

# Orientierende Untersuchung gemäß § 3 (3) BBodSchV

B-Plan Nr. 77 der Barlachstadt Güstrow  
„Altstadt Nord – Teilbereich A - Stahlhof“

Gemarkung Güstrow/  
Flur 13/  
Flstk. 29/4, 29/5, 26/5, 7/1, 27/1, 28; 26/3; 26/4; 20 - 25; 19/1; 19/2; 18/1; 18/2; 16; 17; 8 - 14

PROJEKTNR.: 2016/41/521-1

AUFTRAGGEBER:  
Barlachstadt Güstrow  
Stadtentwicklungsamt  
Markt 1, 18273 Güstrow

AUFTRAGNEHMER:  
**HSW**

H.S.W. Ingenieurbüro  
Gesellschaft für Energie  
und Umwelt mbH  
Gerhart-Hauptmann-Straße 19  
D-18055 Rostock  
Telefon: +49 (0) 381. 252898-0  
Fax: +49 (0) 381. 252898-20  
E-Mail: [info@hsw-rostock.de](mailto:info@hsw-rostock.de)  
[www.hsw-rostock.de](http://www.hsw-rostock.de)

BEARBEITER:  
ppa. Dipl.-Ing. Peter Steinig

ERSTELLT:  
Rostock, den 11.07.2017

## 0. Inhaltsverzeichnis

0.	Inhaltsverzeichnis .....	2
1.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	6
2.	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	9
2.1	Angaben zu Auftraggeber/ Auftragnehmer .....	9
2.2	Veranlassung und Untersuchungsziele.....	9
3.	Standortbeschreibung .....	11
3.1	Allgemeine Standortangaben.....	11
3.2	Historische Entwicklung und planungsrechtlich zulässige Nutzung der Flächen.....	13
3.2.1	Historische Recherche .....	13
3.2.2	Planungsrechtliche Nutzbarkeit des Untersuchungsraums .....	14
3.3	Umgang mit Schadstoffen .....	16
3.3.1	Zusammenfassung des Schadstoffportfolios .....	16
3.3.2	Altlastenverdachtsflächen und Vorschlag für die weiteren Untersuchungen, Diskussion der relevanten Wirkungspfade .....	17
3.4	Vorhandene Gutachten.....	21
4.	Regionale und lokale Situation .....	22
4.1	Geographische Lage .....	22
4.2	Geologie .....	22
4.3	Hydrogeologie.....	25
4.4	Hydrologie .....	28
5.	Durchgeführte Arbeiten.....	31
5.1	Beschreibung des Untersuchungsprogramms .....	31
5.2	Sondierungen/ Bohrungen .....	31
5.3	Grundwassermessstellen .....	33
5.4	Bodenluftmessstellen.....	35
5.5	Vor-Ort-Messungen.....	35
5.6	Hydrogeologische Untersuchungen .....	35
5.7	Probenahmen .....	36
5.8	Chemische Laboruntersuchungen.....	37
5.9	Geophysikalische Messungen .....	37
5.10	Sonstige Untersuchungen .....	38

6.	Ergebnisse bisheriger Untersuchungen in Anpassung an die aktuelle Gesetzeslage .....	39
6.1	Boden.....	39
6.2	Wasser/ Sickerwasser .....	40
6.3	Luft.....	41
6.4	Sonstige.....	41
7.	Untersuchungsergebnisse.....	41
7.1	Boden.....	41
7.1.1	Untersuchungsergebnisse aus der Sicht der bodenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen .....	42
7.2	Wasser/ Sickerwasser .....	47
7.3	Luft.....	50
7.3.1	Untersuchungsergebnisse aus Sicht der abfallrechtlichen Rahmenbedingungen.....	50
7.4	Sonstiges.....	58
8.	Gefährdungsabschätzung .....	58
8.1	Eigenschaften der relevanten Schadstoffe .....	58
8.2	Ausbreitungspfade und Exposition von Schutzgütern .....	60
8.3	Risikobewertung.....	62
8.3.1	Wirkungspfad Boden–Mensch.....	62
8.3.2	Wirkungspfad Boden-Grundwasser .....	64
8.3.3	Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Hausgärten) .....	69
9.	Vorschläge zum weiteren Vorgehen .....	70
10.	Quellenangabe, Literaturverzeichnis.....	73
11.	Anhang/ Anlage .....	73

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lage des Vorhabens, Grenzen des Untersuchungsobjektes (Quelle: B- Plan; Stand 19.02.2016) .....	12
Abbildung 2 Darstellung Artesik und Grundwasserneubildung für das Gebiet (Quelle: Kartenportal des LUNG).....	26
Abbildung 3 Darstellung Gewässer (Quelle: Kartenportal des LUNG).....	29
Abbildung 4 Darstellung Gewässer – Legende - (Quelle: Kartenportal des LUNG).....	30
Abbildung 5 Lage der PAK <sub>16</sub> -Überschreitungen im Untersuchungsraum .....	46
Abbildung 6 Darstellung Mächtigkeit der Aufschüttungen (Quelle: /U3/) .....	51
Abbildung 7 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 0,0-1,0 m uGOK .....	55
Abbildung 8 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 1,0-2,0 m uGOK .....	56
Abbildung 9 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 0,0-1,0 m uGOK .....	57

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 verwendete Unterlagen .....	14
Tabelle 2 Vorschlag Untersuchungsparameter mit den Beurteilungswerten im Boden, in mg/l.....	20
Tabelle 3 Vorschlag Untersuchungsparameter mit den Beurteilungswerten im Grundwasser, in µg/l .....	21
Tabelle 4 Koordinaten des Standortes.....	22
Tabelle 5: Baugrundsichtung des Standortes .....	24
Tabelle 6 Übersicht errichtete 2“-Grundwassermessstellen (Lageangabe im EPSG-Code 5678)..	35
Tabelle 7 durchgeführte Grundwasserprobenahme aus /U2/ .....	40
Tabelle 8 Übersicht Schürfe und Teufenbereiche ohne Überschreitung der Vorsorgewerte .....	43
Tabelle 9 Übersicht Schürfe und Teufenbereiche mit Prüfwertüberschreitungen des Wirkungspfades Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze .....	44
Tabelle 10 Prüfwerte Wirkungspfad Boden – Mensch für PAK <sub>16</sub> , bezogen auf BaP .....	44

Tabelle 11 Zusammenstellung Prüfwertüberschreitung PAK <sub>16</sub> auf BaP normiert (Schritt 1c).....	45
Tabelle 12 Flächenbilanz im Untersuchungsraum .....	63
Tabelle 13 Übersicht Löslichkeit der PAK <sub>16</sub> .....	66
Tabelle 14 Übersicht mögliche Tiefgründungsverfahren und deren Bewertung aus der Sicht des Bodenschutzes .....	67
Tabelle 15 Grobterminplanung Sanierung MKW- Schaden .....	71

## 1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Durch die Barlachstadt Güstrow; vertreten durch das Stadtentwicklungsamt, Baustraße 33 in 18271 Güstrow (i.F. Auftraggeber), ist die weitere städtebauliche Entwicklung der Liegenschaft der ehemaligen „Van-Tongelschen Eisengießerei“ geplant.

Dazu wurde durch die Stadtvertreter ein Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan Nr. 77 „Altstadt Nord, Teil A; Stahlhof“ gefasst.

Für die Durchführung einer rechtsicheren Bauleitplanung ist nach dem „Mustererlass der ARGEBAU zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und dem Baugenehmigungsverfahren“ (ARGEBAU, 2001) neben vielen anderen Aspekten auch die Betrachtung und Abwägung der Altlastensituation des Gebietes erforderlich.

Für das Planungsgebiet liegen umfangreiche Unterlagen in Form von mehreren Gutachten, Abrechnungsunterlagen und ein umfangreicher Schriftverkehr vor.

Zur Erstellung einer zielführenden Konzeption zur Gefährdungsabschätzung des Planungsgebietes auf der Grundlage des vorhandenen Sachstandes hat der Auftraggeber daher die auswertende Zusammenfassung der vorliegenden Unterlagen und die Erstellung eines Sachstandsberichtes beauftragt. Weiterhin sollen die weiteren Schritte für Erstellung einer Gefährdungsabschätzung nach § 9 BBodSchG für das Plangebiet aufgezeigt werden.

Dazu hat der Auftraggeber eine in zwei Schritten unterteilte Vorgehensweise gewählt:

- Schritt 1: Erarbeitung eines Sachstandsberichtes mit einer Defizitanalyse,
- Schritt 2: Erarbeitung der Gefährdungsabschätzung nach § 9 BBodSchG

Mit den o.g. Leistungen hat der Auftraggeber am 23.09.2016 die H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH beauftragt.

Im Verlaufe der Bearbeitung der Aufgabe wurde diese Gefährdungsabschätzung nach § 9 BBodSchG zur „Orientierenden Untersuchung“ nach § 3 BBodSchV erweitert.

Die dazu durch den Auftraggeber übergebenen Unterlagen wurden vorlaufend zu dieser in einer „Gefährdungsabschätzung gemäß § 9 BBodSchG; 1. Stufe; Ergebnis historische Recherche und Untersuchungsvorschlag“ (U2/) ausgewertet. Dabei wurden im Ergebnis der umfangreichen Untergutachtenauswertung und der eigenen weiterführenden Recherchen 2 voneinander zu trennende Nutzungszeiträume als altlastenrelevant erkannt. Die dabei stattgefundenen Nutzungen im Gebiet wurden auf der Grundlage der dafür zu Verfügung stehenden Branchenbezogenen Merkblätter ausgewertet und so die vermuteten Altlastenverdachtsflächen (ALFV) ausgewiesen.

Weiterhin wurde parallel zu dieser Untersuchung eine Baugrunderkundung vorgenommen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse zum Schichtenaufbau des Bodens, zu organoleptischen Besonderheiten und zu den Grundwasserständen flossen ebenfalls in diese Orientierende Untersuchung ein.

Auf diesem Ergebnis baut die nun hiermit vorgelegte Orientierende Untersuchung auf.

Die dabei als relevant erkannten Wirkungspfade sind:

- Wirkungspfad Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze
- Wirkungspfad Boden- Grundwasser

Der Wirkungspfad Boden Nutzpflanze (Hausgärten) wurde wegen der im Gebiet zu erwartenden Bodenbewegungen vorerst zurückgestellt. Aus dem gleichen Grunde wurde der Wirkungspfad Boden – Mensch nicht auf die nutzungsorientierte Beprobungstiefe nach Anhang 1, Tabelle 1 der BBodSchV, sondern auf die gesamte Bodensäule der vorhandenen Aufschüttung bezogen.

Auf der Basis der ALFV wurde ein Probenahmeplan aufgestellt und die wirkungspfadspezifischen Vor-Ort-Untersuchungen durchgeführt.

Diese wurden schrittweise durchgeführt.

- In einem ersten Schritt wurden an den Verdachtspunkten Baggerschürfe angelegt und darauf aufbauende die Probenahme der Böden durchgeführt.
- Auf der Grundlage der Analyseergebnisse wurde das Untersuchungsprogramm für die Grundwasseruntersuchungen konzipiert. Dazu wurden insgesamt 8 Grundwassermessstellen (GWMS) in 2" (DN 50) ausgebaut, die den Bodenwasserbereich für das oberflächennahe Bodenwasser und das unterhalb der vorhandenen Schicht organogener Substrate anstehende Grundwasser erfassen. Die GWMS gliedern sich in eine Anstrommessstelle, eine Hot-Spot-Messstelle und 6 Abstrommessstellen.
- Die Messstellen wurden zur optimalen Erfassung Situation in 2 Etappen errichtet.
- Die Beprobung der Messstellen erfolgte in einem ausreichenden zeitlichen Abstand zu deren Errichtung
- Die Beprobbarkeit der Messstellen ist durch einen erfahrenen Probenehmer, wasserstandsabhängig bis auf die Hot-Spot-Messstelle im Rahmen von Pumpproben möglich.

Die Ergebnisse der durchgeführten Probenahme und der darauf aufbauenden Analytik belegen die intensive anthropogene Veränderung der anstehenden Böden und Gemische. So wurde die Fläche bereits vor 1945 durch das Einbringen von Abfällen aus der Eisengießerei (Formsande und andere Abfälle) kontinuierlich nach Osten erweitert. Dazu wurden die anstehenden, wenig tragfähigen organogenen Substrate mit den Aufschüttmassen überschüttet, um so tragfähige Lager- und später dann Bauflächen zu erhalten. Im Zuge der durchgeführten Abbruchmaßnahmen sind möglicherweise weitere Baurestmassen im Baugebiet verbracht worden.

Die vorliegenden Analyseergebnisse aus dem Jahre 1995 wurden im Zuge dieser Sachstandsermittlung den aktuell gültigen Prüfwerten der BBodSchV und der LAWA gegenübergestellt. Dabei wurden die aktuellen wohnbaulichen Nutzungsabsichten der Barlachstadt Güstrow zu Grunde gelegt.

Sie zeigen aus gutachterlicher Sicht die folgenden Schwerpunkte.

- Die Böden sind branchentypisch mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen (PAK<sub>16</sub> und MKW) belastet, sodass auf der Basis der Vorsorgewerte für das Gesamtgebiet von dem Vorhandensein schädlicher Bodenveränderungen ausgegangen werden muss

- Hinsichtlich des Wirkungspfades Boden – Mensch existieren im westlichen und zentralen Bereich des Gebietes Prüfwertüberschreitungen für die Nutzungen Kinderspielplätze und Wohnen bei den Parametern PAK<sub>16</sub>, Arsen und Blei
- Der Wirkungspfad Boden- Grundwasser ist überwiegend nicht betroffen, partiell ist jedoch die Überschreitung der Prüfwerte für die Parameter PAK<sub>16</sub> und MKW feststellbar. Dabei stellt der im Bereich des Schurfes 8 aufgefundene MKW- Schaden den erkundeten Hot-Spot der Schadstoffbelastung dar.

Aus gutachterlicher Sicht werden im Ergebnis der durchgeführten Gefährdungsabschätzung die folgenden Empfehlungen für den Umgang mit den relevanten Wirkungspfaden gegeben.

- Für den Wirkungspfad Boden – Mensch wird vorgeschlagen, dass seine Unterbrechung durch Schaffung eines ausreichend großen Abstandes zwischen den belasteten Böden und der tatsächlich stattfindenden Nutzung die angemessene Maßnahme. Dabei sind die belasteten Böden gegen unbelastete Böden mit einer Mächtigkeit im eingebauten und verdichteten Zustand von mindestens 65 cm abzudecken oder gegen diese auszutauschen. Dazu werden die erforderlichen Hinweise für die dabei einzuhaltenden Rahmenbedingungen gegeben.
- Für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser wird bis auf den MKW-Schaden vorerst keine Sanierungsnotwendigkeit vorgeschlagen. Die gemessenen Prüfwertüberschreitungen sind gering bis sehr gering. An Hand der insgesamt 2 durchgeführten Probenahmen und Analysen ist weiterhin festzustellen, dass die geringen Überschreitungen der Prüfwerte nicht kontinuierlich vorhanden sind sondern vermutlich bodenwasserdargebotsabhängig eintreten. Diese deutet auf das Alter der Altlast und die bereits weitgehend stattgefundene Ausräumung des Schadstoffportfolios hin.
- Davon ausgenommen bleibt der MKW- Schaden, dieser ist an Hand der Analyseergebnisse als deutlich emittierend zu bezeichnen, seine Wirkung bleibt auf der Basis der vorhandenen Messstellen bis an den Rand der Nebel nachweisbar. Damit ist ein Eintrag von Schadstoffe in das, der Trinkwasserschutzzone II zufließenden, WRRL- Gewässer wahrscheinlich. Weiterhin führt der MKW- Schaden zu einer deutlichen Wertminderung der dort vorhandenen Grundstücke.

Die im Rahmen dieser Orientierenden Untersuchung vorgeschlagenen Ergebnisse und der im Weiteren vorgeschlagenen Maßnahmen sind mit der Unteren Bodenschutzbehörde des Landkreises Rostock und der Ordnungsbehörde, dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg in Rostock abzustimmen.

Die geplanten, mit dem Auftraggeber und den zuständigen Behörden abgestimmten und befürworteten Maßnahmen sind dann abschließend umzusetzen.

Der Auftraggeber hat im Zuge der Erarbeitung dieser Orientierenden Untersuchung bereits die Detailuntersuchung des MKW- Schadens in Auftrag gegeben.

## 2. Veranlassung und Aufgabenstellung

### 2.1 Angaben zu Auftraggeber/ Auftragnehmer

Die Barlachstadt Güstrow, vertreten durch das Stadtentwicklungsamt, Markt 1, in 18273 Güstrow (i.F.: AG), plant die weitere Entwicklung des Quartiers „Stahlhof“. Dieses wird derzeit, nach Abbruch der darauf vorhandenen Gebäude, als Lagerfläche und Baustelleneinrichtungsfläche genutzt. Nach der Rechtssicherheit der in Aufstellung befindlichen B-Planung soll darauf nach dem Willen der Stadt ein gestalterisch und städtebaulich sehr ansprechendes Wohngebiet in unmittelbarer Lage zum Stadtzentrum und zum Wasser entstehen.

