleichmäßigkeit der Verdichtung und des Verformungsverhaltens, d.h. über Mittelwert und Streuung der Ergebnisse liefert. Folgende Prüfmethode stehen Grundsätzlich zur Auswahl:

- M1: Vorgehensweise gemäß statischem Prüfplan
- M2: Vorgehensweise bei Anwendung flächendeckender dynamischer Messverfahren
- M3: Vorgehensweise zur Überwachung des Arbeitsverfahrens

Der Vergleich der Ergebnisse der Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen setzt voraus, dass sowohl die gleichen Prüfmethode, als auch die gleichen Prüfverfahren zur Anwendung kommen.

Die Methode ist in der Leistungsbeschreibung festzulegen oder spätestens vor Beginn der Prüfungen zu vereinbaren. Sie kann auch als Sonderangebot seitens des Bieters eingebracht werden.

Zum Nachweis der Verdichtung eignen sich:

- Statische Plattendruckversuche nach DIN 18134
- Dynamische Plattendruckversuche nach TP BF-Stb Teil B 8.3
- Rammsondierungen nach DIN 4094 (DPL-5)
- Dichtebestimmungen nach DIN 18125
- flächendeckende dynamische Verdichtungskontrolle (FDVK)

Aufgrund des gering tragfähigen Untergrunds werden sich die Werte der Verdichtungsprüfungen i.d.R. in den oberen Auffüllungshorizonten verbessern.

Grundsätzlich ist eine mindestens mitteldichte Lagerung der Sande anzustreben. Folgende Verdichtungskriterien können herangezogen werden:

Der Verformungsmodul von statischen Plattendruckversuchen soll von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf Werte von ca. $E_{V2} \approx 100 \text{ MN/m}^2$ ansteigen. Der Verhältniswert soll sich entsprechend von $E_{V2}/E_{V2} \leq 2.6$ auf $E_{V2}/E_{V2} \leq 2.3$ verringern.

Der Verformungsmodul von statischen Plattendruckversuchen soll von $E_{Vd} \geq 20 \text{ MN/m}^2$ auf Werte von ca. $E_{V2} \approx 50 \text{ MN/m}^2$ ansteigen.

Die Schlagzahlen der leichten Rammsonde sollten Werte von im Mittel $N_{10} = 10$, Kleinstwerte nicht unter $N_{10} = 7$ betragen.

Unter der Annahme des Sandeinbaus in insgesamt drei bis vier Lagen, soll die Proctordichte der Sande in der untersten Lage mindestens $D_{Pr} \geq 95 \%$ erreichen. Die zweite Lage soll $D_{Pr} \geq 97 \%$ aufweisen, die oberen Lagen $D_{Pr} \geq 100 \%$.

Schwingungen / Beweissicherung

Der anstehende, wassergesättigte Kleihorizont neigt dazu, Schwingungen durch den Baustellenverkehr weiter zu tragen. Hierdurch können auch bei Bauwerken in der Umgebung Erschütterungen hervorgerufen werden, die u.U. zu Schäden an benachbarten Bauwerken führen können. Diese Schwingungen können sich durch eine unkontrollierte Arbeitsweise ggf. gegenseitig beeinflussen und ungünstig überlagern.

Wir empfehlen, auch im Hinblick auf die ggf. im Fokus der Allgemeinheit stehenden Baumaßnahme, bereits im Zuge der Planung einen Sachverständigen für Erschütterungs- und Schallpegelmessungen hinzuzuziehen, um Fragen der zulässigen Frequentierung etc. beantworten zu können.

Durch diesen Sachverständigen sind auch die vorzuschendenden Beweissicherungsmaßnahmen festzulegen. Neben den üblichen Lage- und Höhenmessungen sowie Sichtprüfungen an Gebäuden, Verkehrswegen und Leitungen sind baubegleitend auch, insbesondere auch bei Verwendung von Rammpfählen, erschütterungs- und Schallpegelmessungen vorzusehen, um ggf. auf Beschwerden adäquat reagieren zu können.

Baugrubensicherung

Baugrubensicherungen werden im Zuge der Erdarbeiten insbesondere für die Herstellung der Ver- und Entsorgungsleitungen sowie für deren Schächte erforderlich. Der Baugrubenaushub kann mit einer Böschungsneigung von 45° gem. DIN 4124 durchgeführt werden. Bei Baugrubentiefen von $t \geq 1.75$ m oder beim Anfall von Stauwasser sind die Baugruben nach DIN 4124 zu verbauen. In der Regel eignen sich ein waagerechter Normverbau oder Stahltafeln (Krinks-Verbau).

Wasserhaltungen

Die Schachtgruben und Leitungsgräben liegen zum Teil in Höhe möglicher Stauwasserstände. Tief liegende Leitungsabschnitte können auch in den Grundwasserhorizont einbinden. Bei der Durchführung von Erdarbeiten sind daher Wasserhaltungsmaßnahmen mit geringen Absenkungstiefen einzuplanen.

Es eignen sich offene Wasserhaltungen. Bei starkem Wasserandrang können Kleinfiltervakuumbrunnen kurzfristig zum Einsatz kommen. Entlang langer und tiefer Haltungen können auch Horizontalvakuumdräns in verkiesten Schlitzsen sinnvoll sein.

Die größeren Stauwasserabsenkungen und die Einleitung des geförderten Wassers in die Kanalisation bzw. den Bahnverbindungsgraben sind genehmigungspflichtig. Die Beantragung der Genehmigungen kann im Namen des Bauherrn durch unser Büro erfolgen. Dafür sind Wasseranalysen (Einleitung) erforderlich. Im Hinblick auf die organischen Einlagerungen ist von einer Wasserqualität auszugehen, die ggf. nicht den Einleitgrenzwerten für das Regenwassersielnetz genügen.

Umwelttechnische Hinweise

Aus umwelttechnischer Sicht sind für die Wiederverwendung und den Einbau von Bodenaushub die 'Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen' der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) zu beachten.

Werden Recycling-Materialien angeboten, dürfen sie nur entsprechend den Technischen Regeln der LAGA eingebaut werden. Entsprechende Zertifikate bzw. behördliche Nachweise, aus denen die Einbauklasse gem. LAGA hervorgeht, sind vor dem Einbau durch den Lieferanten vorzulegen. Ob der Einbau von Materialien mit Zuordnungswerten > Z 0 gem. LAGA seitens des Bauherrn und den Behörden gestattet ist, muss vor Baubeginn geprüft werden.

12. Zusammenfassung

Die Planungsgesellschaft Holzbau plant im Bahndreieck am Mittleren Landweg den Neubau von rd. 850 Sozialwohnungen in rd. 20 Wohnblöcken.

Bei den Wohnblöcken handelt es sich um nicht unterkellerte, viergeschossige Mehrfamilienwohnhäuser in unterschiedlicher Anordnung und Größe, die in Massivbauweise mit Stahlbetondecken und Mauerwerkswänden errichtet werden.

Im Vorwege der geplanten Bebauung ist die vorhandene rd. 8 ha große Fläche aufzufüllen und zu erschließen. Wir empfehlen eine Auffüllung um etwa 1.5 m auf +1.5 mNN. Es handelt sich um eine vormals nur landwirtschaftlich genutzte Marschfläche, in der ab der Geländeoberfläche zunächst nur gering tragfähige Oberböden und organische Weichschichten anstehen. Daher sind für die Gebäude Tiefgründungen auszuführen und Gassicherungsmaßnahmen vorzusehen. Das Liegende bilden tragfähige Sande, deren Oberfläche im Mittel bei -6.0 mNN ansteht und ab i.M. -9.0 mNN ausreichend tragfähig für die Aufnahme von Pfahllasten ist.

Aufgrund der z.T. nur weichen bis breiigen Konsistenz der organischen Schichten besteht für Ortbetonpfähle die Gefahr von Inhomogenitäten im Pfahlschaft, sodass wir empfehlen, Hüllrohre vorzusehen oder Fertigpfähle anzuordnen. Fertigpfähle werden i.d.R. gerammt. Rammpfähle sind nur zuzulassen, wenn durch einen geeigneten Sachverständigen für Erschütterungs- und Schallpegelmessungen sichergestellt wird, dass die Arbeiten nicht abgebrochen werden müssen. Die Hinzuziehung eines entsprechenden Sachverständigen empfehlen wir auch mit Blick auf die Festlegung der zulässigen Baustellenfrequentierung. Angaben zur Bemessung der Pfähle sind im Abschnitt 8 enthalten.

Aus der geplanten Geländeaufhöhung resultieren Setzungen, die ohne setzungsbeschleunigende Maßnahmen mittels Vertikaldräns über Jahre andauern werden. Dies gilt nur für die maßgebenden Konsolidationssetzungen, Kriechsetzungen können nicht nennenswert beeinflusst werden und ebenfalls langfristig auftreten. Mit Blick auf die flach gegründeten Verkehrswege und Leitungstrassen empfehlen wir, einen überhöhten Einbau der Sandauffüllung und den Einsatz von V-Dräns in diesen Bereichen vorzusehen sowie die Leitungen und Verkehrsflächen so spät als möglich einzubauen, um die zu erwartenden Setzungen bestmöglich vorweg zu nehmen.

In den Randbereichen der Fläche sind in Abhängigkeit der Weichschichtdicken und Randeinfassungen Mitnahmesetzungen zu erwarten, die Einfluss auf angrenzende Verkehrswege und Gebäude nehmen können. Auch können die Grabensysteme in ihrer Standsicherheit gefährdet werden. Detaillierte Angaben zur Größenordnung von Setzungen sind dem Abschnitt 6 zu entnehmen. Die Solltiefen sowie die erforderlichen Unterhaltungswege für den Bahnverbindungsgraben sind für Standsicherheitsuntersuchungen zu erfragen.

Innerhalb der Geländeauffüllung können sich ohne eine kontrollierte Flächendränage Stauwasserstände bis in die Nähe der Geländeoberfläche bilden, die die Standsicherheit von Verkehrsflächen gefährden und zu drückendem Wasser an Gebäudesohlen führen. Wir empfehlen daher eine wirksame Flächendränage, mindestens im Bereich der Verkehrswege zu planen. In den Randbereichen ist das unkontrollierte Ausbluten von Stauwasserständen zu vermeiden. Hier eignen sich ggf. Gräben im anstehenden Kleihorizont oder ebenfalls Dränagen.

Der anstehende Oberboden eignet sich nur bedingt als Mutterboden im Sinne des Mutterbodenschutzgesetzes. Es handelt sich vielmehr um verwitterten Klei mit einem geringem humosen Anteil. Das Kohlestoff-Stickstoff Verhältnis wird zzt. noch untersucht. Vor dem

Hintergrund und der hohen Entsorgungskosten (voraussichtlich Z2-Kosten) kann der Boden u.E. überbaut werden.

Angaben zur Herrichtung der Fläche und zur Geländeauffüllung enthält der Abschnitt 11. Die Prüfmethode des Einbaus sind im Vorwege zu planen bzw. auszuschreiben.