Die H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH wurde mit Schreiben vom 23.09.2016 mit der Auswertung der zur Altlastenverdachtsfläche bereits vorliegenden Konzepte, Untersuchungen, Gutachten und des Schriftverkehrs beauftragt.

Bei diesem Auftrag handelt es sich um einen mehrstufigen Auftrag (siehe dazu im Kapitel 2.2). Hiermit wird die 3. Stufe des Auftrags vorgelegt.

### 2.2 Veranlassung und Untersuchungsziele

Für die Sicherung der städtebaulichen Ordnung und der stadtverträglichen Bebaubarkeit hat die Barlachstadt Güstrow einen Aufstellungsbeschluss für den Bebauungsplan Nr. 77 gefasst. Dieser Bebauungsplan trägt den Titel „Altstadt Nord Teilbereich A – Stahlhof“. Er wird in großen Teilen des Plangebietes ein „Allgemeines Wohngebiet“ festsetzen.

Die städtebauliche Entwicklung wird auf einem, seit 1836 gewerblich und industriell sehr intensiv genutzten Grundstück erfolgen. Die Folge dieser Nutzung sind schädliche Bodenveränderungen, die in einem Gutachten aus dem Jahre 1995 grundsätzlich nachgewiesen worden sind. Weitere Untersuchungen liegen vor, die ähnliche Schlussfolgerungen erlauben.

Diese schädlichen Bodenveränderungen sind auf der Grundlage des **Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG)** (BMU, 1998) und der **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)** (BMU, 1999) im Hinblick auf die Vereinbarkeit mit der geplanten Nutzung zu überprüfen. Dies ist insbesondere deshalb erforderlich, weil bisherige Gutachter auf der Grundlage der zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung vorhandenen Planungsziele der Stadt Güstrow von anderen Nutzungen ausgegangen sind. Damals waren gewerbliche Nutzungen geplant, welche im Sinne des Bodenschutzrechtes gegenüber schädlichen Bodenveränderungen als unempfindlichere Nutzungen gelten.

Ergänzend dazu erfordert das Alter der vorliegenden Untersuchungen eine Anpassung an die aktuell vorhandene Gesetzes-, Verordnungs- und Empfehlungslage.

Dabei hat der Auftraggeber zur Vermeidung unnötiger Mehrkosten durch Doppeluntersuchungen eine mehrstufige Bearbeitung der Aufgabe konzipiert. Folgende Stufen der Bearbeitung sind Grundlage des erteilten Auftrages:

1. Auswertung der vorhandenen Unterlagen und Erstellung einer wirkungspfadspezifischen Defizitanalyse auf der Grundlage des aktuellen Standes der Bauleitplanung. Diese Stufe soll ebenfalls Empfehlungen für den weiteren Untersuchungsrahmen für die sich notwendigerweise anschließenden Detailuntersuchungen geben.
2. Nach Abstimmung der 1. Stufe mit den Fachbehörden und den Planungszielen durch den Auftraggeber wird dann mit der 2. Stufe die eigentliche Erstbewertung entsprechend dem „Leitfaden zur Altlastenbearbeitung in Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V“ (LUNG, 2006) durchgeführt. Diese Untersuchung bildet dann die Grundlage für die Erstellung der eigentlichen Gefährdungsabschätzung.
3. Auf der Grundlage der durch die zuständige Ordnungsbehörde durchzuführende Gefährdungsabschätzung erfolgt dann die Orientierende Untersuchung, diese beinhaltet die eigentliche Sachverhaltsermittlung zum grundsätzlich als gefährdungsrelevant eingeschätzten Altlastenstandort, dafür sind neben der weiteren Vertiefung der Sachverhalte auch Vor-Ort-Messungen durchzuführen und auszuwerten.

Für die Schaffung der erforderlichen Grundlagen für den Schritt 2 (Gefährdungsabschätzung) hat der AG eine Aufgabenstellung für das B-Plangebiet erarbeitet und auf der Grundlage der auf dieser Basis erarbeiteten Angebote die Auftragserteilung vorgenommen.

Für die Bearbeitung der Aufgabe standen die in der Tabelle 1 ab der Seite 13 benannten Unterlagen zur Verfügung.

Im Zuge der Bearbeitung von Schritt 1 und 2 hat sich herausgestellt, dass die Fortführung des erteilten Auftrags zu Schritt 3 eine durch alle Beteiligten als sinnvoll und im Sinne der Sache zielführende Vorgehensweise eingeschätzt wurde. Aus diesem Grunde wurden die im Zuge des 2. Schritts gewonnenen Erkenntnisse in mehreren Abstimmungsrunden mit den beteiligten Behörden und dem AG abgestimmt und so auch Schritt 3 erarbeitet.

Die Untersuchungsziele für Schritt 3 (Orientierende Untersuchung) sind im „Leitfaden zur Altlastenbearbeitung in Mecklenburg-Vorpommern (LUNG, 2006)“ wie folgt formuliert.

*„Der Begriff „Orientierende Untersuchung“ wird wie folgt definiert:*

*„Örtliche Untersuchungen, insbesondere Messungen auf der Grundlage der Ergebnisse der Erfassung zum Zwecke der Feststellung, ob der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt ist oder ein hinreichender Verdacht im Sinne von § 9 Abs. 2 Satz 1 des BBodSchG besteht“.*

*Grundlage der Orientierenden Untersuchung bilden die Ergebnisse der Erfassung und Erstbewertung.*

*Schwerpunktmäßig konzentriert sich die Orientierende Untersuchung auf die Bestimmung der Art, Konzentration und Verbreitung von Schadstoffen im Boden, in der Bodenluft und im Grundwasser sowie eine schadstoff- und wirkungspfadbezogene Beurteilung. Untersucht werden dabei nur Wirkungspfade (s. Kap. 4.2 des Leitfadens) mit möglicher Exposition.*

*Die Orientierende Untersuchung beinhaltet technische Maßnahmen und chemisch-physikalische Untersuchungen, deren Umfang so zu wählen ist, dass anhand der Ergebnisse der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast verifiziert bzw. ausgeräumt werden kann.*

*Die Erkundung der konkreten Ausbreitung der Kontaminationen ist bei der Orientierenden Untersuchung vorerst noch von untergeordneter Bedeutung.“ Zitat Ende*

### 3. Standortbeschreibung

#### 3.1 Allgemeine Standortangaben

Das Untersuchungsobjekt befindet sich im Nordraum des Innenstadtgebietes der Stadt Güstrow. Es wird nördlich und östlich durch Gewässer begrenzt. Nördlich verläuft die „Nebel“ als Gewässer I. Ordnung und östlich der „Stadtgraben“ als Gewässer II. Ordnung. Südlich verläuft die „Bleicherstraße“ als Bestandteil des B-Planes, westlich stellt der Straßenraum der „Eisenbahnstraße“ die Grenze des B-Planes dar.

Der Geltungsbereich des B-Planes umfasst eine Fläche von ca. 6,1 ha.

Die Fläche ist in Teilen noch bebaut und die vorhandenen Gebäude sind überwiegend in Nutzung. Die Oberfläche ist überwiegend eben, dies wurde nach den vorhandenen Unterlagen (siehe Tabelle 1) in der bisherigen Entwicklung des Gebietes auch dadurch erreicht, dass in Vorzeiten vorhandene Feuchtgebiete mit Böden und Boden-Bauschutt-Gemischen überdeckt wurden. Zur Sicherung der Aufschüttung gegenüber den nunmehr tiefer liegenden Gewässern wurde östlich und z.T. auch nördlich eine Schwergewichtsmauer errichtet.

Die im B-Plangebiet vorhandenen Grundstücke befinden sich im Besitz unterschiedlicher Eigentümer.

Die Lage des Vorhabens und die vereinbarten Grenzen der Untersuchung sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

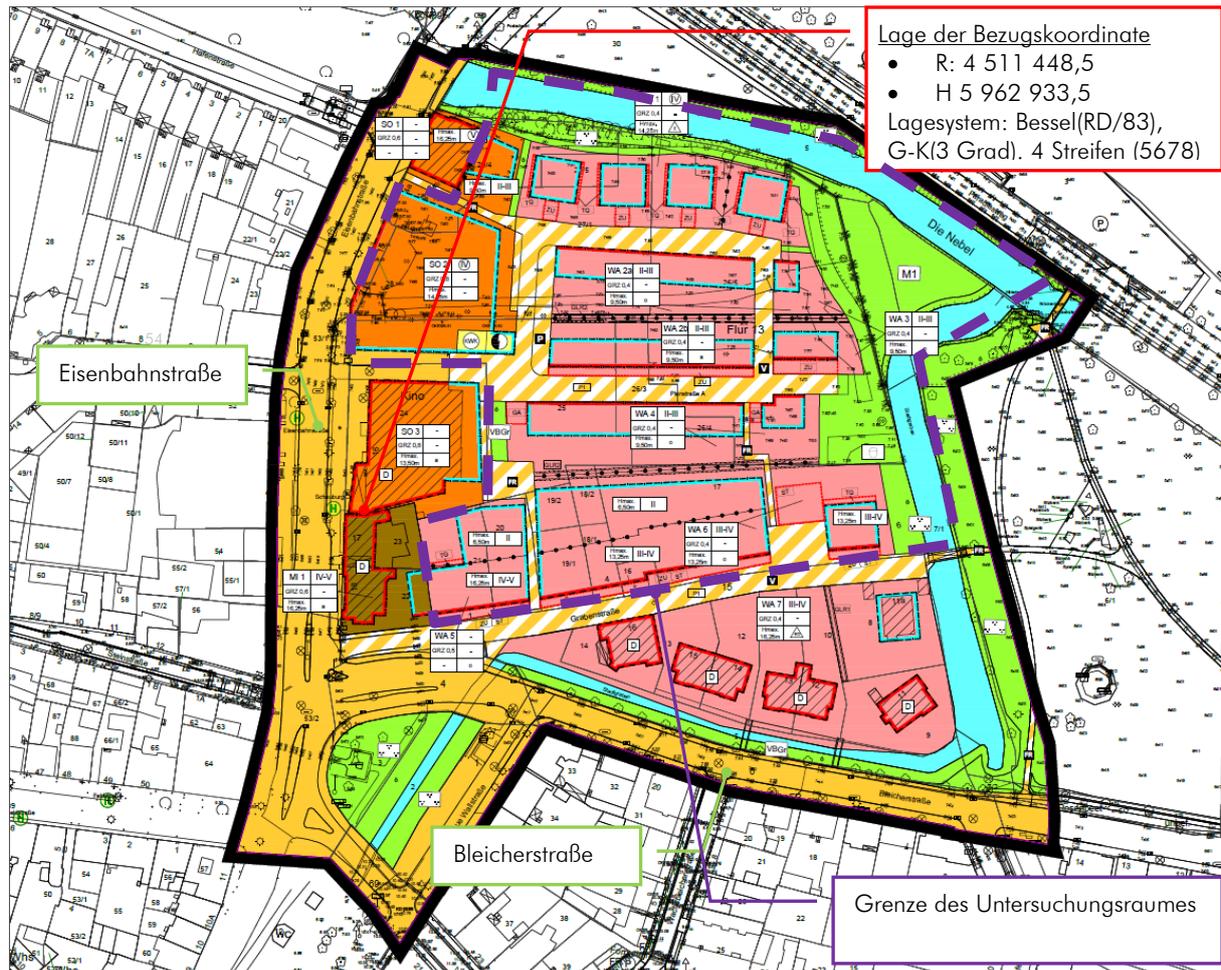


Abbildung 1 Lage des Vorhabens, Grenzen des Untersuchungsobjektes (Quelle: B- Plan; Stand 19.02.2016)

Bei den angegebenen Grenzen sind die etwa im Abstrom befindlichen Schutzgüter mit zu betrachten.

## 3.2 Historische Entwicklung und planungsrechtlich zulässige Nutzung der Flächen

### 3.2.1 Historische Recherche

Für die genauere Erfassung der altlastenrelevanten Rahmenbedingungen des Untersuchungsobjektes wurden vorhandene Gutachten/ Untersuchungen und die Angaben des AG ab ca. 1850 ausgewertet.

Die Auswertung der bisherigen historischen Entwicklung, welche bei Grundstücken mit einer derartig langen und vielfältigen Vorgeschichte in mehreren Schritten des Erkenntnisgewinns und der darauf aufbauenden weiteren Recherchen erfolgen muß, sind im Bericht „Ergebnis historische Recherche und Untersuchungsvorschlag“ der H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH vom 03.02.2017 (/U2/) zusammenfassend dargestellt. Auf diesen Bericht nebst der Anlage wird hinsichtlich der historischen Recherche und der Ergebnisse verwiesen.

Zusammenfassend konnten im Ergebnis der historischen Recherche die folgenden Erkenntnisse über die bisherige Nutzungshistorie und die sich daraus ergebenden Altlastenverdachtsbereiche und die dabei zu untersuchenden Verdachtparameter gewonnen werden.

- ca. 1890-1945: hier fand aus altlastenrelevanter Sicht hauptsächlich die Nutzung durch die metallverarbeitende Industrie (Waggonbau, van-Tongelsche-Eisengießerei) statt.
- 1945-heute: hier fand nach der Enteignung und Demontage der van Tongelschen Eisengießerei eine sehr vielfältige Nutzung statt. Diese unterschied sich sehr von der bis dahin dominierenden Nutzung.

Die vielfältige Nutzung des Gebietes bewirkte eine entsprechend als umfangreich zu bezeichnende Variationsbreite möglicher Schadstoffbefrachtungen des Untergrundes und der dabei gehandhabten, altlastenrelevanten Schadstoffe.

Auf der Grundlage der historischen Recherche wurde der Untersuchungsvorschlag für die Orientierende Untersuchung erarbeitet und mit den Projektbeteiligten abgestimmt. Er bildet so die Grundlage für die durchgeführten Untersuchungen.

Die durchgeführten Untersuchungen haben diesen Sachverhalt berücksichtigt.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Durchführung der Orientierenden Untersuchung herangezogenen Unterlagen.

Tabelle 1 verwendete Unterlagen

Unterlage	Bezeichnung/ Verfasser	Stand
U1.	B- Plan Nr. 77 der Barlachstadt Güstrow "Altstadt Nord - Teilbereich A - Stahlhof"/ Vorentwurf Auftraggeber	19.02.2016
U2.	Bericht „Ergebnis historische Recherche und Untersuchungsvorschlag“/ H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH	03.02.2017
U3.	„Auswertebereicht geotechnischer Unterlagen und Sondiererkundung zur Tragfähigkeit des Baugrundes“/ H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH	05.05.2017

### 3.2.2 Planungsrechtliche Nutzbarkeit des Untersuchungsraums

Die planungsrechtliche Nutzbarkeit des Untersuchungsgebietes ist auf der Grundlage des Vorentwurfs zum B-Plan Nr. 77 der Barlachstadt Güstrow /U1/ zu beurteilen. Die nach Rechtskraft des B-Planes flächenbezogen differenzierten Nutzungen sind dazu im Folgenden benannt.

Allgemeines Wohngebiet (WA 1-7):

- Wohngebäude; Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke.
- Ausnahmsweise: Handwerksbetriebe, die Gebiet versorgen und nicht stören; sonstige nicht störende Betriebe; Anlagen für Verwaltungen.
- Private Vorgärten sind zulässig.
- In WA 7 sind „für vorhandene Nutzungen, die nach den vorstehend getroffenen Festsetzungen unzulässig wären, eine geringfügige Erweiterung bis zu 10 % der Fläche, eine Nutzungsänderung oder eine Erneuerung der zulässigerweise errichteten baulichen Anlagen ausnahmsweise zulässig.“

Mischgebiet (M1)

- Wohngebäude, Geschäfts- und Bürogebäude, Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes, sonstige Gewerbebetriebe, Anlagen für Verwaltungen sowie für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke.
- Im Westen des Bebauungsgebietes sind ufernah Grünflächen vorgesehen. Dort soll auch ein Spielplatz mit Wasserspiel entstehen.

Sonstiges Sondergebiet (SO1) mit Zweckbestimmung „Dienstleistung und Verwaltung“

- Büro- und Geschäftsgebäude im Sinne §6 Abs. 2 Nr. 2 BauNVO.

- Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes nach §6 Abs. 2 Nr. 3 BauNVO.
- Anlagen für Verwaltungen sowie für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke nach §4 Abs. 2 Nr. 3 BauNVO.
- Sonstiges Sondergebiet (SO2) mit Zweckbestimmung „Parkhaus und Einzelhandel“ (§11 BauNVO)
- Zulässig im Erdgeschoss: Flächen für Ein- und Ausfahrt, Treppenhäuser Parkhaus, zudem:
- Einzelhandel: Lebensmittel, Medien/Unterhaltungselektronik, Kleinmöbel, Sportartikel, Sanitärwaren (§1 Abs 9 BauNVO),
- Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes nach §6 Abs. 2 Nr. 3 BauNVO,
- Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke nach §4 Abs. 2 Nr. 3 BauNVO,

sonstige Gewerbebetriebe im Sinne von §6 Abs. 2 Nr. 4 BauNVO.