BURMANN, MANDEL + PARTNER
Ingenieurbüro für Grundbau und Umwelttechnik



GRÜNDUNGSBEURTEILUNG
(TEIL 2: ANLAGEN / ANHANG)

PROJEKT: NEUBAU VON MEHRFAMILIENWOHNHÄUSERN
MITTLERER LANDWEG
21035 HAMBURG

PLANUNG: PGM PLANUNGSGESSELLSCHAFT
[REDACTED]

VERFÜGUNG: [REDACTED]

PROJ. NR.: 7207

DATUM: 16.10.2015

[REDACTED]

**GRÜNDUNGSBEURTEILUNG: NEUBAU VON MEHRFAMILIENWOHNHÄUSERN
MITTLERER LANDWEG, 21035 HAMBURG**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Baumaßnahme	4
3.	Baugrundverhältnisse	
3.1	Baugelände	5
3.2	Baugrundaufbau	11
3.3	Wasserstände, Beton-Stahlaggressivität	14
3.4	Bodenkennwerte, Bodenklassen	16
4.	Deklarationsanalysen	
4.1	Allgemeines	17
4.2	Sensor. Probenbewert. / Mischprobenzusammenst..	18
4.3	Bewertungskriterien	18
4.4	Chemische Analytik	21
4.5	Bewertung	21
5.	Flächenherrichtung	24
6.	Setzungen	
6.1	Allgemeines	26
6.2	Flach gegründete Gebäude	29
6.3	Tief gegründete Gebäude	29
6.4	Setzungen infolge der Geländeauffüllung	29
6.5	Mitnahmesetzungen	30
6.6	Zeit-Setzungsverhalten	33
6.7	Setzungen von Baukränen	35
7.	Gründungsempfehlung und Geotechnische Kategorie	37
8.	Tiefgründung Wohngebäude	
8.1	Pfahlarten	38
8.2	Tragfähiger Baugrund	40

8.3	Hindernisse im Baugrund	41
8.4	Zulässige Pfahlbelastungen	41
8.5	Horizontalbelastungen	43
8.6	Negative Mantelreibung	44
8.7	Kontrollprüfungen für Ortbetonpfähle	45
8.8	Pfahlprüfungen	45
8.9	Pfahlsetzungen	47
8.10	Besondere Hinweise	47
9.	Trockenhaltung der Gebäude	48
10.	Verkehrsflächen	
10.1	Allgemeines	49
10.2	F1-Schicht	49
10.3	Tragschicht	50
10.4	Verdichtungsanforderungen	50
10.5	Kontrollprüfungen	51
10.6	Leitungen	51
11.	Hinweise zu den Erdarbeiten	52
12.	Zusammenfassung	57

Anlagen

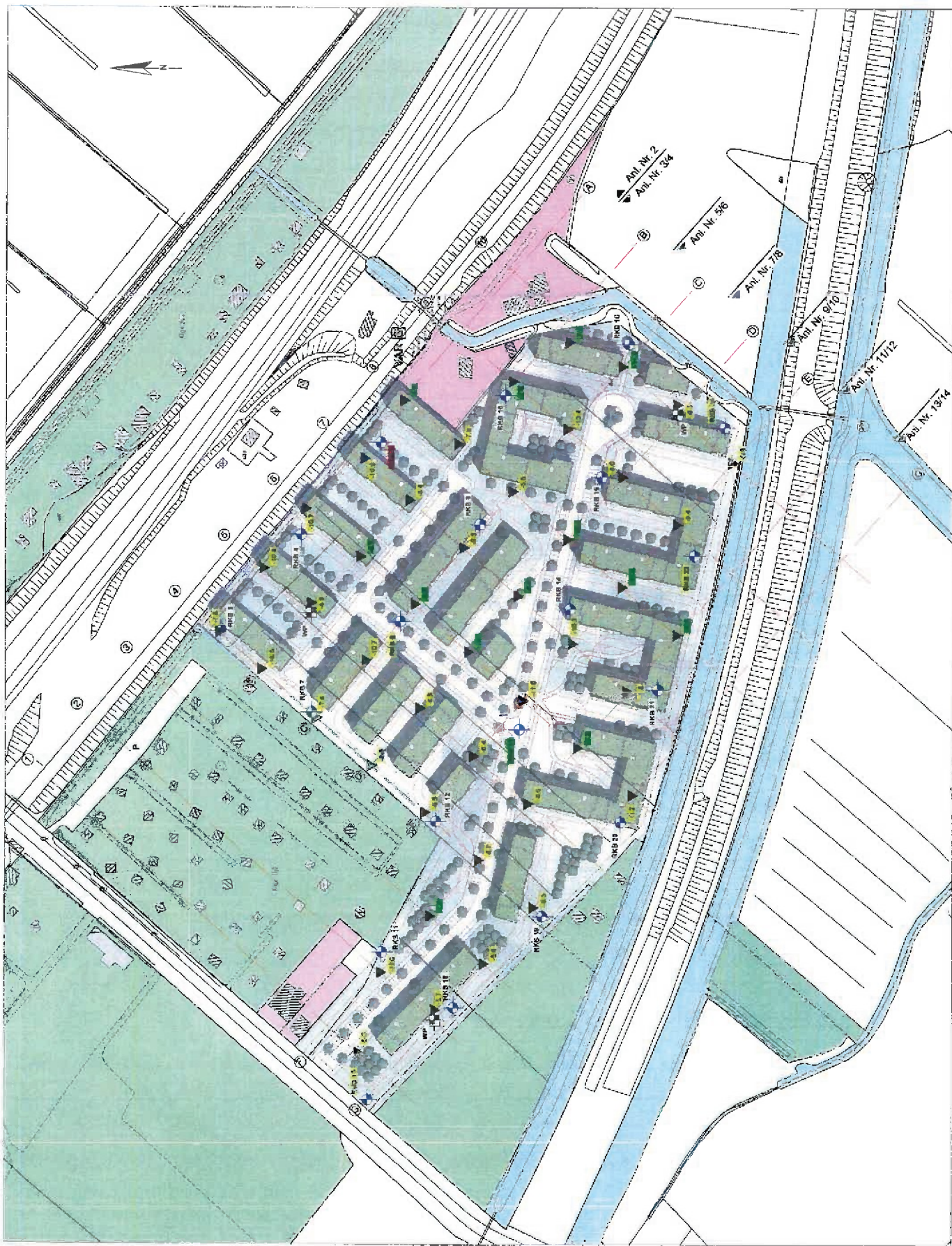
Lageplan	Anl.	1
Bodenprofile, Sondierdiagramme	2	14
Auswertung BBodSchV - Boden - Mensch	15	19
Auswertung BBodSchV - Boden - Nutzpflanze	20	24
Statistik Baugrundaufschlüsse / Setzungen		25

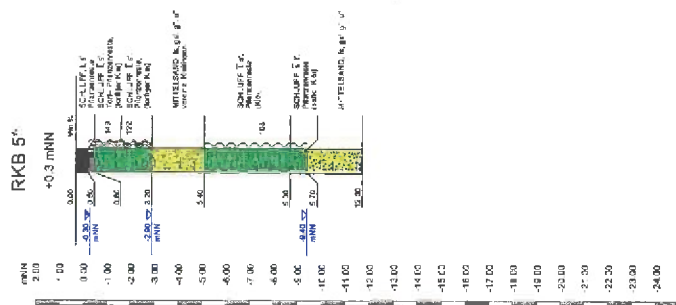
Anhang

Prüfbericht Nr. 2015P515913/1 Boden	Anh.	A1
Prüfbericht Nr. 2015P515904/1 Wasser		A2

- Legende:
- Rammkornverlebung
 - VP Wasserprobe
 - VP Spitzinduktivlebung
 - VP Spitzinduktivlebung -7,8 - OK tragf. Baugrund (mNN)
 - Abwasserteile
 - Kleinbahnwagen (KED DBU1)
 - SMF-Panzer: Aufschubabseicherung
 - RKS A1
 - RKS AT
 - Bodenbeschleunigung mit Blick auf Becken
 - günstig / Ris. d < 4,0 m
 - 7,5 / Ris. d < 4,0 m
 - 9,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 10,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 11,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 12,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 13,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 14,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 15,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 16,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 17,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 18,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 19,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 20,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 21,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 22,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 23,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 24,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 25,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 26,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 27,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 28,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 29,0 / Ris. d < 4,0 m
 - 30,0 / Ris. d < 4,0 m

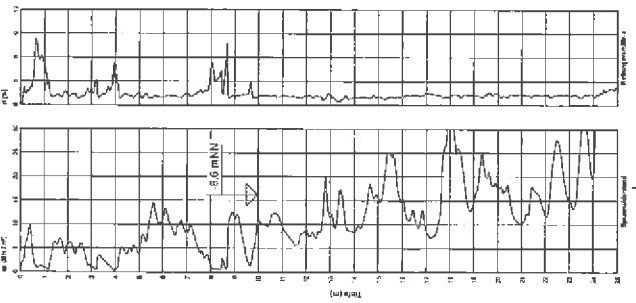
MITTLERER LÄNDWEG
ZUSAMMENFASSUNG
NEUBAU-VEREINBARUNGEN
M = 1 : 1000
PROJEKTANT: DR.-ING. GERTH
PROJEKTLEITER: DR.-ING. GERTH



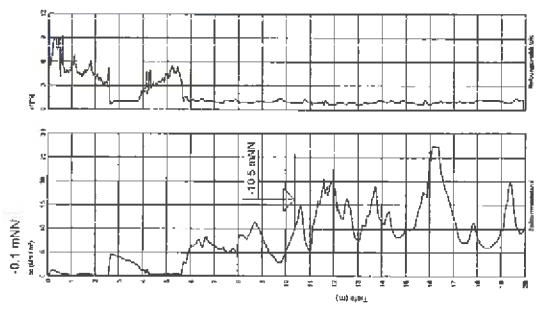


RKB 5°
+0.3 mN

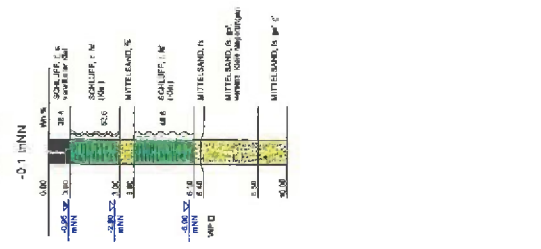
DS A8
+1.0 mN



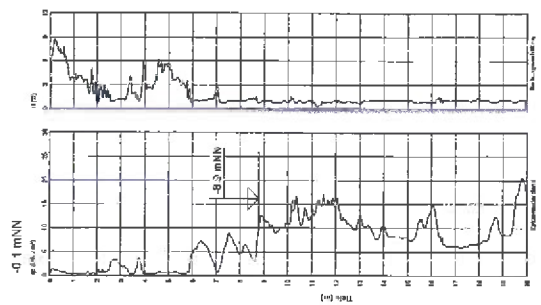
DS B4
-0.1 mN



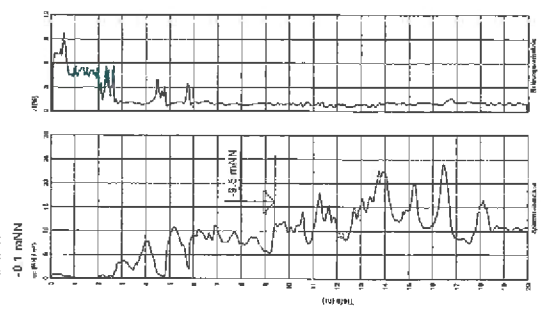
RKB B5
-0.1 mN



DS B5
-0.1 mN



DS B6
-0.1 mN



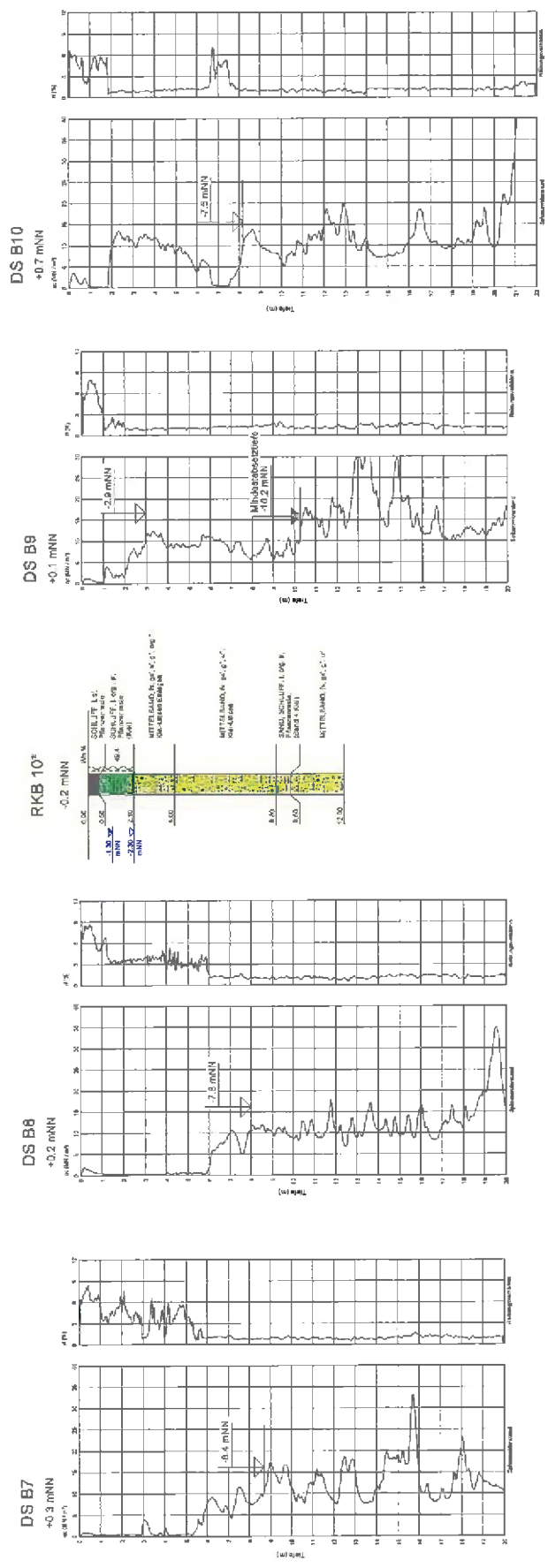
Legende

- Wasserdruck
- Wasserstand
- Wasserstand, ungesättigt
- Wasserstand, gesättigt
- Wasserstand, nicht gesättigt
- Wasserstand, gesättigt
- Wasserstand, nicht gesättigt
- Wasserstand, gesättigt
- Wasserstand, nicht gesättigt

LARSPRÜNGE ANL NR 7207 - 1
MITTLERE LÄNGEN
NEIGUNG UND LAGEN
BOHRPROFILE 3 ANORDNUNGSREIHE
ANL NR 7207 - 1 (2007) - 100% - 100% - 100% - 100%

M = 1 : 100

mNN
 2.00
 1.00
 0.00
 -1.00
 -2.00
 -3.00
 -4.00
 -5.00
 -6.00
 -7.00
 -8.00
 -9.00
 -10.00
 -11.00
 -12.00
 -13.00
 -14.00
 -15.00
 -16.00
 -17.00
 -18.00
 -19.00
 -20.00
 -21.00
 -22.00
 -23.00



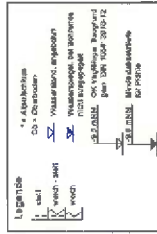
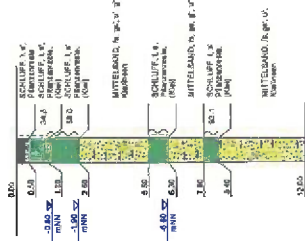
Legende
 1. Anlaufphase
 2. Belastungsphase
 3. Entlastungsphase
 4. Stillstand
 5. Nachlaufphase
 6. Abbruchphase

LABPLAN SEITE NR. 1207 - 1
MITTLERER LÄRMWEG
NEUBAU WOHNUNGEN
 SOBERPROFULE, SCHNEIDERSTRASSE
 1020 WIEN, 1220 WIEN, 1220 WIEN

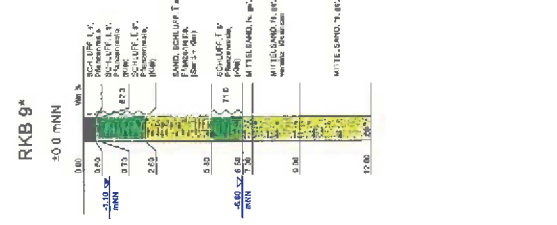
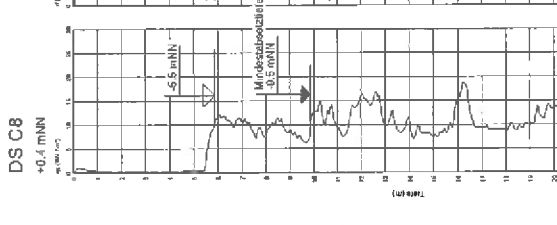
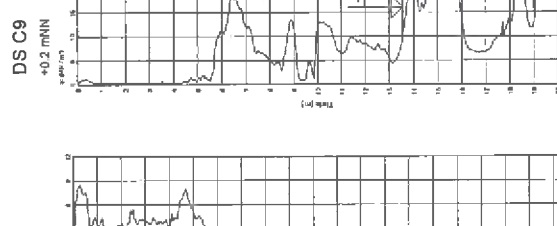
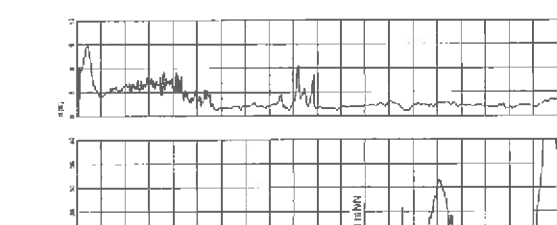
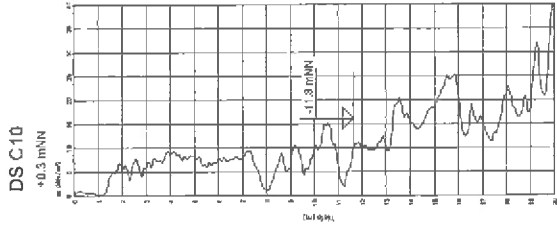
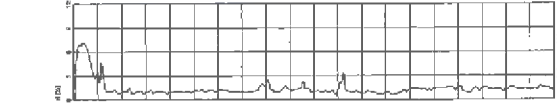
M = 1 : 100

RKB 16*

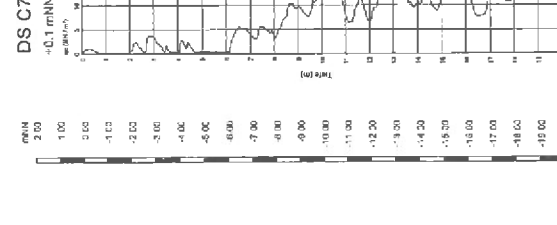
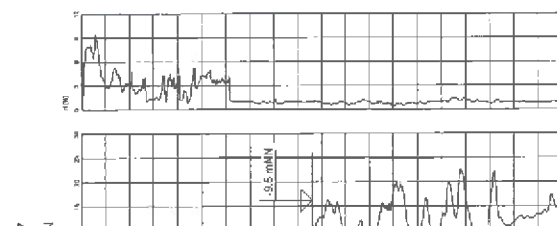
+0.7 mNN



LAGEPLAN NR. 7207 - 1
MITTEBERG LINDHEG
 21033 HANAU
 NEUBAU WOHNLAGEN
 HAUSBEREICHE SONDERRHEINHE
 ZEITUNG: 2002 05Z 05Z 05Z 05Z 05Z
 STAND: 13.12.2002



LAGEPLAN NR. 7207 - 1
MITTEBERG LINDHEG
 21033 HANAU
 NEUBAU WOHNLAGEN
 HAUSBEREICHE SONDERRHEINHE
 ZEITUNG: 2002 05Z 05Z 05Z 05Z 05Z
 STAND: 13.12.2002

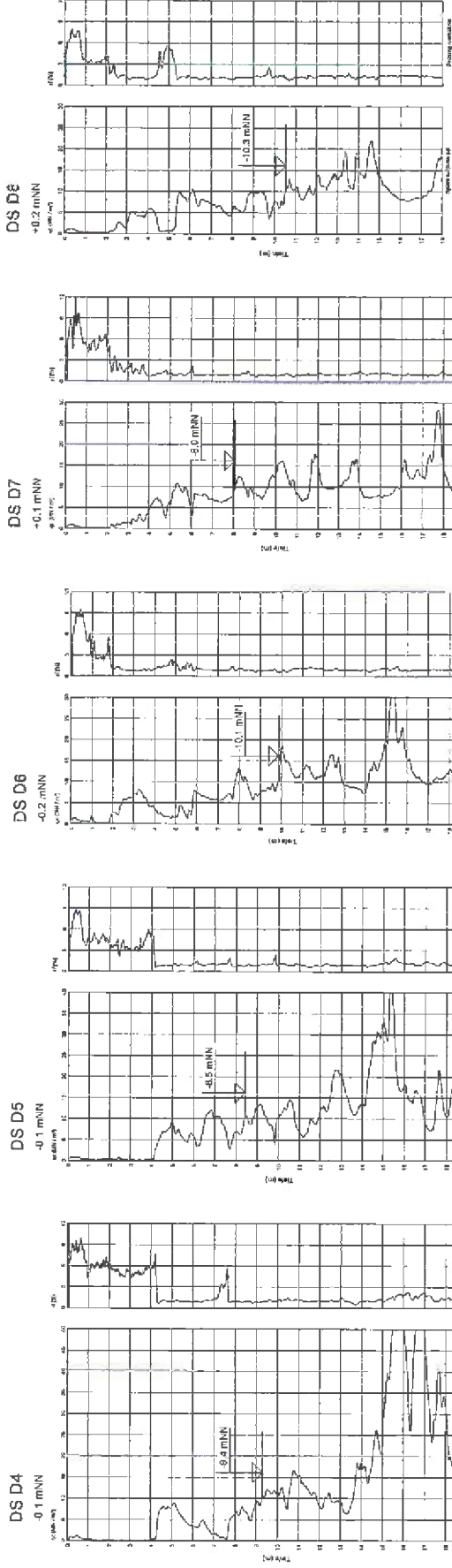


M = 1:100

Legende:
Lageplan: DR-Kontrollplan Bogen
Lageplan: gem. ANL Nr. 7207-7

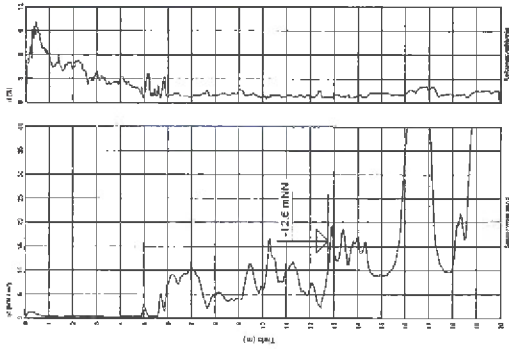
LAGERSTÄTTE ANL.NR. 7207-1
MITTLERER LANDWEG
2133 HAMBURG
NEUBAU WOHNLAGEN
BOGENSTÄTTE 8 (BOGENSTÄTTE-NAMME)
ANL.NR. 7207 - BEZ. 00 - GEB. 21 - BILDT. 17.02.02