- Zulässig im Erdgeschoss und 1. OG: Trafos, Blockheizkraftwerke, sonstige technische Anlagen zur Versorgung des Plangebiets.
- Zulässig im 1. bis 3. Obergeschoss: Parkhaus mit mind. 250 Stellplätzen (§9 Abs. 3 Satz 2 BauGB).

Sonstiges Sondergebiet (SO3) mit Zweckbestimmung „Kino“ (§11 BauNVO)

- Kinos, Gastro- und Verkaufseinrichtungen mit funktionalem Zusammenhang. mit Kino; sonstige, nicht störende Gewerbebetriebe nach §4 Abs. 3 Nr. 2 BauNVO.
- Stellplätze und Garagen
- Ebenerdige Stellplätze sollen wasser- und luftdurchlässig sein, Versickerungsbeiwert mind. 0,3.

Damit bestehen durch den Träger der Planungshoheit für das Untersuchungsgebiet sehr genaue Vorstellungen über die weitere Nutzung der Flächen. Dies ist für die weitere Beurteilung sehr hilfreich.

## 3.3 Umgang mit Schadstoffen

### 3.3.1 Zusammenfassung des Schadstoffportfolios

Das Untersuchungsgebiet ist durch eine über 100 Jahre andauernde industriell-gewerbliche Nutzung geprägt worden (siehe hierzu umfassend in /U2/).

Insbesondere die im 19. und 20. Jahrhundert stattgefundenen Nutzung des Gebietes für die altlastenaffinen Branchen

- Lederverarbeitung/ Gerbereien,
- Gießereien,
- Metallbe- und -verarbeitung

dürften dem Untersuchungsraum die Prägung gegeben haben.

Weiterhin sind aus der Folgenentwicklung des Gebietes die Branchen

- KFZ- Werkstätten und Fuhrparks, hier: PKW- Garagen,
- Transformatoren und Umformerstationen, hier: Transformatorenstationen für die lokale Versorgung des Gebietes mit Strom

zu nennen. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, ergänzend dazu die folgenden Einzelobjekte als Verdachtspunkte zu bewerten:

- Pumpstation der Fam. Winkelhausen,
- KFZ-Stellflächen der Fam. Winkelhausen,
- ggf. vorhandene Leichtflüssigkeitsabscheider.

Die Erkenntnisse wurden im Hinblick auf die relevanten Wirkungspfade in die Konzeption der Probenahmeplanung und der darauf aufbauenden Analytik einbezogen.

In diesem Zusammenhang sind auch die stattgefundenen Maßnahmen der Gewinnung von Gewerbebauflächen zu betrachten. Diese hatten das Ziel, die gewerbliche Nutzung des Grundstücks in östliche Richtung weiter auszudehnen und dabei die dort vorhandenen organogenen Böden zu überdecken und zu verdichten, um so möglichst setzungsarme Flächen für die Bebauung zu erlangen. Dabei sind offensichtlich auf dem Gelände nicht mehr benötigte Gebäude oder Abfallböden und -gemische aus anderen Herkunftsbereichen akquiriert und verwendet worden. Damit kam es zur weiteren Verteilung von belasteten Böden und Gemischen aus dem Gebiet und dem möglichen Eintrag von belasteten Fremdböden und -gemischen.

### 3.3.2 Altlastenverdachtsflächen und Vorschlag für die weiteren Untersuchungen, Diskussion der relevanten Wirkungspfade

Die für die Erkundung des vorhandenen Altlastenverdachts erforderlichen Untersuchungen haben sich unter Beachtung der vorhandenen Gesetze, Verordnungen und Empfehlungen am „Mustererlass der ARGEBAU zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und dem Baugenehmigungsverfahren“ der ARGE- Bau zu orientieren. Dieser Mustererlass weist im Kapitel 2.3 „Bebauungsplan“ auf die, im Falle vorhandener Bodenbelastungen im B- Planverfahren zu beachtender Gesichtspunkte hin.

Dabei gelten die Prinzipien des bauleitpanerischen Vorsorgeprinzips der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse genauso wie das Prinzip der planerischen Konfliktbewältigung. In diesem Zusammenhang muss der B-Plan Festsetzungen treffen, die zur Behandlung der Bodenbelastungen nach § 9 BauGB zulässig und geeignet sind. Durch den B- Plan dürfen eventuell erforderliche Maßnahmen auf Grund anderer Rechtsvorschriften, z.B. aus Gründen des Grundwasserschutzes, nicht erschwert werden. Dabei sind die Instrumente des Bauplanungsrechts nach § 9 BauGB zu nutzen.

Bei der Festsetzung von Nutzungen sind aus der Sicht des Bodenschutzes immer die jeweils sensibelsten Nutzungen für die Schutzgutbetrachtung heranzuziehen.

Dabei werden im Folgenden die Empfehlungen für die im Einzelnen zu betrachtenden Wirkungspfade gegeben. Die sich aus den Nutzungsabsichten der Barlachstadt Güstrow - unter Einbeziehung des Bodenschutzes - ergebenden Beurteilungspunkte werden im Folgenden diskutiert.

Grundsätzlich ist für die Bewertung von anthropogenen Bodenveränderungen das Bundesbodenschutzrecht unter Einbeziehung des Landesrechts die verbindliche Bewertungsgrundlage.

Dabei besteht das Ziel darin, nachhaltig die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der durch Altlasten verunreinigte Boden sowie hierdurch möglicherweise verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte so weit wie möglich vermieden werden.

Für das Untersuchungsgebiet ist daher eine Bewertung der vorhandenen Bodenbelastungen auf Grund der o.g. Gesetzes- und Vorschriftenlage vorzunehmen.

Die Bewertung erfolgt auf der Basis von Wirkungspfaden. Diese stellen schutzgut- und nutzungsbezogen vorhandene Schadstoffkonzentrationen festgelegten Prüfwerten gegenüber und ermöglichen so eine schutzgutbezogene Bewertung.

Folgende Wirkungspfade sind definiert:

- Wirkungspfad Boden – Mensch: Dieser ermöglicht die Bewertung von Schadstoffkonzentrationen im Boden hinsichtlich Wirkung auf den Menschen. Dafür sind verschiedene Nutzungen definiert. Dabei stellen Kinderspielflächen die höchsten und Industrie- und Gewerbegebiete die geringsten Anforderungen an vorhandene Bodenbelastungen. Der Wirkungspfad Boden – Mensch ist im Untersuchungsgebiet relevant und daher zu betrachten. Folgende sensible Nutzungen werden nach /U1/ dabei als worst-case-Ansatz aus gutachterlicher Sicht vorgeschlagen:

- Bereich Wohnen/ Mischgebiet: Nutzung Kinderspielflächen.

Da in der derzeitigen Phase der Planung noch keine abschließende Sicherheit über die notwendigen Eingriffe in den Bodenkörper, etwa durch Erschließungsmaßnahmen, Tiefgründungen der Häuser etc. vorhanden ist, wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen, bei den Bodenuntersuchungen die nutzungsabhängige Tiefenstaffelung nach Anhang 1, Tabelle 1 der BBodSchV bei der Beprobung nicht anzuwenden. Diese Herangehensweise trägt nicht zuletzt auch dem im „Mustererlass der ARGEBAU zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und dem Baugenehmigungsverfahren“ (ARGEBAU, 2001) Rechnung.

- Wirkungspfad Boden – Nutzpflanze: Dieser ermöglicht die vorsorgliche Bewertung von Schadstoffkonzentrationen, die zu einer direkten Schädigung von Nahrungspflanzen oder in der weiteren Nahrungskette auch der Menschen führen können. Dieser Wirkungspfad wird für den geplanten Bereich „Wohnen“ als relevant eingeschätzt und ist daher für die im Ergebnis der historischen Recherche herausgearbeiteten Verdachtsparameter zu betrachten. Hierbei ist bei der Analytik besonders auf die z.T. abweichenden Aufschlussverfahren für einzelne Parameter zu achten. Wegen der bereits beim Wirkungspfad Boden – Mensch diskutierten umfangreichen Bodenbewegungen wird es aus gutachterlicher Sicht nicht für sinnvoll erachtet, diesen Wirkungspfad bereits jetzt zu betrachten. Dies sollte nach der Durchführung der Untersuchungen nochmals überprüft werden. Diese erfolgt im Kapitel 8.3.3 ab der Seite 69.
- Wirkungspfad Boden – Grundwasser: Dieser ermöglicht die vorsorgliche Bewertung von Schadstoffkonzentrationen, die zu einer direkten Schädigung des Grund- und Oberflächenwassers führen können. Aus den bisherigen Stellungnahmen der zuständigen Behörden zum Planvorhaben (siehe hierzu /U2/) ist zu entnehmen, dass sich das Gebiet hydrologisch im Bereich besonderer Schutzanforderungen befindet. Diese ergeben sich durch die unmittelbar angrenzend vorbeifließenden, nach der WRRL berichtspflichtigen Gewässer, und die Lage in der

Trinkwasserschutzzone. Aus diesem Grunde wird dieser Wirkungspfad ebenfalls als untersuchungsrelevant eingeschätzt. Es wird empfohlen diesen bei der weiteren Gefährdungsabschätzung ebenfalls zu betrachten.

Dabei können aus gutachterlicher Sicht für den Fall, dass qualifizierte Sickerwasserproben nicht gewinnbar sind, auch Grundwasserproben verwendet werden. Diese sollen entsprechend der geltenden Hinweise der Grundwasser-Richtlinie für die Beobachtung und Auswertung, Teil 3 (LAWA, 1993) als Pumpproben gewonnen werden und unter Anwendung der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004) bewertet werden.

Die Grundlage für die sich daraus im Rahmen dieser orientierenden Untersuchungen ergebenden Empfehlungen wird durch die hier vorgeschlagenen Untersuchungen gebildet.

In der Anlage 4-4 der Unterlage /U2/ sind die sich aus dem bisherigen Kenntnisstand nutzungsbezogen ableitbaren Altlastenverdachtsflächen (ALFV) mit Ihren, nach o.g. Methodik, maßgeblichen Verdachtsparemtern den mit der städtebaulichen Neuordnung des Gebietes geplanten Nutzungen gegenübergestellt worden. Dabei wurden die bisherigen Untersuchungsergebnisse mit einbezogen. Aus dieser Gegenüberstellung ergeben sich nun die möglichen Untersuchungspunkte zur weiteren Erkundung der Altlastenverdachtsflächen (ALVF).

Diese Untersuchungsbereiche wurden auf das Vorhandensein von bereits vorhandenen Erkundungsergebnissen und deren Aktualität und deren untersuchtem Parameterumfang abgeprüft.

Grundsätzlich wurde insbesondere bei kohlenwasserstoffbürtigen Verdachtsparemtern die Aktualität der vorhandenen Untersuchungen als nicht ausreichend eingeschätzt. Diese Verdachtsparemter können seit dem Untersuchungszeitraum inzwischen deutlich verändert oder auch gänzlich abgebaut sein, sie sind daher aktuell zu prüfen.

Es wird aus gutachterlicher Sicht weiterhin vorgeschlagen, die Analytik dabei für die zu untersuchenden Verdachtsparemter auf der Grundlage der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) durchzuführen. Diese Vorgehensweise versetzt den Auftraggeber zugleich in die Lage, die weitere Verwertung der möglicherweise aus dem Baugebiet zu entfernenden Böden abschätzen zu können. Sie führt für das Ergebnis der Untersuchungen zu keinen signifikanten Verschlechterung der Untersuchungsergebnisse gegenüber der Analytik nach der BBodSchV.

Für die Parameter des Wirkungspfades Boden- Grundwasser wird dabei vorgeschlagen, die Proben mittels Grundwassermessstellen als Pumpproben aus dem Grundwasser zu gewinnen. Bei der Beurteilung der Analytik sollten aus gutachterlicher Sicht auch die LAWA- Empfehlungen für die Erkun-

dung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (01/1994) mit herangezogen werden. Diese Empfehlungen stellen eine erprobte Beurteilungsgrundlage für schädliche Veränderungen des Grundwassers dar, sie bieten mit der darin enthaltenen Tabelle 3 zugleich die Möglichkeit, auch Feststoffbelastungen im Boden aus der Sicht der dadurch möglichen schädlichen Veränderung des Grundwassers zu erfassen und zu bewerten. So ist, ausgehend von den Schadstoffuntersuchungen im Feststoff, eine stufenweise Untersuchung mit einer höheren Aussagegenauigkeit möglich. Dabei werden, ausgehend von den für das Grundwasser schadstoffrelevanten Belastungen des Bodens die Grundwassermessstellen geplant und positioniert. So ist eine genauere Abbildung der im Gebiet möglicherweise vorhandenen Schadstoffherde und deren Wirkungen auf das Schutzgut Grundwasser möglich.

Für die Grundwasseruntersuchungen sollten neben einem Anstrompegel mehrere Abstrompegel die Wirkung des Bodens auf das Grundwasser ausreichend erkennbar machen und ggf. vorhandene Vorbelastungen im Anstrom aufzeigen. Dabei sind die im Gebiet vorhandenen Grundwasserstockwerke bei der Probenahmeplanung zu berücksichtigen.

Für die Untersuchungen kommen damit die folgenden Parameter mit den folgenden Beurteilungswerten zur Anwendung:

Tabelle 2 Vorschlag Untersuchungsparameter mit den Beurteilungswerten im Boden, in mg/l

Parameter	<u>Boden-Mensch</u> Kinderspielplätze Prüfwert	<u>Boden-Mensch</u> Wohnen Prüfwert	<u>Boden-Mensch</u> Park- und Freizeitanlagen Prüfwert	<u>Boden-Nutzpflanze</u> (Ackerbau/ Nutzgarten) Prüfwert	<u>Boden-Nutzpflanze</u> (Ackerbau/ Nutzgarten) Maßnahmewert
Arsen	25	50	125	200 *3)	-
Blei	200	400	1.000	0,1	-
Cadmium	10 *1)	20 *1)	50	-	0,04/0,1 *4)
Cyanide	50	50	50	-	-
Chrom	200	400	1.000	-	-
Nickel	70	140	350	-	-
Quecksilber	10	20	50	5	-
Benzo(a)pyren	2	4	10	1	-
Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> ) *2)	0,4	0,8	2	-	-

1) In Haus- und Kleingärten, die sowohl 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.

2) Soweit PCB-Gesamtgehalte bestimmt werden, sind die ermittelten Messwerte durch den Faktor 5 zu dividieren.

3) Bei Böden mit zeitweise reduzierenden Verhältnissen gilt ein Prüfwert von 50mg/kg Trockenmasse.

4) Auf Flächen mit Brotweizenanbau oder Anbau stark Cadmiumreicherer Gemüsearten gilt als Maßnahmenwert 0,04 mg/kg Trockenmasse; ansonsten gilt als Maßnahmenwert 0,1 mg/kg Trockenmasse.

Auf die Festlegung von nutzungsbezogenen Tiefenbereichen bei der Untersuchung soll aus den im Kapitel 3.2.2 unter dem Begriff „Tiefenstaffelung“ auf der Seite 18 erläuterte vorsorgende Herangehensweise in dieser Phase verzichtet werden.

Tabelle 3 Vorschlag Untersuchungsparameter mit den Beurteilungswerten im Grundwasser, in  $\mu\text{g/l}$

Parameter	GrwV SW	unterer Prüfwert	oberer Prüfwert	unterer Maßnahmewert	oberer Maßnahmewert	Prüfwert BBodSchV	GFS <sup>1</sup> LAWA
Arsen	10	2	10	20	60	10	10
Blei	10	10	40	80	200	25	7
Cadmium	0,5	1	5	10	20	5	0,5
Chrom, ges	-	10	50	100	250	50	-
Kupfer	-	20	50	100	250	50	14
Nickel	-	15	50	100	250	50	14
Quecksilber	0,2	0,5	1	2	5	1	0,2
Zink	-	100	300	500	2000	500	58
Cyanid, ges	-	30	50	100	250	50	50
Cyanid, frei	-	5	10	20	50	10	5
PAK, ges	-	0,1	0,2	0,4	2	0,2	0,2
LHKW, ges	-	2	10	20	50	10	20
PCB, ges	-	0,1	0,5	1	3	0,05	0,01
MKW	-	100	200	400	1000	200	100
BTEX, ges	-	10	30	50	120	20	20

Die ermittelten Schadstoffkonzentrationen sind demgemäß den Beurteilungswerten gegenüberzustellen und die sich ergebenden Hinweise abzuleiten.

Die Untersuchungspunkte für das Grundwasser sollen aus Kostengründen möglichst mit den aus geotechnischer Sicht erforderlichen Rammkernsondierungen kombiniert werden.

### 3.4 Vorhandene Gutachten

Die zum Untersuchungsobjekt recherchierten und eingesehenen Gutachten sind in der Tabelle 1 auf der Seite 13 benannt.

<sup>1</sup> Geringfügigkeitsschwellen entsprechen dem Stand der „Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004)“

## 4. Regionale und lokale Situation

### 4.1 Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet gemäß Abbildung 1 auf der Seite 12 befindet sich zentral gelegen in der Stadt Güstrow im Landkreis Rostock. Im Norden grenzt die Nebel an das Erschließungsgebiet, im Osten der Stadtgraben, im Süden die Grabenstraße und im Westen die Eisenbahnstraße bzw. vorhandene Privatgrundstücke. Im weiteren Verlauf schließen sich nach Süden und Westen Wohngebiete an, im Osten der Rosengarten. Etwas nördlich befindet sich der Bahnhof und auf dem gegenüberliegenden Ufer der Nebel verlaufen der Paradiesweg sowie die Bahngleise der Bahnstrecke Rostock-Güstrow-Berlin.