- 21.01
- 2.00
- 1.00
- 0.20
- 1.30
- 2.00
- 3.00
- 4.00
- 5.00
- 6.00
- 7.00
- 8.00
- 9.00
- 10.00
- 11.00
- 12.00
- 13.00
- 14.00
- 15.00
- 16.00
- 17.00
- 18.00
- 19.00
- 20.00
- 21.00
- 22.00
- 23.00
- 24.00

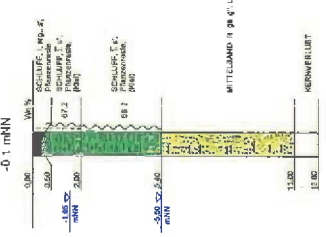


mN/m
2 20
- 20
0 20
-1 20
2 20
3 20
4 20
5 20
6 20
7 20
8 20
9 20
10 20
11 20
12 20
13 20
14 20
15 20
16 20
17 20
18 20
19 20
20 20

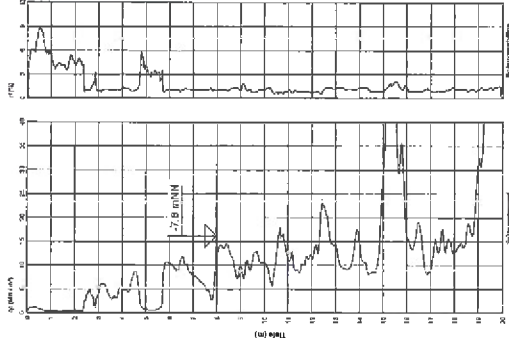
DS F2
±0.2 mN/m



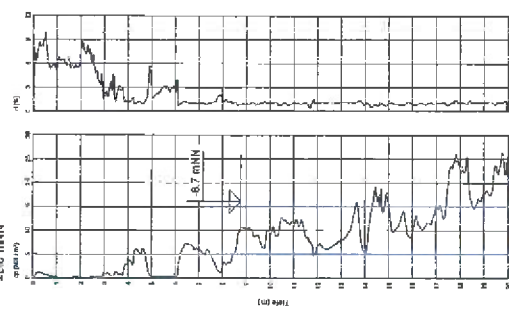
RKB 11°
-0.1 mN/m



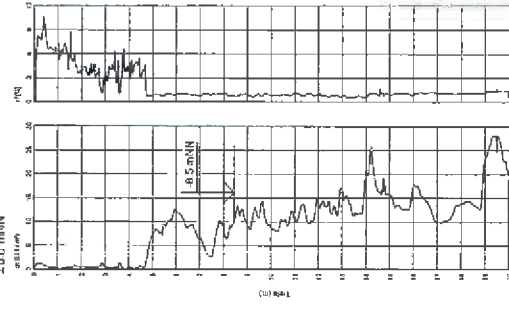
DS F3
±0.2 mN/m



DS F4
±0.0 mN/m



DS F5
±0.0 mN/m

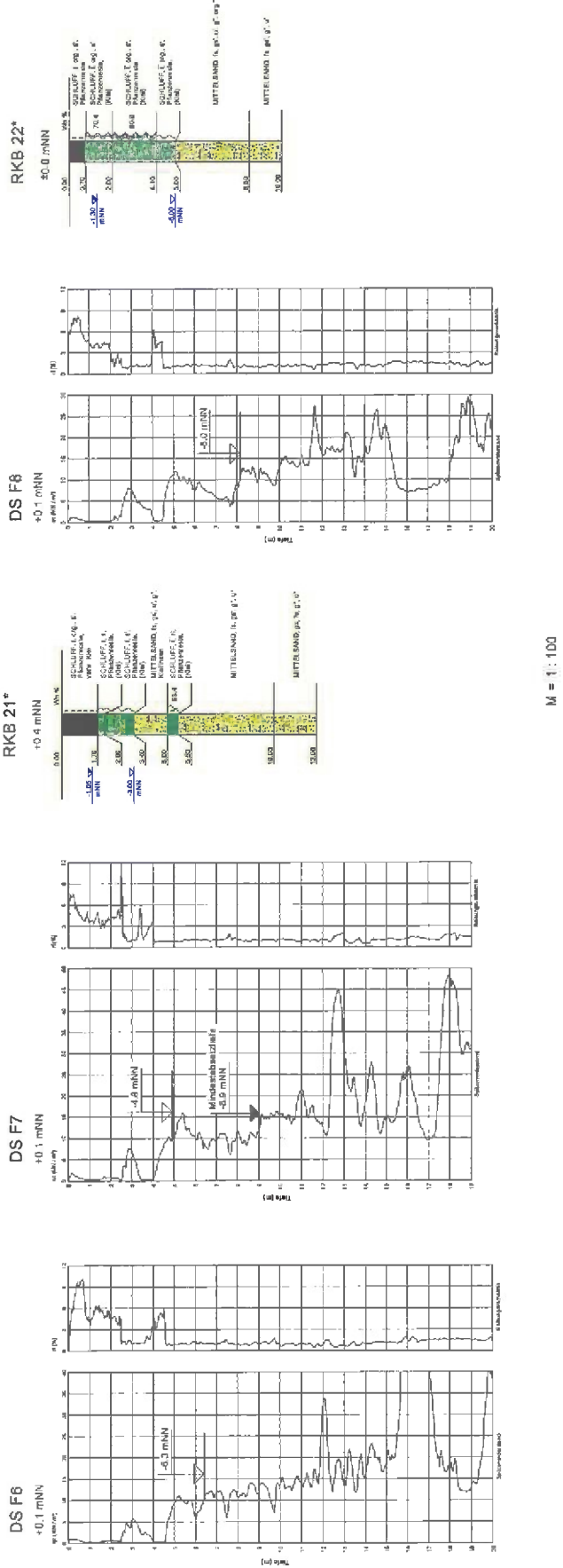


Legende
 1) 411
 2) 411
 3) 411
 4) 411
 5) 411
 6) 411
 7) 411
 8) 411
 9) 411
 10) 411
 11) 411
 12) 411
 13) 411
 14) 411
 15) 411
 16) 411
 17) 411
 18) 411
 19) 411
 20) 411

LADPLANREISE A/NR 7207 - 1
 MITTLERER LÄNDWEG
 21033 HANAU/HRG
 NEUBAU WOHNUNGEN
 SOBEUPROBLE SCHNEIDEGRAMME
 10.03.2012 10:32:54 100% A/NR 7207 - 11

M = 1 : 100

0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
7.00
8.00
9.00
10.00
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
21.00
22.00
23.00



M = 1 : 100

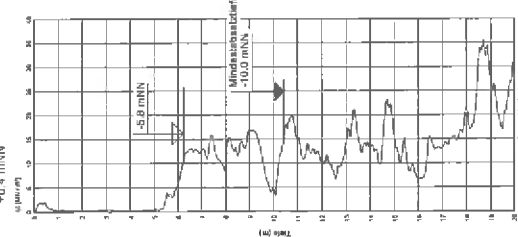
LEGENDA

- 1. BfV
- 2. BfV
- 3. BfV
- 4. BfV
- 5. BfV
- 6. BfV
- 7. BfV
- 8. BfV
- 9. BfV
- 10. BfV
- 11. BfV
- 12. BfV
- 13. BfV
- 14. BfV
- 15. BfV
- 16. BfV
- 17. BfV
- 18. BfV
- 19. BfV
- 20. BfV
- 21. BfV
- 22. BfV
- 23. BfV
- 24. BfV
- 25. BfV
- 26. BfV
- 27. BfV
- 28. BfV
- 29. BfV
- 30. BfV
- 31. BfV
- 32. BfV
- 33. BfV
- 34. BfV
- 35. BfV
- 36. BfV
- 37. BfV
- 38. BfV
- 39. BfV
- 40. BfV
- 41. BfV
- 42. BfV
- 43. BfV
- 44. BfV
- 45. BfV
- 46. BfV
- 47. BfV
- 48. BfV
- 49. BfV
- 50. BfV
- 51. BfV
- 52. BfV
- 53. BfV
- 54. BfV
- 55. BfV
- 56. BfV
- 57. BfV
- 58. BfV
- 59. BfV
- 60. BfV
- 61. BfV
- 62. BfV
- 63. BfV
- 64. BfV
- 65. BfV
- 66. BfV
- 67. BfV
- 68. BfV
- 69. BfV
- 70. BfV
- 71. BfV
- 72. BfV
- 73. BfV
- 74. BfV
- 75. BfV
- 76. BfV
- 77. BfV
- 78. BfV
- 79. BfV
- 80. BfV
- 81. BfV
- 82. BfV
- 83. BfV
- 84. BfV
- 85. BfV
- 86. BfV
- 87. BfV
- 88. BfV
- 89. BfV
- 90. BfV
- 91. BfV
- 92. BfV
- 93. BfV
- 94. BfV
- 95. BfV
- 96. BfV
- 97. BfV
- 98. BfV
- 99. BfV
- 100. BfV

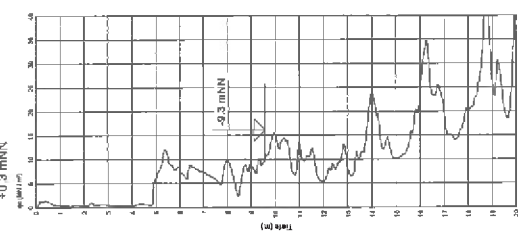
LASERPLAN BILDUNG ANL. NR. 7207 - 1
 MITTLERER LANDWEG
 21033 HAMBURG
 NEUBAU WOHNLAGEN
 BODENPROFILE, SONDERDRUCKME
 08.03.2017 10:07 102 442 02874 BA CATIN 13.12.2017

mNN
 2,20
 1,30
 0,00
 -1,30
 -2,20
 -3,30
 -4,00
 -5,00
 -6,00
 -6,00
 -6,00
 -7,00
 -7,00
 -8,00
 -9,00
 -10,00
 -10,00
 -11,00
 -12,00
 -13,00
 -14,00
 -15,00
 -16,00
 -17,00
 -18,00
 -19,00
 -20,00
 -21,00
 -22,00
 -23,00

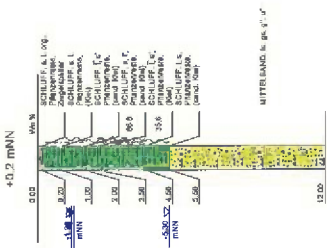
DS G3
 +0,4 mNN



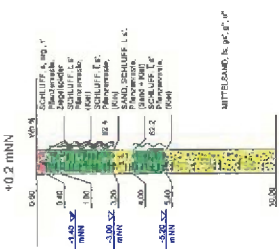
DS G4
 +0,3 mNN



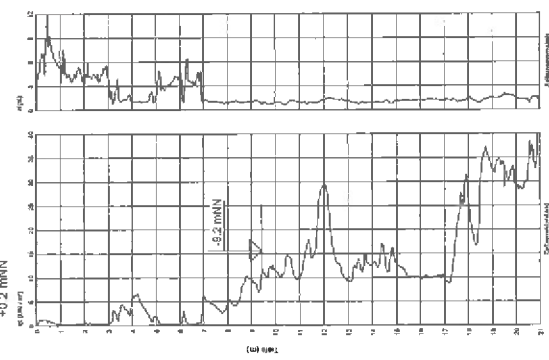
RKB 19*
 +0,2 mNN



RKB 20*
 +0,2 mNN



DS G6
 +0,2 mNN



Legende

- mNN
- mNN + 100
- mNN + 200
- mNN + 300
- mNN + 400
- mNN + 500
- mNN + 600
- mNN + 700
- mNN + 800
- mNN + 900
- mNN + 1000
- mNN + 1100
- mNN + 1200
- mNN + 1300
- mNN + 1400
- mNN + 1500
- mNN + 1600
- mNN + 1700
- mNN + 1800
- mNN + 1900
- mNN + 2000
- mNN + 2100
- mNN + 2200
- mNN + 2300
- mNN + 2400
- mNN + 2500
- mNN + 2600
- mNN + 2700
- mNN + 2800
- mNN + 2900
- mNN + 3000
- mNN + 3100
- mNN + 3200
- mNN + 3300
- mNN + 3400
- mNN + 3500
- mNN + 3600
- mNN + 3700
- mNN + 3800
- mNN + 3900
- mNN + 4000
- mNN + 4100
- mNN + 4200
- mNN + 4300
- mNN + 4400
- mNN + 4500
- mNN + 4600
- mNN + 4700
- mNN + 4800
- mNN + 4900
- mNN + 5000
- mNN + 5100
- mNN + 5200
- mNN + 5300
- mNN + 5400
- mNN + 5500
- mNN + 5600
- mNN + 5700
- mNN + 5800
- mNN + 5900
- mNN + 6000
- mNN + 6100
- mNN + 6200
- mNN + 6300
- mNN + 6400
- mNN + 6500
- mNN + 6600
- mNN + 6700
- mNN + 6800
- mNN + 6900
- mNN + 7000
- mNN + 7100
- mNN + 7200
- mNN + 7300
- mNN + 7400
- mNN + 7500
- mNN + 7600
- mNN + 7700
- mNN + 7800
- mNN + 7900
- mNN + 8000
- mNN + 8100
- mNN + 8200
- mNN + 8300
- mNN + 8400
- mNN + 8500
- mNN + 8600
- mNN + 8700
- mNN + 8800
- mNN + 8900
- mNN + 9000
- mNN + 9100
- mNN + 9200
- mNN + 9300
- mNN + 9400
- mNN + 9500
- mNN + 9600
- mNN + 9700
- mNN + 9800
- mNN + 9900
- mNN + 10000

LAGEPLAN 01/02 ANL. NR. 7207 - 1
 MITTLERER LANDWEG
 21033 HAMBURG
 NEUBAUWIRTSCHAFT
 BODENPROFILE SCHÜBERRAHME

M = 1 : 100

Chemische Analyse von Bodenproben

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO

Projekt :

Mittlerer Landweg

Probe Nr. **MP 1**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle Aufschluss-Nr: s. Tab. 4
 Prüfbericht-Nr: 2015P515913 / 1
 Labor-Auftrag: 15510099
 Labor-Probe: 1

ANALYSENERGEBNISSE

		Kinder- spielflächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbegrund- stücke
Arsen	16 mg/kg	25	50	125	140
Blei	40 mg/kg	200	400	1000	2000
Cadmium	0,67 mg/kg	10 ²⁾	20 ³⁾	50	60
Cyanid ges.	<1,0 mg/kg	50	50	50	50
Chrom	35 mg/kg	200	400	1000	1000
Nickel	17 mg/kg	70	140	350	900
Quecksilber	0,12 mg/kg	10	20	50	80
Aldrin	<0,010 mg/kg	2	4	10	--
Benz(a)pyren	<0,050 mg/kg	2	4	10	12
DDT	<0,010 mg/kg	40	80	200	--
Hexachlorbenzol	<0,0050 mg/kg	4	8	20	200
Hexachlorcyclohexan	<0,010 mg/kg	5	10	25	400
Pentachlorphenol	<0,010 mg/kg	50	100	250	250
Summw PCB ₆	n.n.	0,4	1,8	2	40

n.n. = nicht nachweisebar

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH

Überschreitung der Prüfwerte für:

- Kinderspielflächen



2/3)

In Haus- und Kleingärten, die soweit als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden ist für Cadmium der Wert von 2.0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist ausgeräumt.

Chemische Analyse von Bodenproben

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO

Projekt :

Mittlerer Landweg

Probe Nr. **MP 2**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle: s. Tab. 4
 Aufschluss-Nr.: 2015P515913 / 1
 Prüfbericht-Nr.: 15510099
 Labor-Auftrag: 2
 Labor-Probe:

Prüfwerte [mg / kg TM]



Kinder-spielflächen

ANALYSENERGEBNISSE

Substanz	Ergebnis	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbegebiete
Arsen	29 mg/kg	50	125	140
Blei	48 mg/kg	400	1000	2000
Cadmium	0,72 mg/kg	20 ³⁾	50	60
Cyanid ges.	<1,0 mg/kg	50	50	50
Chrom	75 mg/kg	400	1000	1000
Nickel	39 mg/kg	140	350	900
Quecksilber	0,19 mg/kg	20	50	80
Aldrin	<0,010 mg/kg	4	10	--
Benzo(a)pyren	<0,050 mg/kg	4	10	12
DDT	<0,010 mg/kg	80	200	--
Hexachlorbenzol	<0,0050 mg/kg	4	20	200
Hexachlorcyclohexan	<0,010 mg/kg	5	25	400
Pentachlorphenol	<0,010 mg/kg	50	250	250
Summw. PCB ₆	n.n. mg/kg	0,4	2	40

n.n. = nicht nachweisbar

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH

Überschreitung der Prüfwerte für:
 Keine Überschreitung der Prüfwerte für:

- Kinderspielflächen



2) / 3)

In Haus- und Kleingärten, die soweit als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist nicht ausgeräumt.

Chemische Analyse von Bodenproben

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO

Projekt :

Mittlerer Landweg

Probe Nr.:

MP 3

Bodenart:

Oberboden

Entnahmestelle Aufschluss-Nr.:

s. Tab. 4

Prüfbericht-Nr.:

2015P515913 / 1

Labor-Auftrag:

15510099

Labor-Probe:

3

ANALYSEERESULTATE

Arsen	mg/kg	39
Blei	mg/kg	58
Cadmium	mg/kg	0,73
Cyanid ges.	mg/kg	<1,0
Chrom	mg/kg	71
Nickel	mg/kg	33
Quecksilber	mg/kg	0,15
Aldrin	mg/kg	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,050
DDT	mg/kg	<0,010
Hexachlorbenzol	mg/kg	<0,0050
Hexachlorcyclohexan	mg/kg	<0,010
Pentachlorphenol	mg/kg	<0,010
Summw PCBs	mg/kg	n.n.

n. n. = nicht nachweisbar

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH

Überschreitung der Prüfwerte für:

Keine Überschreitung der Prüfwerte für:

- Kinderspielflächen



Prüfwerte [mg / kg TM]

Kategorie	Prüfwerte [mg / kg TM]		
	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbe
Kinderspielflächen	25	125	140
	200	1000	2000
	10 ²⁾	50	60
	50	50	50
	200	1000	1000
	70	350	900
	10	50	80
	4	10	--
	4	10	12
	10	200	--
	9	20	200
	10	25	400
	100	250	250
	C, B	2	40

2/1/3

In Haus- und Kleingärten, die soweit als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nahrungspflanzen genutzt werden ist für Cadmium der Wert von 2,0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist nicht ausgeräumt.

Chemische Analyse von Bodenproben

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO

Projekt :

Mittlerer Landweg

Probe Nr. **MP 4**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle s. Tab. 4
 Aufschluss-Nr. 2015P515913 / 1
 Prüfbericht-Nr. 15510099
 Labor-Auftrag: 4
 Labor-Probe: 4

ANALYSENERGEBNISSE

Substanz	Einheit	Ergebnis
Arsen	mg/kg	26
Blei	mg/kg	46
Cadmium	mg/kg	0,75
Cyanid ges.	mg/kg	<1,0
Chrom	mg/kg	67
Nickel	mg/kg	32
Quecksilber	mg/kg	0,14
Aldrin	mg/kg	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,050
DDT	mg/kg	<0,010
Hexachlorbenzol	mg/kg	<0,0050
Hexachlorcyclohexan	mg/kg	<0,010
Pentachlorphenol	mg/kg	<0,010
Summw PCB ₈	mg/kg	n.n.

n.n. = nicht nachweisebar

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH

Überschreitung der Prüfwerte für:
 Keine Überschreitung der Prüfwerte für:

- Kinderspielflächen
- Wohngebiete
- Park- und Freizeitanlagen
- Industrie- und Gewerbe

2/3)

In Haus- und Kleingärten, die soweit als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden ist für Cadmium der Wert von 2.0 mg/kg TM als Prüfwert anzuwenden.

Prüfwerte [mg / kg TM]

Substanz	Prüfwerte [mg / kg TM]		
	Wohngebiete	Park- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbegebiete
Kinderspielflächen	25	125	140
Wohngebiete	400	1000	2000
Park- und Freizeitanlagen	20 ³⁾	50	60
Industrie- und Gewerbegebiete	50	50	50
Kinderspielflächen	200	1000	1000
Wohngebiete	140	350	900
Park- und Freizeitanlagen	20	50	80
Industrie- und Gewerbegebiete	4	10	--
Kinderspielflächen	2	10	12
Wohngebiete	4	10	--
Park- und Freizeitanlagen	80	200	--
Industrie- und Gewerbegebiete	8	20	200
Kinderspielflächen	4	25	400
Wohngebiete	5	250	250
Park- und Freizeitanlagen	50	2	40
Industrie- und Gewerbegebiete	0,4	0,8	40

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist nicht ausgeräumt.

Chemische Analyse von Bodenproben

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO

Projekt :

Mittlerer Landweg

Probe Nr. **MP 5**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle Aufschluss-Nr. s. Tab. 4
 Prüfbericht-Nr. 2015P515913 / 1
 Labor-Auftrag: 15510099
 Labor-Probe: 5

ANALYSENERGEBNISSE

Arsen	mg/kg	24
Blei	mg/kg	43
Cadmium	mg/kg	0,61
Cyanid ges.	mg/kg	<1,0
Chrom	mg/kg	61
Nickel	mg/kg	31
Quecksilber	mg/kg	0,13
Aldrin	mg/kg	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,050
DDT	mg/kg	<0,010
Hexachlorbenzol	mg/kg	<0,0050
Hexachlorcyclohexan	mg/kg	<0,010
Pentachlorphenol	mg/kg	<0,010
Summiv PCBs	mg/kg	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - MENSCH

Überschreitung der Prüfwerte für:
 Keine Überschreitung der Prüfwerte für:

- Kinderspielflächen
- Wohngebiete
- Park- und Freizeitanlagen
- Industrie- und Gewerbegebiete

Prüfwerte [mg / kg TM]

Kinder- spielflächen	Wohngebiete			Park- und Freizeitanlagen			Industrie- und Gewerbegebiete		
	25	50	125	140	1000	140	140	140	140
200	470	1000	2000	60	50	50	50	50	50
10 ²⁾	20 ³⁾	50	50	400	1000	1000	1000	1000	1000
70	140	350	900	20	50	80	80	80	80
2	4	10	12	4	10	12	12	12	12
40	80	200	200	3	20	200	200	200	200
4	3	25	400	10	25	400	400	400	400
5	10	250	250	100	250	250	250	250	250
50	100	2	40	0,8	2	40	40	40	40
0,4	0,8	2	40	0,8	2	40	40	40	40

2/3)

In Haus- und Kleingärten, die soweit als Aufenthaltsbereiche für Kinder als auch für den Anbau von Nutzpflanzen genutzt werden ist für Cadmium der Wert von 2.0 mg/kg TM als Prüfwert anzusetzen.

Der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ist nicht ausgeräumt.