Gegenwärtig befindet sich auf dem Gelände, an der Eisenbahnstraße gelegen, ein Kino, ein Parkplatz, das ehemalige Reichsbahngebäude sowie im Kreuzungsbereich zur Grabenstraße zwei Wohnbauten. Diese Gebäude sollen nach dem Stand der B-Planung bestehen bleiben. Im Osten befindet sich eine Stützmauer, welche das Gelände zum Stadtgraben abgrenzt und den vorhandenen Höhensprung des Geländes abstützt.

Die Morphologie des Erschließungsgebietes ist relativ eben und weist geodätische Höhen zwischen etwa 7,1 m HN bis 8,0 m HN auf. Am Ufer des Stadtgrabens fällt die Höhe bis auf 5,0 m HN ab. Im nördlichen Erschließungsgebiet fällt die Höhe am Ufer der Nebel bis auf 4,6 m HN ab.

Die Koordinaten des Untersuchungsobjektes lauten:

Tabelle 4 Koordinaten des Standortes

<b>Bezugssystem</b>	<b>Bessel(RD/83), G-K (3 Grad). 4 Streifen, EPSG-Code 5678</b>	
	R: 4 511 448,5	H: 5 962 933,5

### 4.2 Geologie

Der Standort befindet sich im Bereich der Eisrandlage des W3-Stadiums der Weichselkaltzeit (Mecklenburger Stadium). Geschiebeablagerungen des W3-Stadiums stehen im nördlichen Stadtgebiet an. Nach Osten, Süden und Westen stehen Geschiebeablagerungen des W2-Stadiums (Pommersche Stadium) an.

Der Untersuchungsbereich liegt in der Landschaft des „Flach- und Hügellandes zwischen Warnow und Recknitz“. Das Umfeld von Güstrow befindet sich in einem Tal, welches vermutlich als Gletscherzungenbecken gebildet worden ist und nach Rückzug des W 2 – Gletschers durch einen

Schmelzwassersee überflutet war. Daher überlagern glazilimnische Ablagerungen die Geschiebeformationen im Stadtgebiet.

Typisch für den Standort sind periglaziäre Talsande und Beckensedimente des Weichselglazials. Im Bereich der Flussläufe sind Niedermoortorfe vorkommend. Zum Liegenden stehen der Geschiebemergel und feinkörnige Schmelzwassersande der Saale-Kaltzeit an. Der Geschiebelehm zeigt teilweise eine sandige Lithofazies. Durch die Siedlungstätigkeit des Menschen wurden Veränderungen der oberflächennahen Bodenschichten vorgenommen, was im Regelfall mit der Ablagerung von anthropogenen Aufschüttungen verbunden ist.

Die nach der Eiszeit einsetzende Bodenbildung führte zur Entstehung humoser Horizonte und in Gebieten mit guter Entwässerung zu kalkfreien Bereichen im Oberboden. Holozäne Ablagerungen, bestehend aus organischen Sanden, Torf, Mudden und anthropogen Aufschüttungen, sind am Untersuchungsstandort oberflächennah mit Mächtigkeiten zwischen 2,0 bis zu 6,0 m erkundet worden. Der pleistozäne Untergrund wird durch Beckenablagerungen, bestehend aus Feinsanden und Mittelsanden, über der darunter anstehenden Geschiebeformation geprägt. Die Geschiebeformation wurde nicht erbohrt.

Zusammenfassend kann aus den vorliegenden Aufschlüssen für den Standort die folgende Baugrundschichtung abgeleitet werden:

Tabelle 5: Baugrundsichtung des Standortes

Nr.	Schicht (Beschreibung)	Lagerung bzw. Konsistenz	Liegendgrenze [m u. GOK] <sup>2</sup>			
			Nord- westliches Baufeld	Süd- westliches Baufeld	Östliches Baufeld	Uferbereich Stadtgraben
			[U8] RKS 1+4+5+6; [U9] S1	[U8] RKS 8+10; [U9] S4	[U8] RKS2+3+7 +9+11+12; [U9] S2+S3	[U22] BS 1-5
1	<b>Aufschüttung</b> Mittelsand, Feinsand, Reste von Schlacke, Bau- schutt und Ziegeln, teils humos bis stark humos, teils schluffig bis stark schluffig)	locker bis mit- teldicht, stel- lenweise dicht	1,5 bis 2,6 m	1,4 bis >1,7 m	1,5 bis 2,5 m	2,1 bis 3,1 m
2	<b>Humoser Boden</b> (Feinsand, humos) Nur in RKS 7 [U8], S1 und S3 [U9] und BS 4 [U22] beschrieben	locker	3,1 bis 3,5 m	-	1,8 bis 2,8 m	3,0 m
3	<b>Torf, Mudde, Torf-Sand- Wechselagerung</b>	weich bis steif	3,4 bis 6,7 m	-	3,5 bis 5,0 m	2,2 bis 4,5 m
4	<b>Beckensande</b> (Feinsand, Mittelsand, teils schluffig bis stark schluffig, stellenweise Torfbänder, Grobsandla- gen)	mitteldicht	>8,0 m	>8,0 m	>8,0 m	>6,0 m

Die Aufschüttung enthält mineralische und nicht mineralische Bestandteile und ist in Mächtigkeit (1,4 – 3,1 m) und Zusammensetzung sehr variabel. Stellenweise wurde die Aufschüttung nicht durchteuft (RKS 5 und RKS 10 [U8]). Oberflächennah ist die sandige Aufschüttung humos bis stark humos und enthält im gesamten Baufeld Reste von Ziegeln und Schlacken. Diese wurden im nördlichen Baufeldabschnitt zwischen der Eisenbahnstraße bis zum Stadtgraben festgestellt.

Humoses Substrat wurde nur vereinzelt entlang der Uferbereiche der Nebel und des Stadtgrabens beschrieben.

Die stark organischen Substrate Torf und Torfmudde sind fast im gesamten Baufeld anzutreffen, mit Ausnahme des südwestlichen Areals. Dort wurden diese Schichten bis in Sondiertiefen von 5,0 m bzw. 8,0 m unter GOK nicht angetroffen. Im übrigen Baufeld wurden Torfe bzw. Torf-Sand-

<sup>2</sup> Die Tiefenangaben beziehen sich auf die maximale Liegendgrenze der Schicht im jeweiligen Teilbereich; es können Abweichungen zu einzelnen RKS auftreten.

Wechselagerungen zwischen 0,7 – 3,5 m Mächtigkeit festgestellt. Stellenweise sind geringmächtige Torfbänder den Beckensanden zwischengeschaltet.

Im Liegenden der Aufschüttung und des humosen Oberbodens folgen die mitteldicht gelagerten Beckensande, welche nicht durchteuft wurden.

Infolge von möglichen Unstetigkeiten innerhalb der Baugrundsichtung können lokale Abweichungen zum dargestellten Typusprofil auftreten (z.B. Querung von Leitungsgräben). Eine sichere Ausgrenzung des Schichtenverlaufes in der Fläche kann schlussendlich erst nach Aushub der Baugruben vorgenommen werden. Es wird deshalb eine Abnahme der Gründungssohlen / Baugrubensohlen durch einen Baugrundsachverständigen empfohlen.

### 4.3 Hydrogeologie

Für das Gebiet ist wegen der unmittelbaren Nähe zu strukturbestimmenden Gewässern und Schutzgebieten die Beachtung der hydrogeologischen Rahmenbedingungen von essentieller Bedeutung. Diese Schutzgebietskulisse ist nach den vorliegenden Unterlagen bisher nur randlich erwähnt worden. Sie wird daher im Zuge der Orientierenden Untersuchung kartographisch abgebildet. Sie wurde für die Untersuchungsplanung und Auswertung mit einbezogen.

Folgende Schwerpunktthemen wurden dabei erfasst und ausgewertet.

- Lage von Trinkwasserschutzzonen,
- Geschützteitsgrad des Grundwassers, Empfindlichkeit gegenüber eindringenden Schadstoffen,
- Grundwasserflurabstand im Gebiet,
- Artesik,
- Grundwasserneubildung.

Diese Themen sind auf der Grundlage des Kartenprotokolls des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG) in der Anlage 4.1 zusammenfassend abgebildet.

Folgende Hinweise sind der Anlage 4.1 zu entnehmen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Trinkwasserschutzzone III der Oberflächenwasserfassung Warnow. Es weist nur im westlichen Bereich einen mittleren Schutz des Grundwasserleiters auf, der übrige Bereich, der mehr als 90% der Gesamtfläche ausmacht, weist geologisch nur einen geringen Schutz des Grundwasserleiters vor eindringenden Schadstoffen auf.

Im Gebiet ist nur ein sehr geringes Grundwassergefälle und damit nur eine geringe Grundwasserndynamik vorhanden. Der Grundwasserflurabstand wird an der südlichen Grenze des Untersu-

chungsraumes mit 7 m üHN angegeben, damit ist er auf der Grundlage dieser Quelle als sehr oberflächennah einzuschätzen

Die folgende Abbildung zeigt darüber hinaus die Themen „Grundwasserneubildung“ und „Artesik“.



Abbildung 2 Darstellung Artesik und Grundwasserneubildung für das Gebiet (Quelle: Kartenportal des LUNG)

Daraus kann abgeleitet werden, dass das Auftreten von artesisch gespanntem Grundwasser im Untersuchungsraum möglich und zu erwarten ist.

Die für das Gebiet geschätzte Grundwasserneubildungsrate liegt bei >200 bis 250 mm p.a. und damit im oberen Bereich der durch das LUNG ermittelten möglichen Grundwasserneubildungsraten.

Damit können die folgenden Schlußfolgerungen für die weitere Planung und Durchführung der Orientierenden Untersuchung gezogen werden.

Das Untersuchungsgebiet ist hinsichtlich des Schutzgutes Grundwasser als ein höherwertiges Gebiet zu bezeichnen. Diese Aussage stützt sich auf den Status der Trinkwasserschutzzone III (OW) und die hohe Grundwasserneubildung im Gebiet.

Gleichzeitig besteht nach der ausgewerteten Quelle nur ein geringer Schutz des Grundwassers gegen eindringende Schadstoffe.

Daraus schlußfolgernd wird vorgeschlagen an den Wirkungspfad Boden- Grundwasser hohe Anforderungen zu stellen. Dabei ist in die Betrachtungen mit einzubeziehen, dass es sich bei der Trinkwasserschutzzone um eine Oberflächenwasserschutzzone handelt. Die dafür nach gutachterlicher Einschätzung relevanten Gewässer sind im Sinne des „Ortes der Beurteilung“ (OdB)

die Nebel an der Nordseite des Untersuchungsraumes und

der Stadtgraben an der Süd- und Ostseite des Untersuchungsraumes.

Daher sind Boden- und Grundwasserbelastungen, die keinen Weg in die relevanten Gewässer finden können, aus gutachterlicher Sicht weniger relevant. Diese Belastungen sind beispielweise durch überwiegend kolloidal gebundene PAK<sub>16</sub>- Einzelparameter gebildet. Diese besitzen nur eine geringe Löslichkeit und können so nicht in die fluide Phase übergehen. Damit werden sie als in der Bodenmatrix festgelegt betrachtet da sie nicht in die Gewässer und damit letzten Endens in die weiteren Trinkwasserschonen der Schutzzonenkaskade verfrachtet werden.

In die weiteren Betrachtungen sind weiterhin die folgenden Sachverhalte einzubeziehen.

- Veränderungen in der Grundwasserneubildung durch die zu erwartende Neuversiegelung der Flächen, dabei kommt es durch die Überbauung mit den notwendigen Infrastrukturanlagen und den Gebäuden und privaten Stellflächen zu einer verstärkten Aufnahme von Niederschlägen in rohrgebundenen Systemen und die direkte Ableitung, vermutlich in die umliegenden Gewässer. Dadurch können die so gefassten Niederschläge der Passage durch den Bodenkörper entzogen werden. Sie können so die im Boden vorhandenen Schadstoffe nicht lösen und verfrachten. Weiterhin besteht bei diesem Abwasser vor der Einleitung in das Gewässer die Möglichkeit der Reinigung.
- Schaffung von Wegsamkeiten durch die ggf. erforderlichen Tiefgründungen für die geplanten Gebäude, dabei ist zu berücksichtigen, dass auf Grund der in der Unterlage /U3/ dargelegten Untersuchungsergebnisse ein Großteil der geplanten Gebäude mittels Tiefgründung errichtet werden muss. Der Grund dafür sind die vorhandenen, nichttragfähigen organogenen Substra-

te. Diese Substrate, die aus altlastenrelevanter Sicht wegen ihrer geringen Durchlässigkeit und ihres Sorptionsvermögens eine Ausbreitungssperre für organische Schadstoffe darstellen, werden durch die Tiefgründungen perforiert. Damit werden für die im Gebiet vermuteten Schadstoffe neue Wegsamkeiten aus dem belasteten Sickerwasser in das möglicherweise wenig belastete Grundwasser geschaffen.

Die Schlußfolgerungen dieses Kapitels sind im weiteren Verlauf aus folgenden Gründen standortbezogen zu verifizieren: Die Datengrundlage (Kartenportal des LUNG) entspricht einem großmaßstäbigen Raster, damit sind aus diesen Daten Tendenzen, aber keine parzellenscharfen Aussagen zu gewinnen. Diese Aussagen können erst nach der Durchführung von Baugrund- und Altlastenuntersuchungen auf im unmittelbaren Untersuchungsraum gewonnen werden. Die eben zum Thema „Schaffung von Wegsamkeiten“ gegebenen Hinweise zur Sperrwirkung der nichttragfähigen organogenen Substrate unterstreicht diesen Hinweis.

#### 4.4 Hydrologie

Das Gebiet befindet sich im Bereich von berichtspflichtigen Gewässern entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Damit sind an die Einleitungen von Niederschlags- und Grundwasser besondere Anforderungen zu stellen, grundsätzlich müssen die europäischen Umweltqualitätsnormen, festgelegt in der „Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373)“, eingehalten werden.

Für die ganzheitliche Bewertung der vorhandenen Schadstoffsituation sind die folgenden Themen abzubilden und zu bewerten:

- Darstellung der Fließgewässer und Ihrer Einordnung im Rahmen der WRRL,
- Darstellung der Fließwege und des potentiell weiteren Schadstofftransportes in Gebiet höherer Schutzkategorien.

Diese Zusammenhänge sind ebenfalls der Anlage 4.1 zu entnehmen. Sie werden an Hand der folgenden Abbildung zusammenfassend dargestellt und darauffolgend interpretiert.

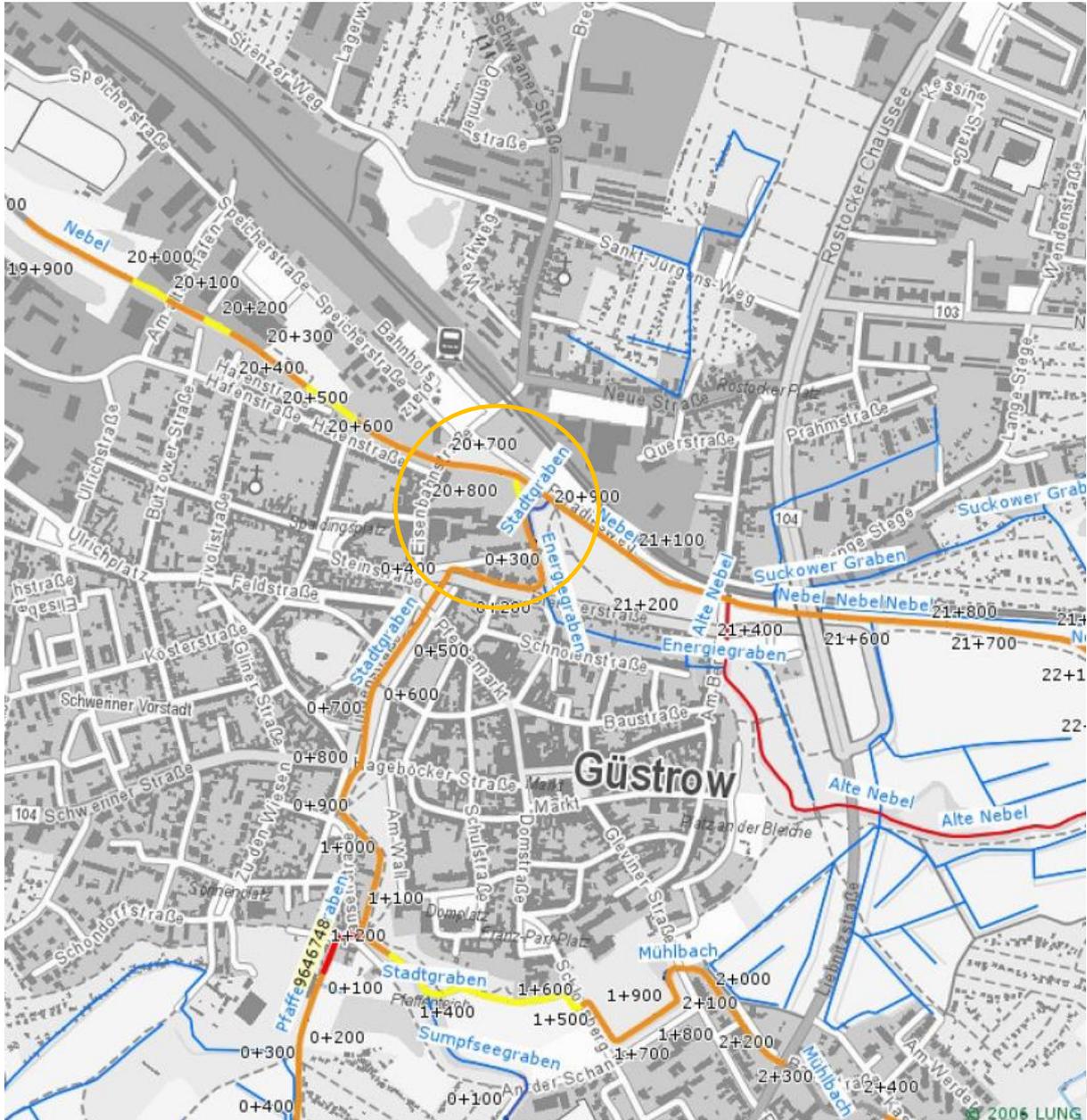


Abbildung 3 Darstellung Gewässer (Quelle: Kartenportal des LUNG)

- FGSK (aktuell):
-  Klasse 0: ohne Bewertung
  -  Klasse 1: sehr gut
  -  Klasse 2: gut
  -  Klasse 3: mäßig
  -  Klasse 4: unbefriedigend
  -  Klasse 5: schlecht
- 
- Widmung:
-  1.Ordnung/Bund
  -  1.Ordnung/Land
  -  2.Ordnung/WBV
  -  keine Ordnung/geringe Bedeutung
- 
-  Gewässerläufe
- 
- Routen GWK Stationen
- 
- Routen GWK:
-  WRRL: ja
  -  WRRL: nein

Abbildung 4 Darstellung Gewässer – Legende - (Quelle: Kartenportal des LUNG)

Das Untersuchungsgebiet wird in Auswertung der obigen Abbildungen von 2 Wasserrahmenrichtliniengewässern umströmt:

- der Nebel (Gewässerkennzahl LAWA-Route (kurz): 9646) und
- dem Stadtgraben (Gewässerkennzahl LAWA-Route (kurz): 964674).

Die Gewässer befinden sich im Untersuchungsraum auf der Grundlage der Fließgewässerzustandskartierung in einem unbefriedigenden Zustand. Bei der Bewertung von im Boden und im Grund- oder Sickerwasser vorhandenen Schadstoffen ist der Sachverhalt angemessen zu berücksichtigen, dass das Ziel der Gewässerentwicklung in Richtung eines guten bis sehr guten Zustandes besteht.

## 5. Durchgeführte Arbeiten

Die auf der Grundlage der in der Tabelle 1 auf der Seite 14 dargestellten Unterlagen durchgeführten Arbeiten sind in den folgenden Kapiteln zusammengefasst und darauffolgend zusammenfassend beschrieben und erläutert.

### 5.1 Beschreibung des Untersuchungsprogramms

Die Festlegung der Untersuchungspunkte und der dafür limitierenden Untersuchungsparameter erfolgt entsprechend der in der Anlage 4 zur Unterlage /U2/ herausgearbeiteten Altlastenverdachtsflächen. Auf diese Unterlage und die dort dargestellte Methodik bei der Ausgrenzung von Altlastenverdachtsflächen und der branchenbezogen abzuleitenden limitierenden Parameter wird verwiesen.

Im Vorfeld dazu wurden Baugrunderkundungen durchgeführt, diese sind in dem „Auswertungsbericht geotechnische Unterlagen zur Tragfähigkeit des Baugrundes“ der H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH vom 05.05.2017 /U3/ beschrieben und ausgewertet.

Diese Untersuchungen bildeten gleichzeitig die Grundlage für die weitere Präzisierung der Untersuchungsstandorte und der Festlegung der Errichtungspunkte für die Grundwassermessstellen (GWMS).

### 5.2 Sondierungen/ Bohrungen

Im Untersuchungsgebiet wurden insgesamt 17 Rammkernsondierungen (RKS 1/17 bis 17/17) abgeteuft. Diese dienten überwiegend der Erkundung der Baugrundverhältnisse und der vorhandenen Bodenschichtungen. Sie erkundeten gleichzeitig die Grundwasserstände und das Grundwasser- und Sickerwasseraufkommen für die Errichtung der aus altlastenrelevanter Sicht erforderlichen Grundwassermessstellen.

Die Schichtenverzeichnisse und -profile sind in der Unterlage /U3/ dargestellt. In der

Tabelle 5 auf der Seite 24 wird weiterhin die aus diesen Profilen resultierende grundsätzliche Bau-  
grundschichtung dargestellt. Auf eine erneute Beifügung dieser Unterlagen wird unter Verweis auf  
die Unterlage /U3/ verzichtet.

In die Probenahmeplanung flossen die folgenden Aspekte ein.

Für die Durchführung der als altlastenrelevanter Sicht erforderlichen Erkundungen wurde wegen  
der Heterogenität der vorhandenen anthropogen stark veränderten Böden die Aufschlußmethodik  
der Baggerschürfe gewählt. Diese Aufschlußmethodik ermöglicht einen deutlich umfassenderen  
Einblick in das vorhandene Bodeninventar, es öffnet sozusagen ein „Fenster in den Untergrund“.

Die Schürfe wurden an Hand der Unterlage /U2/, Anlage 4 und den darin ausgewiesenen Haupt-  
verdachtspunkten festgelegt und unter Bezugnahme auf die noch vorhandene Gebäudesubstanz  
und die dort vorhandenen Referenzpunkte mit einem Entfernungslaser vor Ort abgesteckt.

Insgesamt wurden so 13 Schürfe abgesteckt und unter der fachlichen Anleitung des Verfassers mit-  
tels Radbagger geöffnet. Die einzelnen Bodenschichten wurden nach organoleptischen Gesichts-  
punkten differenziert und getrennt in Haufwerken abgelegt. Diese Haufwerke dienten dann der ei-  
gentlichen Probenahme der Böden und Gemische. Die Probenahmen und die dabei angetroffenen  
Profile sind in den der Anlage 1 beigefügten Prüfberichten dokumentiert.

Die Schürfe bestätigen die durch die Rammkernsondierungen angesprochenen Bodenschichtun-  
gen. Sie zeigen jedoch gleichzeitig einen stellenweise hohen Fremdstoffanteil im Boden. Dabei sind  
komplette Fundamentbalken, Kabel, Ziegel- und Betonbruch aber auch partielle Beimengungen  
von Gewerbemüll feststellbar gewesen. Im Schurf 4 war weiterhin noch eine (Keller?-)Sohlplatte er-  
kennbar, die aus einer mit einem Asphaltdecke abgedeckten Ziegelschicht bestand.

Die Herstellung des Schurf 2 musste abgebrochen werden, da der Bagger, auch unter Beachtung  
der in der Nähe vorhandenen Gebäudesubstanz, die dort vorhandenen massiven Fundamente  
nicht bergen konnte.

Der nordöstlichen Bereiche der Fläche ist starkmächtig aufgeschüttet, hier war das Ziel der Gewin-  
nung von Lager- und Baufläche deutlich erkennbar. Dabei wurden neben Baumischabfällen mit  
Boden zunächst vermutlich auch Gießereisande verwendet. Dies war an Hand der über den Torf-  
schichten vorhandenen, gießereitypischen Sande gut auszuhalten. Diese Sande werden durch die  
beim Gießen des Eisens ablaufenden Prozesse mit den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasser-  
stoffen (PAK<sub>16</sub>) beaufschlagt. Dies führt bei großflächigen Ablagerungen zu den entsprechenden  
PAK<sub>16</sub> – Herden und Quellen.

### 5.3 Grundwassermessstellen

Wie u. A. im Kapitel 3.3.2 dargelegt, wird aus gutachterlicher Sicht für den Untersuchungsraum der Wirkungspfad Boden- Grundwasser als relevant eingeschätzt. Zur Erkundung von Schadstoffwirkungen auf diesem Wirkungspfad sind regelmäßig Grundwasserprobenahmen und deren Analytik erforderlich.

Aus den vorhandenen Daten des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG) (siehe hierzu auch die Abbildung 2 auf der Seite 26) wurde im Rahmen eines Grundmessprogramms die Lage der einzelnen Grundwassermessstellen (GWMS) vorgeschlagen und abgestimmt. In die Probenahmeplanung flossen weiterhin die Erkenntnisse aus der Baugrunderkundung zum Grund- und Schichtenwasservorkommen und den dabei aus alllastensachverständiger Sicht relevanten Bodenschichten ein.

Die GWMS sind mit der entsprechenden Probenahmetechnik durch einen erfahrenen Probenehmer grundsätzlich pumpbar.

Bei der Errichtung der GWMS wurden die während der Baugrunderkundungen erkannten und lage- und höhenmäßig genauer verifizierten Torfschichten einbezogen.

Die Torfschichten haben durch ihren hohen Organikanteil und das in ihrem Bereich herrschende spezielle Milieu die Eigenschaft, insbesondere organische aber auch anorganische Schadstoffe zu binden und sich mit ihnen zu beladen. Aus diesem Grunde ist grundsätzlich davon auszugehen und bei den Untersuchungen abzuprüfen, ob diese Wirkungspfad- unterbrechende Bodenschicht

- hier in der erwarteten Weise wirkt
- ggf. durch erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Torf- Fehlbereichen (welche insbesondere im Westen des Untersuchungsgebietes vorhanden sind) ggf. unterlaufen wurden.

Aus diesen Gründen wurden im Abstrom Oberpegel (OP)- GWMS errichtet, die die Beprobung der oberhalb der Torfschicht zulaufenden Sickerwässer ermöglichen. Weiterhin wurden an ausgewählten Punkten auch Unterpegel errichtet, diese sollen die Probenahme und Analytik des unterhalb der Torfschichten vorhandenen Grundwässers ermöglichen. Diese Pegel wurden insbesondere am Übergang des Grundwassers auf ein Fremdgrundstück errichtet, hierbei standen die das Gebiet umfließenden Gewässer mit ihrem „Ort der Betrachtung“ im Fokus der Untersuchungen.

Die richtige Positionierung der Messstellen ist entscheidend von der richtigen Ermittlung der Grundwasserfließrichtung abhängig. Hierfür wurden

- die GWMS 1/17 bis 6/17 durch das unmittelbar vor Ort ansässige und mit der Gebietsvermessung bereits langjährig befasste Vermessungsbüro Wagner-Weinke-Ingenieure; Grabenstraße 16; 18273 Güstrow lage- und höhenmäßig eingemessen,
- die Wasserspiegellage der das Gebiet umfließenden, und für den Grundwasserabfluß entscheidenden Gewässer ebenfalls durch das o.g. Vermessungsbüro bestimmt.
- Parallel dazu wurde mit geringem Vorlauf eine Stichtagsmessung der Grundwasserstände durchgeführt.
- Auf diesen Grundlagen aufbauend wurde das Grundwassermodell entwickelt und die Grundwasserfließrichtung bestimmt.
- Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass die Hauptfließrichtung der möglicherweise im Gebiet schadstoffbefruchteten Grundwässer in nördlich und östliche Richtung verläuft.

Im Ergebnis dieser Erkenntnisse wurde das vorhandene Messstellennetz durch eine weitere GWMS (die GWMS 7/17 als Unterpegel) ergänzt. Diese ermöglicht die Probenahme und Analytik der unterhalb der Torfschichten nach Osten in Richtung Stadtgarben ablaufenden Grundwässer.

Die Errichtung eines oberhalb der Torfschichten angeordneten Oberpegels war im Bereich der GWMS 7/17 nicht sinnvoll, da dort kein Bodenwasser vorhanden war. Dieser Sachverhalt hatte sich bereits bei den Vor-Ort-Erkundungen der Baugrunduntersuchung gezeigt, bei den im März 2017 durchgeführten Bohrarbeiten war ebenfalls nur ein sehr geringes Bodenwasserdargebot oberhalb der Torfschicht erkennbar gewesen. Da in der im Jahresverlauf höffigsten Zeit, dem Frühjahr, kein Bodenwasser vorhanden war, muß daher vermutet werden, dass der oberhalb der Torfe nach Ost gerichtete Grundwasserabfluß sehr gering bis nicht vorhanden ist. So wird aus gutachterlicher Sicht davon ausgegangen, dass der Ausbau der GWMS 7/17 mit einem deutlich teureren 4"- Pegel keine Grundwasserprobenahme ermöglicht hätte.

Für die weitere Eingrenzung der hydrogeologischen Reichweite des MKW- Schadens wurde ebenfalls eine zusätzliche Grundwassermessstelle errichtet (GWMS 8/17). In die Errichtung dieser Messstelle flossen auch die begonnenen Detailuntersuchungen mit ein. Dazu waren zur Ausgrenzung der Reichweite des MKW- Schadens weitere Rammkernsondierungen durchgeführt worden, welche die Grenzen der Bodenbelastungen besser abbildeten. Dabei wurde auch erkannt, dass sich die GWMS 4/17 in dem MKW- Schaden (Hot-Spot-Messstelle) befindet. Die GWMS 8/17 wurde demgemäß als Abstrommessstelle in einem Bereich errichtet, in dem organoleptisch keine Ausfälligkeiten mehr wahrnehmbar waren.

Die kartographische Darstellung dieser Zusammenhänge befindet sich in der Anlage 4.2.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die errichteten Grundwassermessstellen und deren Funktion.

Tabelle 6 Übersicht errichtete 2“-Grundwassermessstellen (Lageangabe im EPSG-Code 5678)

Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Funktion	Art	ROK	Ausbautiefe (muGOK)
GWMS 1/17	4.511.494	5.962.899	Anstrom	OP	9,12	4,00
GWMS 2/17	4.511.577	5.963.053	Abstrom	OP	8,52	4,12
GWMS 3/17	4.511.573	5.963.053	Abstrom	UP	8,50	5,92
GWMS 4/17	4.511.492	5.963.006	Hot-Spot MKW Schaden	OP	9,30	2,65
GWMS 5/17	4.511.517	5.963.058	Abstrom	OP	8,92	3,11
GWMS 6/17	4.511.521	5.963.050	Abstrom	UP	8,72	5,92
GWMS 7/18	4.511.631	5.962.941	Abstrom	UP	8,25	4,20
GWMS 8/17	4.511.510	5.963.004	Abstrom MKW- Schaden	OP	9,30	3,91

Legende:

- OP = Oberpegel
- UP = Unterpegel

#### 5.4 Bodenluftmessstellen

Bei den bisherigen Untersuchungen wurden keine Bodenluftmessungen durchgeführt. Diese Herangehensweise hatte sich im Ergebnis der durchgeführten historischen Recherche bestätigt, nach derzeitigem Sachstand ist die Durchführung von Bodenluftmessungen, etwa für die Erkundung von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) etc., nicht erforderlich.

#### 5.5 Vor-Ort-Messungen

Bei den Grundwasserprobenahmen wurden die Vor-Ort-Parameter im Rahmen von Vor-Ort-Messungen ermittelt.

Die Vor-Ort-Parameter bilden eine wesentliche Grundlage für die Interpretation der Grundwasseranalytik, sie sind daher unverzichtbarer Bestandteil der Grundwasserprobenahme.

Die Ergebnisse sind in den Probenahmeprotokollen der Anlage 4 abgebildet. Sie werden in den weiteren Kapiteln in die Auswertung der im Grundwasser gemessenen Stoffkonzentrationen einbezogen.

#### 5.6 Hydrogeologische Untersuchungen

Im Zuge der bisherigen Altlastenerkundungen wurden keine hydrogeologischen Untersuchungen durchgeführt.

## 5.7 Probenahmen

Die am 09.03 und 14.03.2017 durchgeführten Bodenprobenahmen aus den angelegten Schürfen bzw. einer Rammkernsondierung sind in den Prüfberichten der Anlage 1 dokumentiert.

Dabei wurden die folgenden Probenahmemethoden angewendet.