Chemische Analyse von Bodenproben

Gemäts Buntflea-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1989 geändert durch Art. 2 VO vom 23.12.2004

Projekt : Mittlerer Landweg

Probe Nr.: MP 1
 Bodenart: Oberboden
 Erntemessstelle: Aufschluss-Nr.: s. Tab. 4
 Prüfbereich-Nr.: 2015P515913 / 1
 Labor-Auftrag: 15510089
 Labor-Probz: †

ANALYSEERGEBNISSE

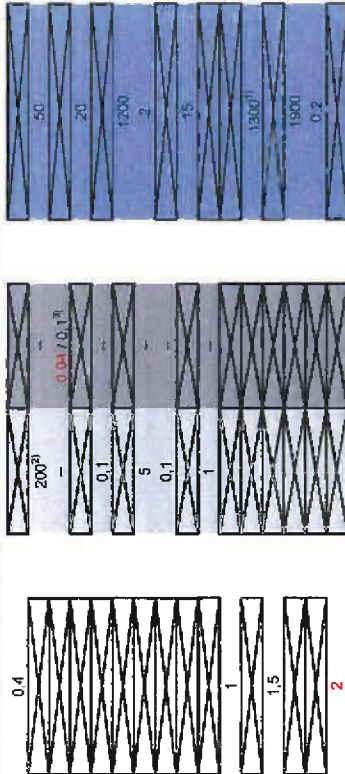
Arsen (AN)	mg/kg	<0,020
Arsen (KW)	mg/kg	16
Cadmium (AN)	mg/kg	0,074
Cadmium (KW)	mg/kg	0,87
Blei (AN)	mg/kg	<0,050
Blei (KW)	mg/kg	40
Quecksilber (KW)	mg/kg	0,12
Thallium (AN)	mg/kg	0,012
Thallium (KW)	mg/kg	0,38
Benzol(e)pyren	mg/kg	0,13
Kupfer (AN)	mg/kg	<0,050
Kupfer (KW)	mg/kg	33
Nickel (AN)	mg/kg	0,53
Nickel (KW)	mg/kg	17
Summw PCB ₆	mg/kg	n.n.*
Zink (AN)	mg/kg	2,4

KW = Aufschluss im Königswasser-Extrakt; AN = Aufschluss im Ammoniumnitrat-Extrakt

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - NUTZPFLANZE

- Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung: Die Prüfwerte werden überschritten
- Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität: Die Maßnahmwerte werden überschritten
- Grünflächen im Hinblick auf Pflanzenqualität: Die Maßnahmwerte werden nicht überschritten

Analysewerte [mg / kg TM]	Prüfwert	Maßnahmwert	Maßnahmwert
Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen	0,4	5	1200
Ackerbauflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität	0,1	1	50
Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität	0,04 / 0,1 ¹⁾	1	20
Grünflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität	0,1	1	1200
	1	1	2
	1,5	1	15
	2	1	1300 ¹⁾
		1	1900
		1	0,2



¹⁾ Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmwert 200 mg/kg TM
²⁾ Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg
³⁾ Auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Anbau stark Cadmium-anreichernder Gemüsesorten gilt als Maßnahmwert 0,04 mg/kg TM, sonst gilt der Maßnahmwert 0,1 mg/kg TM

Chemische Analyse von Bodenproben

Gemäß Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1998 geändert durch Art. 2 VO vom 23.12.2004

Projekt : Mittlerer Landweg

Probe Nr.: **MP 2**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle Aufschluss-Nr.: s. Tab. 4
 Prüfbericht-Nr.: 2019P515913 / 1
 Labor-Auftrag: 15310059
 Labor-Probe: 2

ANALYSEERGEBNISSE

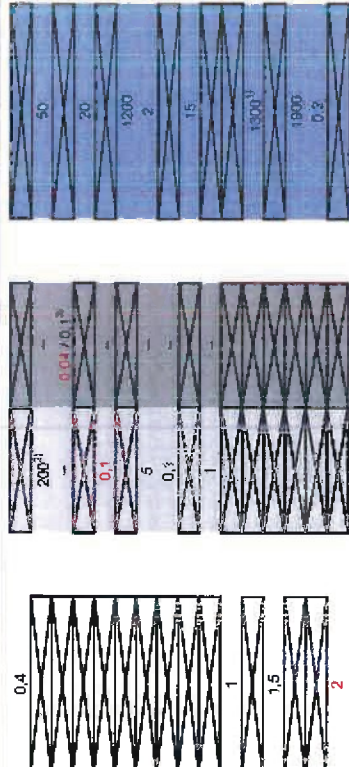
Arsen (AN)	mg/kg	0,022
Arsen (KW)	mg/kg	29
Cadmium (AN)	mg/kg	0,22
Cadmium (KW)	mg/kg	0,72
Blei (AN)	mg/kg	0,14
Blei (KW)	mg/kg	48
Quecksilber (KW)	mg/kg	0,12
Thallium (AN)	mg/kg	0,013
Thallium (KW)	mg/kg	0,73
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,050
Kupfer (AN)	mg/kg	0,057
Kupfer (KW)	mg/kg	54
Nickel (AN)	mg/kg	3,20
Nickel (KW)	mg/kg	39
Summe PCBs	mg/kg	n.n.*
Zink (AN)	mg/kg	4,2

KW = Aufschluss im Königswasser-Extrakt; AN = Aufschluss im Ammoniumnitrat-Extrakt

BEWERTUNG: WIRKUNGSPFAD BODEN - NUTZPFLANZE

- Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung: Die Prüfwerte werden überschritten
- Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität: Die Maßnahmen- / Prüfwerte werden überschritten
- Grünflächen im Hinblick auf Pflanzenqualität: Die Maßnahmenwerte werden nicht überschritten

Probeort	Prüfwert	Maßnahmenwert	Maßnahmenwert
Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen		0,4	
Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf Pflanzenqualität		200 ¹⁾	
Grünflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität		15	



¹⁾ Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg TM
²⁾ Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg
³⁾ Auf Flächen mit Brokweizenanbau oder Anbau stark Cadmium-anreichernder Gemüsesorten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg TM, sonst gilt der Maßnahmenwert 0,1 mg/kg TM

Chemische Analyse von Bodenproben

Genießs-Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO vom 23.12.2004

Projekt : Mittlerer Landweg

Probe Nr. **IMP 3**
 Bodenart Oberboden
 Ernahmestelle Aufschluss-Nr. s. Tab. 4
 Prüfbericht-Nr. 2015P515913 / 1
 Labor-Auftrag 15510099
 Labor-Probe: **3**

ANALYSEERGEBNISSE

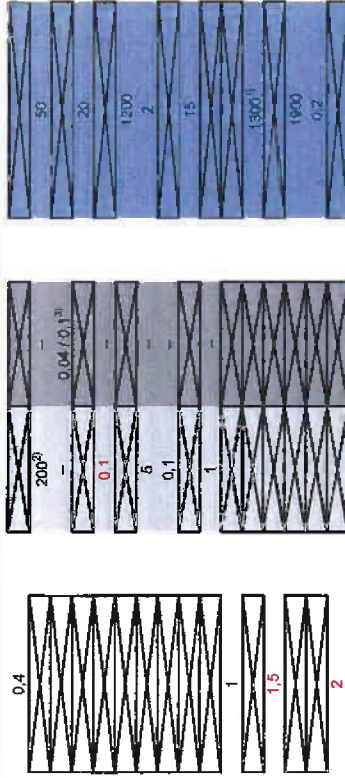
Arsen (AN)	0,1	mg/kg
Arsen (KW)	30	mg/kg
Cadmium (AN)	0,015	mg/kg
Cadmium (KW)	0,73	mg/kg
Blei (AN)	0,63	mg/kg
Blei (KW)	58	mg/kg
Quecksilber (KW)	0,15	mg/kg
Thallium (AN)	0,027	mg/kg
Thallium (KW)	0,750	mg/kg
Benzo(a)pyren	<0,050	mg/kg
Kupfer (AN)	0,270	mg/kg
Kupfer (KW)	55	mg/kg
Nickel (AN)	3,70	mg/kg
Nickel (KW)	33	mg/kg
Summe PCB ₆	n.n.*	mg/kg
Zink (AN)	7,1	mg/kg

KW = Aufschluss im Königwasser-Extrakt, AN = Aufschluss im Ammoniumnitrat-Extrakt

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - NUTZPFLANZE

- Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung: Die Prüfwerte werden überschritten
- Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität: Die Prüfwerte werden überschritten
- Grünflächen im Hinblick auf Pflanzenqualität: Die Maßnahmenwerte werden nicht überschritten

Analysewerte [mg / kg TM]	Maßnahmenwert	Maßnahmenwert
Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick Pflanzenqualität	0,04 / 0,1 ¹⁾	Grünflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität
Ackerbauflächen im Hinblick Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen	0,1	Maßnahmenwert



¹⁾ Bei Grünlandnutzung durch Schafgilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg TM

²⁾ Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg

³⁾ Auf Flächen mit Brovwezanbau oder Anbau stark Cadmium-armreicher Gemüsearten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg TM, sonst gilt der Maßnahmenwert 0,1 mg/kg TM

Chemische Analyse von Bodenproben

Gemalt, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1989 geändert durch Art. 2 VO vom 23.12.2004

Projekt : Mittlerer Landweg

Probe Nr. BIP 4
 Bodenart Oberboden
 Entnahmestelle Aufschluss-Nr. s. Tab. 4
 Prüfbericht-Nr. 201SP515913 / 1
 Labor-Auftrag: 15510099
 Labor-Probe 4

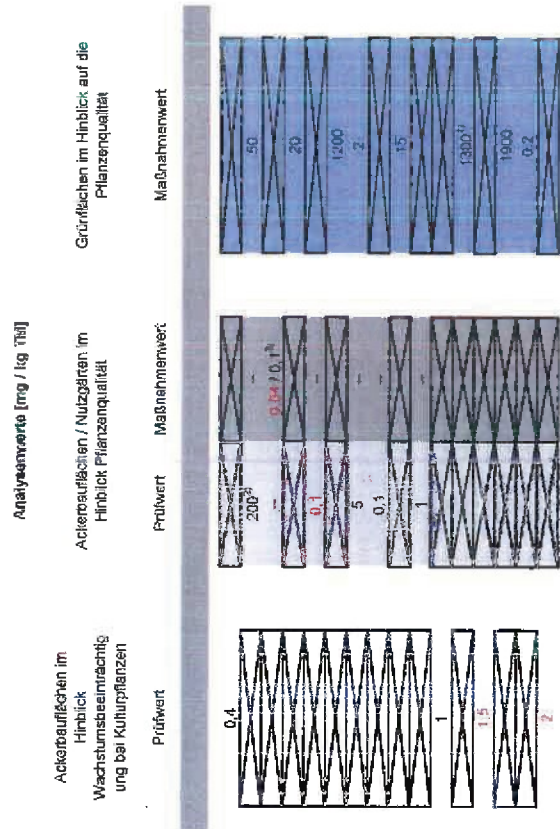
ANALYSEERGEBNISSE

Arsen (AN)	mg/kg	0,027
Arsen (KW)	mg/kg	26
Calcium (AN)	mg/kg	0,23
Calcium (KW)	mg/kg	0,75
Blei (AN)	mg/kg	0,17
Blei (KW)	mg/kg	46
Quecksilber (KW)	mg/kg	0,14
Thallium (AN)	mg/kg	0,023
Thallium (KW)	mg/kg	0,71
Zinn(oxid)pyren	mg/kg	<0,050
Kupfer (AN)	mg/kg	0,10
Kupfer (KW)	mg/kg	47
Nickel (AN)	mg/kg	2,5
Nickel (KW)	mg/kg	32
Summe PCBs	n.n.*	
Zink (AN)	mg/kg	3,9

KW = Aufschluss im Königswasser-Extrakt; AN = Aufschluss im Ammoniumnitrat-Extrakt

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - NUTZPFLANZE

- Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung: Die Prüfwerte werden überschritten
- Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität: Die Maßnahmen-/Prüfwerte werden überschritten
- Grünflächen im Hinblick auf Pflanzenqualität: Die Maßnahmenwerte werden nicht überschritten



- 1) Bei Grünlandnutzung durch Schafte gilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg TM
- 2) Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg
- 3) Auf Flächen mit Brotwelzenanbau oder Anbau stark Cadmium-anreicherender Gemüsearten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg TM, sonst gilt der Maßnahmenwert 0,1 mg/kg TM

Chemische Analyse von Bodenproben

Gemäß Bundes Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.7.1999 geändert durch Art. 2 VO vom 23.12.2004

Projekt : Mittlerer Landweg

Probe Nr. **MP 5**
 Bodenart: Oberboden
 Entnahmestelle: s. Tab. 4
 Aufschluss-Nr.: 2019P519913 / 1
 Prüfbericht-Nr.: 15510039
 Labor-Probek.: 5

ANALYSEERGEBNISSE

Arsen (AN)	mg/kg	0,028
Arsen (KW)	mg/kg	26
Cadmium (AN)	mg/kg	0,22
Cadmium (KW)	mg/kg	0,61
Blei (AN)	mg/kg	0,18
Blei (KW)	mg/kg	43
Quecksilber (KW)	mg/kg	0,13
Thallium (AN)	mg/kg	0,02
Thallium (KW)	mg/kg	0,62
Benzol(e)pyren	mg/kg	<0,050
Kupfer (AN)	mg/kg	0,10
Kupfer (KW)	mg/kg	41
Nickel (AN)	mg/kg	3,2
Nickel (KW)	mg/kg	31
Summw. PCBs	mg/kg	n.n.*
Zink (AN)	mg/kg	4,0

KW = Aufschluss im Königswasser-Extrakt; AN = Aufschluss im Ammoniumnitrat-Extrakt

BEWERTUNG : WIRKUNGSPFAD BODEN - NUTZPFLANZE

- Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung: Die Prüfwerte werden überschritten
- Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf die Pflanzenqualität: Die Maßnahmen-/Prüfwerte werden überschritten
- Grünflächen im Hinblick auf Pflanzenqualität: Die Maßnahmenwerte werden nicht überschritten

Analysewerte [mg / kg TM]	Prüfwert	Maßnahmenwert	Grünflächen im Hinblick auf die Pflanzenqualität
Ackerbauflächen im Hinblick auf Wachstumsbeeinträchtigung bei Kulturpflanzen	0,4		
Ackerbauflächen / Nutzgärten im Hinblick auf Pflanzenqualität	200 ¹⁾	0,04 / 0,1 ²⁾	50
	0,1		20
	5		1200
	0,1		2
	1		15
	1		1300 ³⁾
	1,5		1900
	2		0,2

¹⁾ Bei Grünlandnutzung durch Schafe gilt als Maßnahmenwert 200 mg/kg TM

²⁾ Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50 mg/kg

³⁾ Auf Flächen mit Brodweizenanbau oder Anbau stark Cadmium-anreichernder Gemüsesorten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg TM, sonst gilt der Maßnahmenwert 0,1 mg/kg TM

Anhang A 1

[REDACTED]

[REDACTED]

Faint, illegible table structure with multiple rows and columns.

Pinneberg, 16.10.2015

[REDACTED]

Projektbearbeitung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung der GSA darf der Prüfbericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Seite 1 von 7 zu Prüfbericht-Nr.: 2015P5159/3

[REDACTED]

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1

Mittlerer Landweg

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Sand"

Auftrag		15510099	15510099	15510099	15510099
Probe-Nr.		001	002	003	004
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Probeneingang		09.10.2015	09.10.2015	09.10.2015	09.10.2015
Analysenergebnisse	Einheit				
Trockenrückstand	Masse-%	82,3 ---	71,4 ---	73,1 ---	74,6 ---
EOX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0	<100 Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0	<50 Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe LCKW	mg/kg TM	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0	<1,0 Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	1,82 Z0	0,207 Z0	0,314 Z0	0,0510 Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,13 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0	<0,050 Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0	n.n. Z0
Aufschluss mit Königswasser		---	--	---	---
Arsen	mg/kg TM	16 Z1	29 Z1	30 Z1	26 Z1
Blei	mg/kg TM	40 Z0	48 Z1	58 Z1	46 Z1
Cadmium	mg/kg TM	0,67 Z1	0,72 Z1	0,73 Z1	0,75 Z1
Chrom ges.	mg/kg TM	35 Z1	75 Z1	71 Z1	67 Z1
Kupfer	mg/kg TM	33 Z1	54 Z1	55 Z1	47 Z1
Nickel	mg/kg TM	17 Z1	39 Z1	33 Z1	32 Z1
Quecksilber	mg/kg TM	0,12 Z1	0,19 Z1	0,15 Z1	0,14 Z1
Thallium	mg/kg TM	0,38 Z0	0,73 Z1	0,75 Z1	0,71 Z1
Zink	mg/kg TM	97 Z1	150 Z1	152 Z1	143 Z1
TOC	Masse-% TM	1,5 Z1	2,2 Z2	2,5 Z2	2,0 Z2
Eluat					
pH-Wert		6,2 Z1.2	5,6 Z2	5,1 >Z2	5,6 Z2
Leitfähigkeit	µS/cm	14 Z0	18 Z0	13 Z0	11 Z0
Chlorid	mg/L	<0,60 Z0	<0,60 Z0	<0,60 Z0	<0,60 Z0
Sulfat	mg/L	<1,0 Z0	2,3 Z0	1,0 Z0	<1,0 Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0	<5,0 Z0
Arsen	µg/L	1,6 Z0	0,78 Z0	0,77 Z0	0,61 Z0
Blei	µg/L	1,4 Z0	1,1 Z0	1,4 Z0	1,2 Z0
Cadmium	µg/L	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0	<0,30 Z0
Chrom ges.	µg/L	2,3 Z0	2,1 Z0	2,5 Z0	1,6 Z0
Kupfer	µg/L	15 Z0	14 Z0	16 Z0	15 Z0
Nickel	µg/L	2,7 Z0	3,3 Z0	3,0 Z0	2,6 Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0	<0,20 Z0
Zink	µg/L	13 Z0	17 Z0	19 Z0	27 Z0

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1
Mittlerer Landweg

Auftrag		15510099	15510099	15510099	15510099
Probe-Nr.		001	002	003	004
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3	MP 4
Probeneingang		09.10.2015	09.10.2015	09.10.2015	09.10.2015
Analysenergebnisse	Einheit				
Fraktion < 2 mm	Masse-%	100,0 ---	100,0 ---	100,0 ---	100,0 ---
Fraktion > 2 mm	Masse-%	<0,1 ---	<0,1 ---	<0,1 ---	<0,1 ---
Organochlorpestizide					
Aldrin	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	0,0058 ---	<0,0050 ---	<0,0050 ---	<0,0050 ---
Summe HCH	mg/kg TM	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---	n.n. ---
α-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
β-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
ε-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---	<0,010 ---
Extraktion mit Ammoniumnitrat					
Cadmium (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,074 ---	0,22 ---	0,015 ---	0,23 ---
Blei (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	<0,050 ---	0,14 ---	0,63 ---	0,17 ---
Thallium (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,012 ---	0,013 ---	0,027 ---	0,023 ---
Arsen (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	<0,020 ---	0,022 ---	0,059 ---	0,027 ---
Kupfer (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	<0,050 ---	0,067 ---	0,27 ---	0,10 ---
Nickel (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,53 ---	3,2 ---	3,7 ---	2,5 ---
Zink (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	2,4 ---	4,2 ---	7,1 ---	3,9 ---

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1

Mittlerer Landweg

Zuordnung gem. LAGA-Boden (M20, Fassung 2004) / Bodenart "Sand"

Auftrag		15510099	
Probe-Nr.		005	
Material		Boden	
Probenbezeichnung		MP 5	
Probeneingang		09.10.2015	
Analysenergebnisse	Einheit		
Trockenrückstand	Masse-%	74,1	---
EOX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<100	Z0
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<50	Z0
Cyanid ges.	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe BTEX	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe LCKW	mg/kg TM	<1,0	Z0
Summe PAK (EPA)	mg/kg TM	0,0530	Z0
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	Z0
PCB Summe 6 Kongenere	mg/kg TM	n.n.	Z0
Aufschluss mit Königswasser			---
Arsen	mg/kg TM	26	Z1
Blei	mg/kg TM	43	Z1
Cadmium	mg/kg TM	0,61	Z1
Chrom ges.	mg/kg TM	61	Z1
Kupfer	mg/kg TM	41	Z1
Nickel	mg/kg TM	31	Z1
Quecksilber	mg/kg TM	0,13	Z1
Thallium	mg/kg TM	0,62	Z1
Zink	mg/kg TM	135	Z1
TOC	Masse-% TM	1,9	Z2
Eluat			
pH-Wert		5,5	Z2
Leitfähigkeit	µS/cm	10	Z0
Chlorid	mg/L	<0,60	Z0
Sulfat	mg/L	<1,0	Z0
Cyanid ges.	µg/L	<5,0	Z0
Phenolindex	µg/L	<5,0	Z0
Arsen	µg/L	0,54	Z0
Blei	µg/L	1,2	Z0
Cadmium	µg/L	<0,30	Z0
Chrom ges.	µg/L	1,9	Z0
Kupfer	µg/L	12	Z0
Nickel	µg/L	2,3	Z0
Quecksilber	µg/L	<0,20	Z0
Zink	µg/L	29	Z0

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1

Mittlerer Landweg

Auftrag		15510099
Probe-Nr.		005
Material		Boden
Probenbezeichnung		MP 5
Probeneingang		09.10.2015
Analyseergebnisse	Einheit	
Fraktion < 2 mm	Masse-%	100,0 ---
Fraktion > 2 mm	Masse-%	<0,1 ---
Organochlorpestizide		---
Aldrin	mg/kg TM	<0,010 ---
o,p-DDE	mg/kg TM	<0,010 ---
p,p-DDE	mg/kg TM	<0,010 ---
o,p-DDD	mg/kg TM	<0,010 ---
p,p-DDD	mg/kg TM	<0,010 ---
o,p-DDT	mg/kg TM	<0,010 ---
p,p-DDT	mg/kg TM	<0,010 ---
Hexachlorbenzol	mg/kg TM	<0,0050 ---
Summe HCH	mg/kg TM	n.n. ---
α-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---
β-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---
γ-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---
δ-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---
ε-HCH	mg/kg TM	<0,010 ---
Pentachlorphenol	mg/kg TM	<0,010 ---
Extraktion mit Ammoniumnitrat		---
Cadmium (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,22 ---
Blei (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,18 ---
Thallium (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,020 ---
Arsen (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,028 ---
Kupfer (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	0,10 ---
Nickel (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	3,2 ---
Zink (aus NH ₄ NO ₃)	mg/kg TM	4,0 ---

() = Zuordnungswert in Klammern gilt nur in besonderen Fällen (siehe LAGA TR Boden)