### Boden/ Bauschutt

- Die Probenahmen erfolgten grundsätzlich aus den nach organoleptischen Gesichtspunkten differenziert abgelegten Haufwerken der Schürfe. Diese Haufwerke konnten durch die bei der Herstellung der Schürfe permanent anwesenden altlastensachverständigen Fachbauleitung den Teufen zugeordnet werden, so war die Lage im Boden und die Mächtigkeit der beprobten Schichten jederzeit nachvollziehbar.
- Von diesem Grundsatz wurde bei den im Bereich des Schurfes 8 festgestellten MKW-Geruch abgewichen. Zur Vermeidung von Verlusten durch Ausgasungen wurde hier unmittelbar aus der Baggerschaufel die Probe gewonnen und sofort luftdicht und gekühlt verpackt. So konnte die Konzentrationsänderung durch Ausgasung möglichst gering gehalten werden.
- Die Probenahme der Böden erfolgte grundsätzlich in Drahtbügelgläser mit zusätzlicher Alufolienabdeckung. Bei den mit organischen Schadstoffen belasteten Böden (Schurf 8) wurde zusätzlich eine Headspace-Probe gewonnen und dabei zur Vermeidung von Ausgasungen die Bodenprobe mit Methanol überschichtet.
- Da der Schurf 2 auf Grund der massiven Hindernisse im Boden durch den verwendeten Radbagger nicht angelegt werden konnte, erfolgte hier am 14.03.2017 die Probenahme aus der Rammkernsondierung RKS 11/17.
- Die Probenahme von Bauschutt erfolgte entsprechend der Richtlinie für das Vorgehen bei der physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchung im Zusammenhang mit der Verwertung/ Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98; 12/2001), die für die gesamte Probenahme die methodische Grundlage bildete, wegen der Korngröße in einem 10 l – Eimer

### Grundwasser:

- Die Grundwasserprobenahmen gingen jeweils mit den Stichtagsmessungen für die Grundwasserstände einher.
- Die Grundwasserprobenahmen erfolgten nach der Herstellung der Grundwassermessstellen GWMS 1/17 bis 6/17 am 18.04.2017. Dabei konnten außer bei den GWMS 4/17 und 5/17 alle Probenahmen als Pumpproben ausgeführt werden. Bei den Schöpfproben war der Grund für die Probenahmeart das geringe Bodenwasserdargebot. Die Probenahme erfolgte am

18.04.2017 als 0- Messung, dabei wurden alle, aus den Ergebnissen der historischen Recherche resultierenden Verdachtsparameter analysiert.

- Auf der Grundlage der Analyseergebnisse dieser Verdachtsparameter und der Ergebnisse zur Verifizierung der Grundwasserfließrichtung (siehe hierzu auf Seite 33) wurde dann die GWMS 7/17 errichtet. Weiterhin wurde im Ergebnis der parallel angelaufenen Detailuntersuchungen des MKW- Schadens im organoleptisch unbeeinflussten Abstrom die GWM 8/17 errichtet. Am 28.06.2017 wurde in Abstimmung mit dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg in Rostock und der Unteren Bodenschutzbehörde des Lk Rostock eine weitere Probenahme aus dem gesamten Grundwassermessstellennetz durchgeführt. Hier konnten außer bei der im Quellterm des MKW errichteten GWMS 4/17 alle Probenahmen als Pumpproben ausgeführt werden. Bei der Schöpfprobe war der Grund für die gewählte Probenahmeart das geringe Bodenwasserdargebot.

## 5.8 Chemische Laboruntersuchungen

Die gewonnenen Proben wurden überwiegend der chemischen Analytik zugeführt.

Dabei wurde auf der Grundlage der Unterlage /U24/ Anlage das dort herausgearbeitete abgestufte Analyseprogramm durchgeführt.

Dieses Analyseprogramm war auf der Grundlage der im Ergebnis der historischen Recherche am Untersuchungspunkt herausgearbeiteten bisher stattgefundenen Nutzungen und der dabei unter Einbeziehung der branchentypischen Merkblätter potentiell gehandhabten Stoffe entwickelt worden. Es wurde mit den zuständigen Behörden abgestimmt und die gegebenen Hinweise berücksichtigt.

Die Analytik erfasste zu Beginn das gesamte erforderliche Untersuchungsspektrum. Nach der Vorlage der Analytik konnte dieses dann auf die herauskristallisierten Verdachtsparameter beschränkt werden.

Die Ergebnisse der chemischen Analytiken sowie die diesen zugrundeliegenden Analysevorschriften sind den Prüfberichten der Anlage 2 zu entnehmen.

Die Auswertungen der Analyseergebnisse nach den vergleichsweise heranzuziehenden Prüf- und Maßnahmewerten, Geringfügigkeitsschwellen und Schwellenwerten sind der Anlage 3 zu entnehmen.

## 5.9 Geophysikalische Messungen

Im Rahmen der bisherigen Untersuchungen wurden keine geophysikalischen Messungen durchgeführt. Dies wurde auch für diese Untersuchungen so fortgeführt.

## 5.10 Sonstige Untersuchungen

Im Rahmen der bisherigen Untersuchungen wurden keine sonstigen Untersuchungen durchgeführt.

## 6. Ergebnisse bisheriger Untersuchungen in Anpassung an die aktuelle Gesetzeslage

Die bisher gewonnenen Untersuchungsergebnisse wurden in der Unterlage /U2/ zusammenfassend dargestellt.

Zur einfacheren Nachvollziehbarkeit werden diese Ergebnisse im Folgenden nochmals zitiert. Die in Bezug genommenen Anlagen wurden dieser Orientierenden Untersuchung zur besseren Verständlichkeit und zur Vermeidung von Verwechslungen nicht beigefügt, dazu wird auf die Unterlage /U2/ verwiesen.

*„Die bisher gewonnenen Untersuchungsergebnisse wurden Form der Analyseergebnisse im Rahmen dieser 1. Stufe der Gefährdungsabschätzung erfasst und auf dieser Grundlage tabellarisch aufbereitet.*

*Die Ergebnisse wurden den relevanten Prüfwerten der BBodSchV und der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004) gegenübergestellt.*

*Dabei wurde hinsichtlich der Auswahl der relevanten Prüfwerte die im Kapitel 3.2.2 ab der Seite 14 diskutierte Herangehensweise gewählt.*

*Die Tabellen wurden diesem Bericht in der Anlage 3 beigefügt.*

*Relevante Prüfwertüberschreitungen wurden kartographisch in der Anlage 4 abgebildet.*

### 6.1 Boden

*Die gewonnenen Bodenproben wurden teufenunabhängig den Prüfwerten der BBodSchV, Wirkungspfad Boden - Mensch, Nutzungsart Kinderspielplätze gegenübergestellt. Dabei ist festzustellen, dass die vorliegenden Analysen für die gewählten Parameter nur an wenigen Punkten eine Überschreitung der Prüfwerte für Blei und Arsen belegen (siehe hierzu Anlage 4). Die Überschreitungen treten jedoch auch im oberflächennahen Bereich auf (RKS 7; RKS 9).*

*Die Ursachen für diese Überschreitungen können an dieser Stelle nur vermutet werden, sie sind eher dem Nutzungsabschnitt der Metallverarbeitung zuzuordnen.*

*Der Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze konnte auf Grund der vorliegenden Analyseergebnisse nicht betrachtet werden, da die Aufschlussverfahren der chemischen Analytik z.T. nicht den Vorgaben des Verordnungsgebers entsprechen.*

## 6.2 Wasser/ Sickerwasser

Die gewonnenen Proben wurden auf der Grundlage der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004) bewertet (siehe Anlage 3.2). Diese Bewertungsgrundlage wurde gewählt, weil die Proben als Schöpfproben aus dem Grundwasser gewonnen wurden. Das Grundwasser unterliegt nicht mehr dem Rechtsbereich der Bodenschutzgesetzgebung, sondern dem Wasserrecht, damit ist die o.g. Empfehlung Bewertungsgrundlage.

Folgende Probenahmen wurden durchgeführt:

Tabelle 7 durchgeführte Grundwasserprobenahme aus /U2/

Bezeichnung	Endteufe	Entnahmetiefe	Hinweis
RKS 1	8,00	2,55 - 8,00 m oberer GWL	Pumpprobe
RKS 7	8,00	2,40 - 8,00 m oberer GWL	Schöpfprobe
Betriebsbrunnen Winkelhausen	25,00 bis 30,00	ca. 25,00	Pumpprobe

Hinweis: Dem Gutachten liegen keine Ausbauprofile der eingebauten GWMS bei, daher sind die Entnahmetiefen an Hand der Endteufen der Rammkernsondierungen und dem ermittelten Grundwasserstand ausgewiesen worden

Die Gegenüberstellung der gewonnenen Grundwasserproben mit den Geringfügigkeitsschwellen zeigt bei allen Proben Überschreitungen der Schadstoffkonzentrationen der Schwermetalle im Grundwasser. Hier sind insbesondere die Parameter Blei, Zink und nachrangig Kupfer, Cadmium und Nickel zu nennen.

Bei den Messpegeln an der RKS 1 und 7 befinden sich statt der Schwermetalle die Konzentrationen der PAK<sub>16</sub> im Grundwasser oberhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerten der LAWA.

Die Ursachen für diese Überschreitungen sind wiederum eher in dem metallverarbeitenden Nutzungsabschnitt des Plangebietes zu suchen.

Dabei sind z.T. sehr deutliche Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen der LAWA festzustellen. Diese lagen unter den damaligen Verhältnissen und der Probenahmedurchführung (Schöpfproben) bei

- Blei: 26-fach,
- Cadmium: 6-fach,
- Kupfer: 60-fach,
- Nickel: 26-fach,

- Zink: 90-fach,
- PAK: 20-fach.

*Dabei ist insbesondere der Probenahmepunkt der RKS 7 (Schöpfprobe) als sehr auffällig zu bezeichnen, hier treten bei den o.g. Parametern die meisten Überschreitungen auf. Die Ursachen sind bei der Gefährdungsabschätzung zu ergründen.*

*Die in dem Betriebsbrunnen der ehemaligen Fa. Winkelhausen gemessene Zinkkonzentration oberhalb der Geringfügigkeitsschwelle wird durch den Gutachter mit dem Vorhandensein von verzinkten Steigleitungen im Brunnen begründet.*

*Die Überschreitungen belegen gleichzeitig, dass die von den zuständigen Behörden gegebenen Hinweise zur besonderen Beachtung der Wasserreinhaltung der weiteren Einbindung in das Planverfahren bedürfen.*

### **6.3 Luft**

*Zum Vorhabengebiet liegen keine Ergebnisse zu Bodenluftmessungen vor.*

### **6.4 Sonstige**

*Zum Vorhabengebiet liegen keine Ergebnisse zu sonstigen Erkundungen vor.“ Zitat Ende*

## **7. Untersuchungsergebnisse**

### **7.1 Boden**

Das vor Ort vorhandene, nach den oben genannten Grundsätzen beprobte und analysierte Boden- und Abfallinventar des Standortes wurde nach unterschiedlichen Verordnungen und Empfehlungen ausgewertet.

Für die im Rahmen dieser orientierenden Untersuchungen wurden die Vorsorge- und die Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (BMU, 1999) für den Wirkungspfad Boden – Mensch herangezogen. Diese bilden die Bewertungsgrundlage nach den bodenschutzrechtlichen Kriterien im Hinblick auf die geplante Nutzung der Flächen als Wohnbauland etc. (siehe hierzu Kapitel 3.2.2 ab der Seite 14)

Da für die geplante Nutzung des Gebietes und die damit verbundene öffentliche Erschließung des Geländes und den Hochbau umfängliche Bodenbewegungen erforderlich werden, bei denen die vorhandenen Böden und Gemische als Abfälle zu entsorgen sind, wurde zusätzlich die Bewertung

derselben nach den Empfehlungen der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) durchgeführt.

Im Folgenden werden in dieser Zweiteilung die damit in Verbindung stehenden Untersuchungsergebnisse zusammengefasst. Die Diskussion der sich daraus möglicherweise ergebenden Gefährdungen erfolgt im Kapitel 8 ab der Seite 58, die daraus aus gutachterlicher Sicht erforderliche weitere Vorgehensweise dann im Kapitel 9 ab der Seite 70.

Diese Erläuterungen dienen der zuständigen Ordnungsbehörde und der Bodenschutzbehörde als Entscheidungshilfe, sie ersetzen nicht die von dort ergehende Entscheidung.

### 7.1.1 Untersuchungsergebnisse aus der Sicht der bodenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen

Das hier einschlägige Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) und die darauf aufbauende Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) legt für die Prüfung von vorhandenen Bodenbelastungen 2 Prüfwege fest.

- Der erste Prüfweg beinhaltet den Abgleich der im Boden gemessenen Stoffkonzentrationen mit den Vorsorgewerten der BBodSchV. Werden dabei diese Vorsorgewerte überschritten, ist nach § 9 (1) BBodSchV in der Regel zu besorgen, dass im Untersuchungsgebiet schädliche Bodenveränderungen vorhanden sind.
- Der zweite Prüfweg beinhaltet den Abgleich der gemessenen Boden- und Grundwasserbelastungen mit den Prüfwerten der Wirkungspfade Boden – Mensch, Boden- Nutzpflanze (Hausgärten) und Boden- Grundwasser. Dabei sind die Prüfwerte nach §9(1) BBodSchG *„Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt“* Ende des Zitats. Hierbei erfolgt im Zuge des zweiten Prüfweges gegenüber den ersten Prüfweg der schutzgutbezogene Abgleich, d.h. die konkrete schutzgutbezogene Prüfung. Die für dieses Vorhaben relevanten Schutzgüter wurden ab der Seite 18 diskutiert und vorgeschlagen. Danach wurden die Wirkungspfade Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze und der Wirkungspfad Boden- Grundwasser für die weiteren altlastensachverständigen Untersuchungen als relevant eingeschätzt. Die Untersuchungsergebnisse zum Wirkungspfad Boden- Grundwasser werden im Kapitel 6.2 ab der Seite 40 weiter besprochen. Die Vorstellung der Ergebnisse für den Wirkungspfad Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze erfolgt im Folgenden.

Zunächst sollen jedoch die Ergebnisse der Bodenprobenahme und Analytik auf der Grundlage des **1. Prüfweges** erläutert werden. Die Analyseergebnisse sind in der Anlage 3.1 detailliert den Vor-

sorgewerten gegenübergestellt. Bei der Gegenüberstellung wird erwartungsgemäß erkennbar, dass in nahezu allen Bodenproben die Stoffkonzentrationen einzelner Parameter über den Vorsorgewerten der BBodSchV vorhanden sind. Dies betrifft überwiegend die vorhandenen Schwermetallkonzentrationen aber auch den Parameter Benzo(a)pyren als Einzelparameter der PAK<sub>16</sub>. Selbst bei organoleptisch als gering veränderte Böden einzuschätzende Schürfe wie Schurf 1 sind bei einzelnen Parametern Überschreitungen der Vorsorgewerte zu konstatieren.

Ausnahmen von dieser Feststellung bilden die folgenden Schürfe und Teufenbereiche.

Tabelle 8 Übersicht Schürfe und Teufenbereiche ohne Überschreitung der Vorsorgewerte

Schurf	Teufenbereich
4	2,0-2,3
12	1,0-2,2
11	2,0-2,7
9	0,3-1,8
RKS 11/17	0,5-1,5

Daraus ist aus gutachterlicher Sicht die Schlußfolgerung zu ziehen, dass das B-Plangebiet im untersuchten Bereich überwiegend schädliche Bodenveränderungen aufweist. Diese sind im Bereich der Aufschüttungen anzutreffen. Die Notwendigkeit zum kompletten Rückbau dieser schädlichen Bodenveränderungen ist im weiteren Verfahren abzu prüfen. Die Prüfung erfolgt in den weiteren Kapiteln.

Es wird daher unter Anwendung der Empfehlungen des „Mustererlass zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren“ ((ARGEBAU, 2001) vorgeschlagen, im Falle der Belassung der Böden im B-Plangebiet für die korrekte Darstellung dieses Sachverhaltes die entsprechende Kennzeichnung nach Verordnung über die Ausarbeitung der Bauleitpläne und die Darstellung des Planinhalts (Planzeichenverordnung - PlanZV) vom 18.12.1990, Anlage, Pkt 15.12 im B-Plan vorzunehmen.

Die tabellarische Auswertung der Untersuchungsergebnisse nach dem **2. Prüfweg** befindet sich ebenfalls in der Anlage 3.1.

Bei der Durchsicht dieser Daten ist festzustellen, dass die Überschreitungen der Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze hier die Ausnahme darstellen. Überwiegend werden die, nach dem Stand der BBodSchV festgelegten Prüfwerte nicht erreicht.

Die folgende Tabelle stellt die Bereiche dar, bei den Prüfwerte überschritten wurden.

Tabelle 9 Übersicht Schürfe und Teufenbereiche mit Prüfwertüberschreitungen des Wirkungspfades Boden – Mensch, Nutzung Kinderspielplätze

Schurf	Teufenbereich	Parameter	Konzentration	Überschreitung Prüfwert für Nutzung
1	0,0-0,8	Blei	358 mg/kgTS	Kinderspielplätze
3	0,0-0,6; 0,8-1,4	Blei	428 mg/kgTS	Wohnen
5	0,9-1,7	Benzo(a)pyren	2,0 mg/kgTS	Kinderspielplätze
7	0,0-0,8	Benzo(a)pyren	2,0 mg/kgTS	Kinderspielplätze
13	2,3-2,5	Arsen	83,9 mg/kgTS	Wohnen

Für die PAK<sub>16</sub> sind jedoch nach den Empfehlungen des Ständigen Ausschuss „Altlasten“ des LABO (ALA) vertiefende Überlegungen erforderlich. Die Notwendigkeit dafür ergibt sich aus folgenden Zusammenhängen.

Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) bestehen aus einer Vielzahl von Einzelverbindungen, ohne Berücksichtigung der ebenfalls zu den PAK zählenden Heteroatome geht man von ca. 660 Einzelverbindungen aus.

Aus diesen Einzelverbindungen wurde durch die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA 16 Einzelverbindungen in die Liste der „Priority Pollutants“ aufgenommen Diese 16 „EPA-PAK“ oder auch PAK<sub>16</sub> werden seitdem hauptsächlich und stellvertretend für die ganze Stoffgruppe der PAK<sub>660</sub> analysiert.

In der BBodSchV von 1999 sind für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) aus der Stoffgruppe der PAK bisher (lediglich) Prüfwerte für den Einzelparameter Benzo(a)pyren (BaP) festgelegt worden.

Diese sind in der folgenden Tabelle abgebildet.

Tabelle 10 Prüfwerte Wirkungspfad Boden – Mensch für PAK<sub>16</sub>, bezogen auf BaP

Nutzung	Kinderspielflächen	Wohngebiete	Parke- und Freizeitanlagen	Industrie- und Gewerbegebiete
Prüfwert (mg/kgTM)	0,5	1	1	5

Auf die Ableitung von Werten für andere PAK-Einzelsubstanzen und/oder eines Summenwertes wurde 1999 wegen der unzureichenden Datenlage verzichtet.

Im Zusammenhang mit der anstehenden Novellierung der BBodSchV wird nun die Aufnahme eines Prüfwertes angestrebt, der die toxische Wirkung aller PAK<sub>16</sub> berücksichtigt. Die toxikologischen Basisdaten dazu wurden in der Studie „Grundlagen für die Bewertung von Kontaminationen des Bodens mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Teile A und B“ von der FoBiG GmbH im Auftrag des UBA in 1999 (Teil B überarbeitet 2004) erstellt.

Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die toxische Wirkung üblicher PAK-Gemische im Boden am aussagekräftigsten dadurch bewertet werden kann, dass B(a)P als Leitsubstanz (Bezugssubstanz) für die kanzerogenen PAK betrachtet und bewertet wird. Dieses Konzept setzte sich gegen Alternativkonzepte, u.a. der Gewichtung des Gefährdungspotentials anderen Einzelsubstanzen mittels Toxizitätsäquivalent-Faktoren (TEF, wie bei PCDD/PCDF) durch, da letzteres ggf. zu einer Unterschätzung der Gemischwirkung führt.

Diese Vorgehensweise wurde mit Schreiben des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt M-V vom 13.04.2017 zur Anwendung bei der Untersuchung von altlastenverdächtigen Flächen und Verdachtsflächen in unserem Bundesland empfohlen.

Der Empfehlung folgend, wurden die gewonnenen Messwerte für die PAK<sub>16</sub> zusätzlich der Vorgehensweise unterzogen und in der Anlage 3.2 detailliert dargestellt.

Im Ergebnis dieser Prüfung können aus gutachterlicher Sicht die folgenden Hinweise zu den im Untersuchungsraum vorhandenen PAK<sub>16</sub>- Bodenbelastungen gegeben werden.

1. Die vorhandenen PAK<sub>16</sub>-Bodenbelastungen sind im Rahmen der o.g. Anwendungshinweise überwiegend prüffähig. Davon abweichend liegen bei einzelnen PAK<sub>16</sub> – Konzentrationen im Boden die Konzentrationen für den Einzelparameter BaP unterhalb der verfahrensbedingten Bestimmungsgrenze. In diesem Falle wurden die BaP und auch die übrigen 15 Einzelparameter, mit dem Wert der Bestimmungsgrenze in die Berechnungen einbezogen.
2. Im Ergebnis der durchgeführten Berechnungen liegen die folgenden PAK<sub>16</sub>-Konzentrationen über den Prüfwerten der Tabelle 10 für den Wirkungspfad Boden – Mensch .

Tabelle 11 Zusammenstellung Prüfwertüberschreitung PAK<sub>16</sub> auf BaP normiert (Schritt 1c)

Labornummer Probenahmenummer	317031605 PS-09-03- 17-02	317031606 PS-09-03- 17-05	317031655 PS-09-03- 17-06	317031664 PS-09-03- 17-09	317031695 PS-09-03- 17-11	317031712 PS-09-03- 17-16	317031723 PS-09-03- 17-18	317033114 KJ-14-03- 17-02
Schurf	8	3	4	5	7	13	9	RKS 11/17
Teufenbereich	0,0 - 1,1	0,0 - 0,6; 0,8 - 1,4	0,0 - 0,9	0,9 - 1,7	0,0 - 0,8	1,0 - 2,3	0,0 - 0,3	1,5-2,5
Abfallart	Boden, Bauschutt, Tragschicht	Boden, Bauschutt	Boden, Bauschutt	Boden, Bauschutt	Boden, Bauschutt, Tragschicht	Boden	Boden, Bauschutt	Boden, Bauschutt
PAK <sub>16</sub> -Konz. auf BaP normiert	1,5	0,65	1,1	2,0	2,0	1,0	0,58	1,2
Überschreitung Prüfwert für	WA	KiSpPl	WA	WA	WA	WA	KiSpPl	WA

Die folgende Abbildung zeigt punktuell, schurfbezogen die Lage der in der Tabelle 11 angegebenen PAK<sub>16</sub>-Prüfwert-Überschreitungen im Untersuchungsraum. Dabei sind die Überschreitungen des Prüfwertes für Kinderspielflächen rot und die Überschreitung des Prüfwertes für Woh-

nen gelb dargestellt. Ersichtlich wird, dass bei Überschreitungen überwiegend die mit höheren Schadstoffkonzentrationen verbundenen Prüfwerte für Wohnen überschritten werden. Die jeweils auf BaP normierten berechneten Werte sind an den einzelnen Überschreitungspunkten mit angetragen.

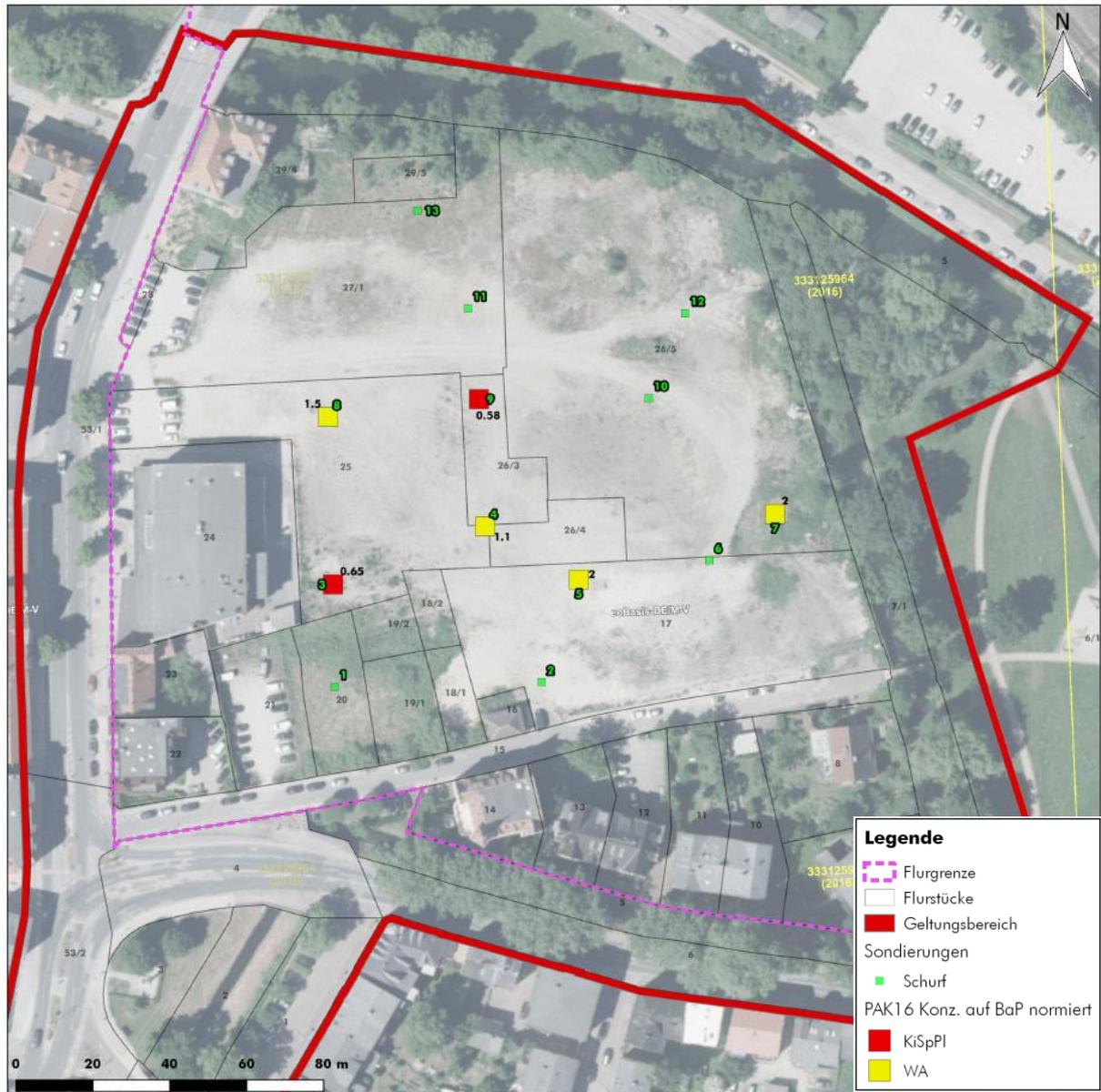


Abbildung 5 Lage der PAK<sub>16</sub>-Überschreitungen im Untersuchungsraum

Aus der Abbildung 5 wird erkennbar, dass die Überschreitungen der auf Benzo(a)pyren (BaP) normierten Prüfwerte überwiegend im zentralen Bereich des Gebietes vorhanden sind. Dabei ist auch darauf hinzuweisen, dass die Bodenproben für die Analysen überwiegend aus Teufenbereichen stammen, die außerhalb der nutzungsbezogenen Beprobungstiefe für den Wirkungspfad Boden – Mensch liegen. Wegen der eingangs benannten Gründe (Bautätigkeiten mit um-

fangreichen Bodenbewegungen) soll jedoch die Probenahme nicht auf den nutzungsbezogenen Tiefenbereich beschränkt bleiben.

3. Bei den, in der Tabelle 11 ausgewiesenen Überschreitungen sind Werte enthalten, die im Ergebnis des Prüfschrittes 1e (siehe Anlage 3) den Hinweis auf eine Risikoüber- oder -unterschätzung geben. Dies trifft nur für Proben zu, deren BaP-normierte PAK<sub>16</sub>-Konzentrationen unterhalb der Prüfwerte liegen. Bei diesen Proben ist jedoch überwiegend festzustellen, dass die BaP unterhalb der verfahrensbedingten Bestimmungsgrenze liegen und die PAK<sub>16</sub>-Konzentrationen ohnehin sehr gering sind. Daher wird diesen Abweichungen aus gutachterlicher Sicht keine weitere Beachtung geschenkt.
4. Für die in der Tabelle 11 ausgewiesenen Überschreitungen der BaP ist im Kapitel 8 eine Gefährdungsabschätzung durchzuführen und in deren Ergebnis weitere Maßnahmen festzulegen.

Die kartographische Darstellung aller Prüfwertüberschreitungen des Wirkungspfades Boden – Mensch, also einschließlich der in der Tabelle 9 auf der Seite 44 benannten, erfolgt in der Anlage 4.4.

## **7.2 Wasser/ Sickerwasser**

Im Gebiet ist aus gutachterlicher Sicht auch der Wirkungspfad Boden – Grundwasser relevant (siehe hierzu ab Seite 18).

Für die Untersuchung der sich aus den vorhandenen Bodenbelastungen möglicherweise ergebenden pfadrelevanten Wirkungen wurde eine schrittweise, iterative Vorgehensweise gewählt (siehe hierzu Kapitel 5.3.). So konnten, wie in den obigen Kapiteln dargelegt, die möglichen Quellterme erfasst und in Bezug auf die vorhanden hydrogeologischen Bedingungen und deren Auswirkungen im Bodenwasser optimal abgebildet werden.

Die Ergebnisse der durchgeführten Probenahmen und Analysen sind in der Anlage 3.3 und 3.4 tabellarisch abgebildet und auf die für die Bewertung heranziehbaren Prüf- und Maßnahmewerte sowie auf die Geringfügigkeitsschwellen (P/M-W\_GFS) abgeschichtet.

Für die einzelnen Grundwassermessstellen (GWMS) ergibt sich im Ergebnis das folgende Bild.

### **0-Messung (Anlage 3.3)**

Aus der 0- Messung ist erkennbar, dass die im seitlichen Anstrom liegende Oberpegel-GWMS 1/17 und die im Abstrom liegende Unterpegel- GWMS 6/17 geringfügige Überschreitungen der P/M-W\_GFS nur bei dem Parameter Arsen aufweisen. Da bei der GWMS 1/17 auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen (Stichtagsmessungen und Wasserstandsmessungen

in den umliegenden Gewässern) davon ausgegangen wird, dass es sich um eine Anstrommesstelle für das Gebiet handelt, wird vermutet, dass bereits von außerhalb Arsenbelastungen dem Gebiet zugeführt werden.

Die dem Gebiet vermutlich von außen zugeführte Arsen-Belastung wird auf der Grundlage der Analyseergebnisse der GMWS 1/17 als vernachlässigbar gering bewertet. Sie liegt mit  $2 \mu\text{g/l}$  an der unteren Prüfwertgrenze der LAWA- Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (01/1994) und erreichen den Schwellenwert der GrwV, Anlage 2, die Geringfügigkeitsschwelle der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004) die identisch mit dem Prüfwert der BBodSchV für den Wirkungspfad sind, nur zu 20 %. Eine ähnliche Bewertung wird aus gutachterlicher Sicht für die GWMS 6/17 (UP) als angemessen erachtet.

Die im seitlichen Abstrom des MKW- Schadens am Schurf 8 liegende GWMS 5/17 weist neben einer ähnlichen Überschreitung der Arsen-Konzentration ( $3 \mu\text{g/l}$ ) auch eine aus gutachterlicher Sicht mit  $0,18 \mu\text{g/l}$  als geringfügig zu bezeichnende Überschreitung des unteren Prüfwertes der LAWA- Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (01/1994) für  $\text{PAK}_{15}$  auf. Diese GWMS wird insgesamt ebenfalls als wenig belastet und die Belastungen als vernachlässigbar gering angesehen. Vorbehaltlich der Ergebnisse der wiederholten Probenahme werden für diese GWMS und die in deren Einzugsgebiet abgebildeten Böden daher aus der Sicht des Wirkungspfades Boden – Grundwasser der BBodSchV kein Handlungsbedarf gesehen.

Die übrigen 3 Grundwassermessstellen (GWMS) kristallisierten sich nach der 0-Messung aus gutachterlicher Sicht als umfänglicher belastet heraus.

Dabei sind die bereits im Boden gemessenen limitierenden Parameter teilweise auch im Grundwasser vorhanden. Im Grundwasser treten im Umkehrschluss keine Parameter auf, die nicht bereits im Boden auffällig gewesen sind. Daraus kann für die im Herdbereich einer schädlichen Bodenveränderung gelegene GWMS 4/17 OP und die im Abstrom zu schädlichen Bodenveränderungen gelegenen GWMS 2/17 OP und 3/17 UP die Schlussfolgerungen gezogen werden, dass der Wirkungspfad Boden – Grundwasser hier vorhanden ist.

So wurden neben den  $\text{PAK}_{16}$  auch Arsen und im Bereich des am Schurf 8 aufgefundenen MKW- Schadens auch erhöhte Kohlenwasserstoffkonzentrationen gemessen.

Dabei sind im Bereich der GWMS 3/17 UP Überschreitungen bei den  $\text{PAK}_{16}$  feststellbar. Damit ist für die GWMS 3/17 UP festzustellen, dass die oben beschriebenen Wirkungen der vorhandenen organogenen Substrate hier nicht vollumfänglich wirken. Dies ist damit zu erklären, dass der MKW-

Schaden am Schurf 8 in einem Bereich vorhanden ist, in dem die organogenen Substrate nur sehr geringmächtig oder gar nicht ausgebildet sind, was für die wasserlöslichen Schadstoffe den Weg in den unterhalb der organogenen Substrate vorhandenen Grundwasserleiter öffnet. Insofern ist der MKW- Schaden mit seiner MKW- Konzentration im Grundwasser von 31.000  $\mu\text{g/l}$ , nicht nur wegen der mehr als 310-fach über der Geringfügigkeitsschwelle von 100  $\mu\text{g/l}$  und 160-fach über dem Prüfwert der BBodSchV von 200  $\mu\text{g/l}$  vorhandenen Konzentration, als markante schädliche Bodenveränderung anzusehen. Auch die bei Arsen und bei den PAK<sub>15</sub> sowie dem, im Wirkungspfade Boden – Grundwasser gesondert zu betrachtenden Parameter Naphthalin, ermittelten Konzentrationen ist die Überschreitung der wesentlichen P/M-W\_GFS zu konstatieren. Insbesondere der bei den PAK<sub>16</sub> mit großem Abstand zu den übrigen Einzelparametern wasserlösliche und damit grundwasserrelevante Parameter Naphthalin ist hier mit 4,1  $\mu\text{g/l}$  deutlich über der Geringfügigkeitsschwelle der LAWA (1  $\mu\text{g/l}$ ) und dem Prüfwert der BBodSchV (2 $\mu\text{g/l}$ ) präsent. Er ist auch noch in der im Abstrom zum MKW-Schaden gelegenen GWMS 2/17 OP mit dort nur noch 0,26  $\mu\text{g/l}$  zu finden.