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1
Mittlerer Landweg
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungs- grenze	Einheit	Methode
Trockenrückstand	0,40	Masse-%	DIN ISO 11465 ^a
EOX	1,0	mg/kg TM	DIN 38414 (S17) ^a
Kohlenwasserstoffe	100	mg/kg TM	DIN EN 14039 i.V.m. LAGA KW/04 ^a
mobiler Anteil bis C22	50	mg/kg TM	DIN ISO 16703 i.V.m. LAGA KW/04 ^a
Cyanid ges.	1,0	mg/kg TM	DIN ISO 17380 ^a
Summe BTEX		mg/kg TM	DIN ISO 22155 ^a
Summe LCKW		mg/kg TM	DIN ISO 22155 ^a
Summe PAK (EPA)		mg/kg TM	DIN ISO 18287 ^a
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	DIN ISO 18287 ^a
PCB Summe 6 Kongenere		mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657 ^a
Arsen	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Blei	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Cadmium	0,10	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Chrom ges.	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Kupfer	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Nickel	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Thallium	0,30	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
Zink	1,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 16171 ^a
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN ISO 10694 ^a
Eluat			DIN EN 12457-4 ^a
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 ^a
Leitfähigkeit		µS/cm	DIN EN 27888 (C8) ^a
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a
Sulfat	1,0	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20) ^a
Cyanid ges.	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14403 (D6) ^a
Phenolindex	5,0	µg/L	DIN EN ISO 14402 (H37) ^a
Arsen	0,50	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Blei	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Cadmium	0,30	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Chrom ges.	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Kupfer	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Nickel	1,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Quecksilber	0,20	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Zink	10	µg/L	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Fraktion < 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123 ^a
Fraktion > 2 mm	0,10	Masse-%	DIN 18123 ^a
Organochlorpestizide			
Aldrin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a

Prüfbericht-Nr.: 2015P515913 / 1
Mittlerer Landweg
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungs- grenze	Einheit	Methode
o,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
p,p-DDE	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
o,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
p,p-DDD	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
o,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
p,p-DDT	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
Hexachlorbenzol	0,0050	mg/kg TM	an. DIN EN ISO 6468-F1 ^a
Summe HCH		mg/kg TM	berechnet
α-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
β-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
γ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
δ-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
ε-HCH	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 10382 ^a
Pentachlorphenol	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 14154 ^a
Extraktion mit Ammoniumnitrat			DIN 19730 ^a
Cadmium (aus NH ₄ NO ₃)	0,0050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Blei (aus NH ₄ NO ₃)	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Thallium (aus NH ₄ NO ₃)	0,010	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Arsen (aus NH ₄ NO ₃)	0,020	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Kupfer (aus NH ₄ NO ₃)	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Nickel (aus NH ₄ NO ₃)	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a
Zink (aus NH ₄ NO ₃)	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2 (E29) ^a

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Anhang A 2

Prüfbericht-Nr.: 2015P515904 / 1

Mittlerer Landweg

Auftrag		15510156	15510156	15510156
Probe-Nr.		001	002	003
Material		Wasser	Wasser	Wasser
Probenbezeichnung		2 B 6,50 m 09.10.15	5 B 6,50 m 09.10.15	10 D 6,50 m 09.10.15
Probemenge		ca. 1,5 L	ca. 1,5 L	ca. 1,5 L
Probeneingang		12.10.2015	12.10.2015	12.10.2015
Analysenergebnisse	Einheit			
Betonaggressivität				
pH-Wert		6,9	6,9	7,0
Geruch		unauffällig	unauffällig	unauffällig
Permanganat-Verbrauch	mg KMnO4/L	35	35	32
Gesamthärte	°dH	12	12	12
Härtehydrogencarbonat	°dH	15	15	15
Nichtcarbonathärte	°dH	0,0	0,0	0,0
Magnesium	mg/L	14	13	13
Ammonium	mg/L	4,0	4,1	4,1
Sulfat	mg/L	55	56	53
Chlorid	mg/L	100	100	100
Kohlendioxid, kalklösend	mg/L	47	47	46
Stahlaggressivität				
Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/L	5,28	5,21	5,21
Calcium	mg/L	65	61	61

Prüfbericht-Nr.: 2015P515904 / 1
Mittlerer Landweg
Angewandte Verfahren und Bestimmungsgrenzen

Parameter	Bestimmungs- grenze	Einheit	Methode
Betonaggressivität			DIN 4030 Teil 2
pH-Wert			DIN EN ISO 10523*
Geruch			DEV-B1/2*
Permanganat-Verbrauch	2,0	mg KMnO ₄ /L	DIN 38409-H4*
Gesamthärte		°dH	DIN 38409-H6/ DIN EN ISO 17294-2 (E29)*
Härtehydrogencarbonat		°dH	DIN 38 405-D8*
Nichtcarbonathärte		°dH	berechnet
Magnesium	0,10	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22)*
Ammonium	0,20	mg/L	DIN EN ISO 11732 (E23)*
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20)*
Chlorid	0,60	mg/L	DIN EN ISO 10304-1/-2 (D19/20)*
Kohlendioxid, kalklösend	5,0	mg/L	DIN 4030 (Heyer)*
Stahlaggressivität			DIN 50929 Teil 3
Säurekapazität bis pH 4,3	0,010	mmol/L	DIN 38409-H7-1-2*
Calcium	0,020	mg/L	DIN EN ISO 11885 (E22)*

Die mit * gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen können matrixbedingt variieren.

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 001

Probenbezeichnung: 2 B 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	47	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	4,0	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	14	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	55	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	100	mg/L	---	---	---
Gesamthärte	12	°dH	---	---	---
Härtehydrogencarbonat	15	°dH	---	---	---
Permanganat-Verbrauch	35	mg KMnO4/L	---	---	---

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 002

Probenbezeichnung: 5 B 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,9		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	47	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	4,1	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	13	mg/L	300 - 1000	> 1000 - 3000	> 3000
Sulfat	56	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	100	mg/L	--	--	--
Gesamthärte	12	°dH	--	--	--
Härtehydrogencarbonat	15	°dH	--	--	--
Permanganat-Verbrauch	35	mg KMnO ₄ /L	--	--	--

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 003

Probenbezeichnung: 10 D 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Expositionsklassen für Betonkorrosion durch chemischem Angriff durch Grundwasser nach DIN 4030 Teil 1 (06/2008), Tabelle 4

	Messwert	Einheit	Expositionsklasse		
			XA1	XA2	XA3
pH-Wert	7,0		6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5 - 4,0
Kohlendioxid, kalklösend	46	mg/L	15 - 40	> 40 - 100	> 100
Ammonium	4,1	mg/L	15 - 30	> 30 - 60	> 60 - 100
Magnesium	13	mg/L	300 - 1000	>1000-3000	> 3000
Sulfat	53	mg/L	200 - 600	> 600 - 3000	> 3000 - 6000
Chlorid	100	mg/L	--	--	--
Gesamthärte	12	°dH	--	--	--
Härtehydrogencarbonat	15	°dH	--	--	--
Permanganat-Verbrauch	32	mg KMnO4/L	--	--	--

Kurzbeurteilung: Das Wasser ist in die Expositionsklasse XA2 einzustufen.

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 001

Probenbezeichnung: 2 B 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
1	Wasserart	N1	M1	N1
	- fließende Gewässer	0	-2	
	- stehende Gewässer	-1	1	
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
2	Lage des Objektes	N2	M2	N2
	- Unterwasserbereich	0	0	
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
3	c (Cl-) + 2c (SO4²⁻) / mol/m³	N3	M3	4,0
	< 1	0	0	
	> 1 bis 5	-2	0	
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
> 300	-8	-4		
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³	N4	M4	5,3
	< 1	1	-1	
	1 bis 2	2	1	
	> 2 bis 4	3	1	
	> 4 bis 6	4	0	
	> 6	5	-1	
5	c (Ca²⁺) / mol/m³	N5	M5	1,6
	< 0,5	-1	0	
	0,5 bis 2	0	2	
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
6	pH-Wert	N6	M6	6,9
	< 5,5	-3	-6	
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$
-0,50

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$
0,50
Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
≥ 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 002

Probenbezeichnung: 5 B 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
1	Wasserart - fließende Gewässer - stehende Gewässer - Küste von Binnenseen - anaerob. Moor, Meeresküste	N1	M1	N1 -1
		0	-2	
		-1	1	
		-3	-3	
		-5	-5	
2	Lage des Objektes - Unterwasserbereich - Wasser / Luft-Bereich - Spritzwasserbereich	N2	M2	N2 0
		0	0	
		1	-6	
		0,3	-2	
3	c (Cl⁻) + 2c (SO₄²⁻) / mol/m³ < 1 > 1 bis 5 > 5 bis 25 > 25 bis 100 > 100 bis 300 > 300	N3	M3	4,0 -2
		0	0	
		-2	0	
		-4	-1	
		-6	-2	
		-7	-3	
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³ < 1 1 bis 2 > 2 bis 4 > 4 bis 6 > 6	N4	M4	5,2 4
		1	-1	
		2	1	
		3	1	
		4	0	
5	c (Ca²⁺) / mol/m³ < 0,5 0,5 bis 2 > 2 bis 8 > 8	N5	M5	1,5 0
		-1	0	
		0	2	
		1	3	
		2	4	
6	pH-Wert < 5,5 5,5 bis 6,5 > 6,5 bis 7,0 > 7,0 bis 7,5 > 7,5	N6	M6	6,9 -1
		-3	-6	
		-2	-4	
		-1	-1	
		0	1	
		1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$
-0,50

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$
0,50
Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
>= 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel

Anlage zu Prüfbericht 2015P515904

Probe-Nr.: 15510156 / 003

Probenbezeichnung: 10 D 6,50 m 09.10.15

Tabelle 1: Beurteilung von Wässern gem. DIN 50929 Teil 3

Nr.	Merkmal und Dimension / Einheit			Bewertungs- ziffer
		unlegierte Eisen	verzinkten Stahl	
1	Wasserart	N1	M1	N1
	- fließende Gewässer	0	-2	
	- stehende Gewässer	-1	1	-1
	- Küste von Binnenseen	-3	-3	
	- anaerob. Moor, Meeresküste	-5	-5	
2	Lage des Objektes	N2	M2	N2
	- Unterwasserbereich	0	0	0
	- Wasser / Luft-Bereich	1	-6	
	- Spritzwasserbereich	0,3	-2	
3	c (Cl-) + 2c (SO4²⁻) / mol/m³	N3	M3	N3
	< 1	0	0	
	> 1 bis 5	-2	0	3,9
	> 5 bis 25	-4	-1	
	> 25 bis 100	-6	-2	
	> 100 bis 300	-7	-3	
4	Säurekapazität bis pH 4,3 mol/m³	N4	M4	N4
< 1	1	-1		
1 bis 2	2	1		
> 2 bis 4	3	1		
> 4 bis 6	4	0	5,2	
> 6	5	-1		
5	c (Ca²⁺) / mol/m³	N5	M5	N5
	< 0,5	-1	0	
	0,5 bis 2	0	2	1,5
	> 2 bis 8	1	3	
	> 8	2	4	
6	pH-Wert	N6	M6	N6
	< 5,5	-3	-6	
	5,5 bis 6,5	-2	-4	
	> 6,5 bis 7,0	-1	-1	7,0
	> 7,0 bis 7,5	0	1	
	> 7,5	1	1	

 Bewertungszahlsumme Unterwasserbereich: $W0 = N1 + N3 + N4 + N5 + N6 + N3/N4 =$
-0,50

 Bewertungszahlsumme Wasser/Luft-Grenze: $W1 = W0 - N1 + N2 \times N3 =$
0,50
Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeiten:

W0- bzw. W1 - Werte	Mulden- und Lochkorrosion	Flächen- korrosion
≥ 0	sehr gering	sehr gering
-1 bis -4	gering	sehr gering
<-4 bis -8	mittel	gering
<-8	hoch	mittel