In diesem Zusammenhang ist auch wichtig, dass in den im Abstrom zum MKW- Schaden gelegenen GWMS 2/17 OP und GWMS 3/17 UP keine, über der verfahrensbedingten Nachweisgrenze angesiedelten MKW- Konzentrationen analysiert wurden. Diese lässt auf eine begrenzte Wirkweite dieses MKW- Schadens im Wirkungspfad Boden – Grundwasser hinsichtlich des Hauptbelastungsparameters MKW schließen.

### 1. Folgemessung

Im Zuge der 1. Folgemessung konnten die neu errichteten GWMS 7/17 (UP) und GWMS 8/17 (OP) mit beprobt werden.

Im Ergebnis der 1. Folgemessung, die sich hinsichtlich des Analytikprogramms abstimmungsgemäß nur noch auf die einzelnen auffälligen Parameter beschränkte, zeigte sich insgesamt eine Verbesserung der Situation.

Zum einen konnten, bis auf die im Hot-Spot-Bereich des MKW- Schadens befindliche GWMS 4/17 alle Probenahmen als Pumpproben gewonnen werden.

Weiterhin beschränkten sich im Ergebnis der durchgeführten Analytik die Überschreitung der P/M-W\_GFS bei dem Parameter PAK<sub>15</sub> ausschließlich auf die GWMS 4/17 und die im Abstrom dazu befindliche GWMS 2/17 (OP). Bei allen Messstellen (außer bei der neu errichteten GWMS 7/17 (UP)) waren die bereits oben beschriebenen Überschreitungen des unteren Prüfwertes der LAWA-Empfehlungen (1994) feststellbar, die aus gutachterlicher Sicht nur bei der GWMS 4/17 zu einer

Sanierungsrelevanz führen. Die weitere Bewertung dieser Ergebnisse erfolgt im Kapitel 8.3.2 ab der Seite 64.

### 7.3 Luft

Es wurden aus den benannten Gründen keine Bodenluftmessungen durchgeführt. Aus diesem Grunde sind keine quantifizierbaren Bodenluftbelastungen, welche in Bezug auf Prüfwerte diskutiert werden könnten, gemessen worden. Diese Herangehensweise hat sich aus gutachterlicher Sicht nach dem Abschluss der orientierenden Untersuchungen als richtig und zielführend bestätigt. Durch die Messung der in der Bodenluft vorhandenen flüchtigen organischen Schadstoffe hätte keine genauere, in dieser Phase ohnehin nicht exakt erforderliche, Ausgrenzung des MKW-Schadens im Bereich des Schurf 8 stattfinden können. Die durch die Boden- und Grundwasserproben, insbesondere im Bereich der GWMS 4/17 sowie der im Abstrom gelegenen GWMS 2/17 und 3/17, konnte die Wirkweite sehr gut eingegrenzt werden. Die notwendigen weiteren Erkundungsaufgaben konnten den Fachbehörden prüffähig und nachvollziehbar dargelegt werden, so dass von dort eine fundierte Entscheidung mit den erforderlichen Hinweisen erarbeitet werden konnte.

### 7.4 Untersuchungsergebnisse aus Sicht der abfallrechtlichen Rahmenbedingungen

Die vor Ort anstehenden, im Bereich zwischen  $<1,0$  bis  $<3,0$  m u GOK anthropogen beeinflussten Böden sind auf Grund ihrer intensiven industriell- gewerblichen Nutzung so verändert, dass eine unbeschränkte Verwertung im Rahmen der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) nicht mehr möglich ist.

Die Ursache dafür kann auch in der Entwicklung der van-Tongelschen Eisengießerei gesehen werden. Durch die rasante Entwicklung dieser Industrieansiedlung war die vor Ort vorhandene Industriefläche bald komplett genutzt. Andererseits fielen in der Gießerei Restprodukte an, die nicht weiter verwendet werden konnten. Dazu zählen beispielsweise die Gießereisande und auch die beim Putzen der Gußstücke anfallenden metallischen Reststoffe. Diese Stoffe wurden beispielsweise für die Landgewinnung verwendet, in dem die vorhandenen organischen Böden überschüttet und so befahrbar gemacht wurden. Die in Folge der Überschüttungen eingetragenen Lasten führte in den organischen Böden zur Auspressung von Wasser und damit zu Setzungen. Diese wurden durch erneute Überschüttungen ausgeglichen. Die Setzungen waren insbesondere in dem Nebel- nahen Bereich besonders stark, weil hier die mächtigsten organischen Bildungen vorhanden waren. Aus diesem Grunde findet man hier auch die stärksten Aufschüttungen.

Die folgende Abbildung zeigt die Mächtigkeit der vor Ort vorhandenen Aufschüttungen.

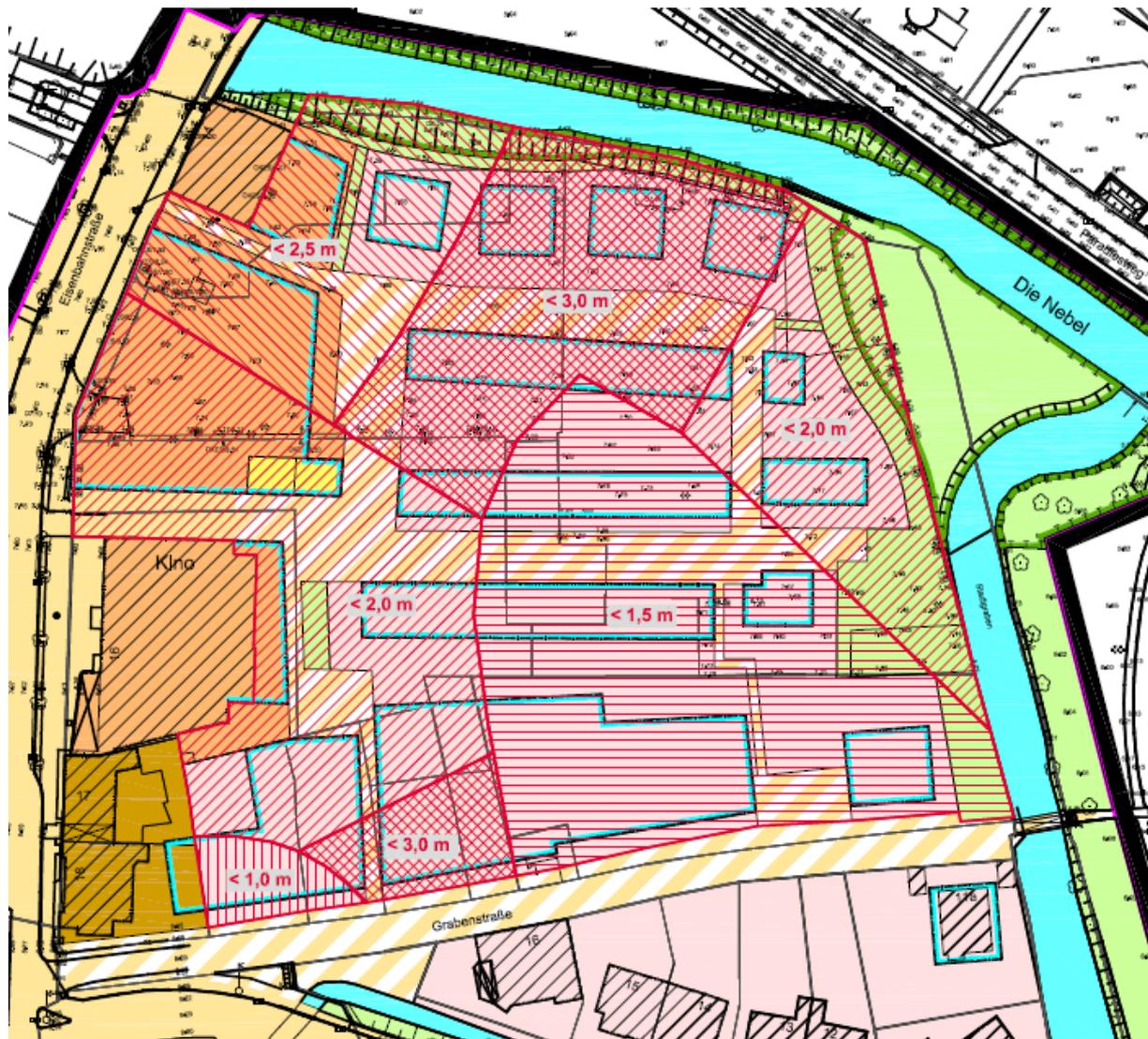


Abbildung 6 Darstellung Mächtigkeit der Aufschüttungen (Quelle: /U3/)

Die Aufschüttungen wurden jedoch nicht nur mit Gießereisanden und Abprodukten realisiert, gerade in den jüngeren, oberliegenden Bodenhorizonten sind Bauschutt-Boden- Müll-Gemische angetroffen worden. Diese können aus der Landgewinnung nach 1945 stammen, sie sind aber vermutlich teilweise auch als vor Ort verbrachte Restmengen von Abbruchmassen anzusprechen.

Bei der geplanten Umsetzung der Festsetzungen des B- Plan Nr. 77 der Barlachstadt Güstrow "Altstadt Nord - Teilbereich A - Stahlhof" sind sowohl für die Herstellung der öffentlichen Erschließungsanlagen als auch für die Verwirklichung der hochbaulichen Vorhaben umfangreiche Erdbauarbeiten erforderlich. Die dabei anfallenden Überschubböden sind größtenteils im Gebiet nicht verwertbar, daher ist deren gesetzeskonforme Entsorgung als Abfall außerhalb des Gebietes erforderlich.

Die Entsorgung der Abfälle erfolgte in M-V auf der Grundlage des „Gesetzes zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.02.2012“ und der LAGA- Empfehlungen „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“. Darunter fallen auch Abfälle, deren Schadstoffgehalte im Zuge einer Bodenbehandlung auf die zulässigen Konzentrationen verbessert wurden.

Die grundsätzlichen Verwertungsmöglichkeiten ergeben sich nach den o.g. Empfehlungen wie folgt.

### **Boden Z 0**

Böden mit der Einbauklasse 0 können dem uneingeschränkt verwertet werden. Der uneingeschränkte Einbau dieser Böden ist deshalb möglich, weil sie die Anforderungen des vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes erfüllen. Werden dabei die bodenartenspezifischen Zuordnungswerte eingehalten, ist eine Eluatuntersuchung nicht erforderlich.

### **Boden Z 1.1**

Die Zuordnungswerte Z1 im Feststoff stellen die Obergrenze für den offenen Einbau in technischen Bauwerken dar. Damit können diese Böden nicht mehr für die Verfüllung von Abgrabungen verwendet werden.

Diese Einbauklasse wird mineralischen Abfällen zugeordnet, die in technischen Bauwerken in wasserdurchlässiger Bauweise eingebaut werden können. Maßgebend für die Zulässigkeit der Verwertung ist aus der Sicht des vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes die Einhaltung der Eluatkonzentrationen.

### **Boden Z 1.2**

Böden der Einbauklasse 1.2 sind wie Böden der Einbauklasse 1.1 zu verwerten, wenn die Eluatkonzentrationen die Zuordnungswerte Z1.1 einhalten.

Werden diese Zuordnungswerte im Eluat überschritten, kann der Boden im eingeschränkten offenen Einbau in hydrogeologisch günstigen Gebieten weiter verwendet werden. Diese Verhältnisse bestehen im Boden, wenn

- der Einbauort außerhalb einer Trinkwasserschutzzone liegt und
- zwischen der Einbausohle des Bodens und dem höchsten Grundwasserstand eine mindestens zwei Meter mächtige schwerdurchlässige Schicht aus Schluffen, Lehmen oder Tonen vorhanden ist.

- Der Boden ist mit einem Erosionsschutz zu versehen (z.B. eine geschlossene Vegetationsschicht)

## Boden Z 2

Für die Verwertung von Böden der Einbauklasse Z 2 der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) gelten die folgenden Bedingungen.

Der Boden kann im eingeschränkten Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen weiter verwendet werden. Dies bedeutet im Einzelnen:

Die Verwendung ist in hydrogeologisch günstigen Gebieten möglich, Hydrogeologisch günstig sind Gebiete, in denen

- der Einbauort außerhalb einer Trinkwasserschutzzone liegt und
- zwischen der Einbausohle des Bodens und dem höchsten Grundwasserstand eine mindestens zwei Meter mächtige schwerdurchlässige Schicht aus Schluffen, Lehmen oder Tonen vorhanden ist.

Zusätzlich soll der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten erwarteten Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.

Weiterhin soll der Boden bei seiner weiteren Verwendung im Straßen- und Wegebau, bei der Anlage von befestigten Flächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie sonstige Verkehrsflächen durch eine wasserundurchlässige Schicht (etwa eine Asphalt-, Beton- oder Pflasterdecke) abgedeckt werden.

Für die Verwendung in Erdbaumaßnahmen sind die folgenden Verwendungen möglich:

- Lärmschutzwahl mit mineralischer Oberflächenabdichtung  $d \geq 0,5$  m und  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s und darüberliegender Rekultivierungsschicht oder
- Straßendamm (Unterbau) mit wasserundurchlässiger Fahrbahndecke und mineralischer Oberflächenabdichtung  $d \geq 0,5$  m und  $k_f \leq 10^{-8}$  m/s im Böschungsbereich und darüberliegender Rekultivierungsschicht.

Die Verwendung der Böden mit der Einbauklasse 2 bei Großbaumaßnahmen ist zu bevorzugen.

Sollte die Entsorgung im Wege der Verwertung wegen hoher Schadstoffgehalte im Boden nicht mehr möglich sein, ist die überwiegend die Beseitigung der Böden durchzuführen. Hierfür gilt die „Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung DepV) vom 27.04.2009“

Die während den Untersuchungen gewonnenen Boden- und Bauschuttproben wurden auf der Grundlage der o.g. LAGA-Empfehlungen, insbesondere auf Grundlage der Technischen Regeln für

die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) und der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.4 Bauschutt der LAGA (1998) untersucht.

Die ausführlichen Ergebnisse dieser Analytik befinden sich in der Anlage 3.

Sie bilden eingangs dieses Kapitels gegebenen Hinweise ab.

So sind die vorhandenen Böden überwiegend der Einbauklasse 2 zuzuordnen.

Die dafür limitierenden Parameter sind

- der TOC, dieser, den Kohlenstoffanteil im Boden abbildende Parameter hat am Standort überwiegend seine Ursache in den organogenen Bildungen sowie auch in den anthropogen eingebrachten Kohlenstoffanteilen, wie beispielweise Kohlegruß etc.
- die PAK<sub>16</sub>, diese haben ihre Ursache in den anthropogen veränderten Böden, insbesondere während des Gießprozesses entstehen im Formsand PAK<sub>16</sub>, die durch die oben skizzierte Landgewinnung aber auch durch das Einbringen von Baurestmassen und urbanen Bauabfällen im Untersuchungsraum vorhanden sind
- die Schwermetalle, diese haben eine Ursache in der von Tongelschen Eisengießerei, jedoch können auch in der darauffolgenden Nutzung ab 1945 derartige Stoffe freigesetzt worden sein.
- Sulfat, die Ursache dafür kann im vorhandenen Bauschutt gesehen werden, insbesondere die Ziegel, Betone aber auch Gasbeton und die Putze neigen zur starken Emission von Sulfat.
- Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), diese wurden ausschließlich am Schurf 8 in einer Konzentration analysiert, die den dort beprobten Boden der Einbauklasse >2 zuordnet. Die Ursache dafür ist eine aus der Vornutzung entstandene MKW- Schaden, der der weiteren gesonderten Detailuntersuchung zugeführt werden soll.

Aus den Untersuchungsergebnissen sind die, aus den folgenden Abbildungen ersichtlichen Einschätzungen hinsichtlich der Zuordnungen der einzelnen Bodenschichten möglich. Dabei werden die Zuordnungsklassen punktuell schurfbezogen und in den Teufenbereichen 0,0-1,0; 1,0 bis 2,0 und 2,0 bis 3,0 m angegeben. Zwischen den Schürfen ist die Interpolation der Zuordnungsklassen näherungsweise möglich, sie bildet aber keine verbindliche Grundlage für die weitere Bewertung der Abfalleigenschaften der vorhandenen Böden und Gemische. Daher wurde in den folgenden Darstellungen auf die Interpolation verzichtet. An den einzelnen Schürfen mit der Zuordnung zur Einbauklasse > 0 der LAGA-Boden (2004) wurden zudem die dafür limitierenden Parameter ausgewiesen.

Die Darstellung der Legende erfolgt in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** auf der Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

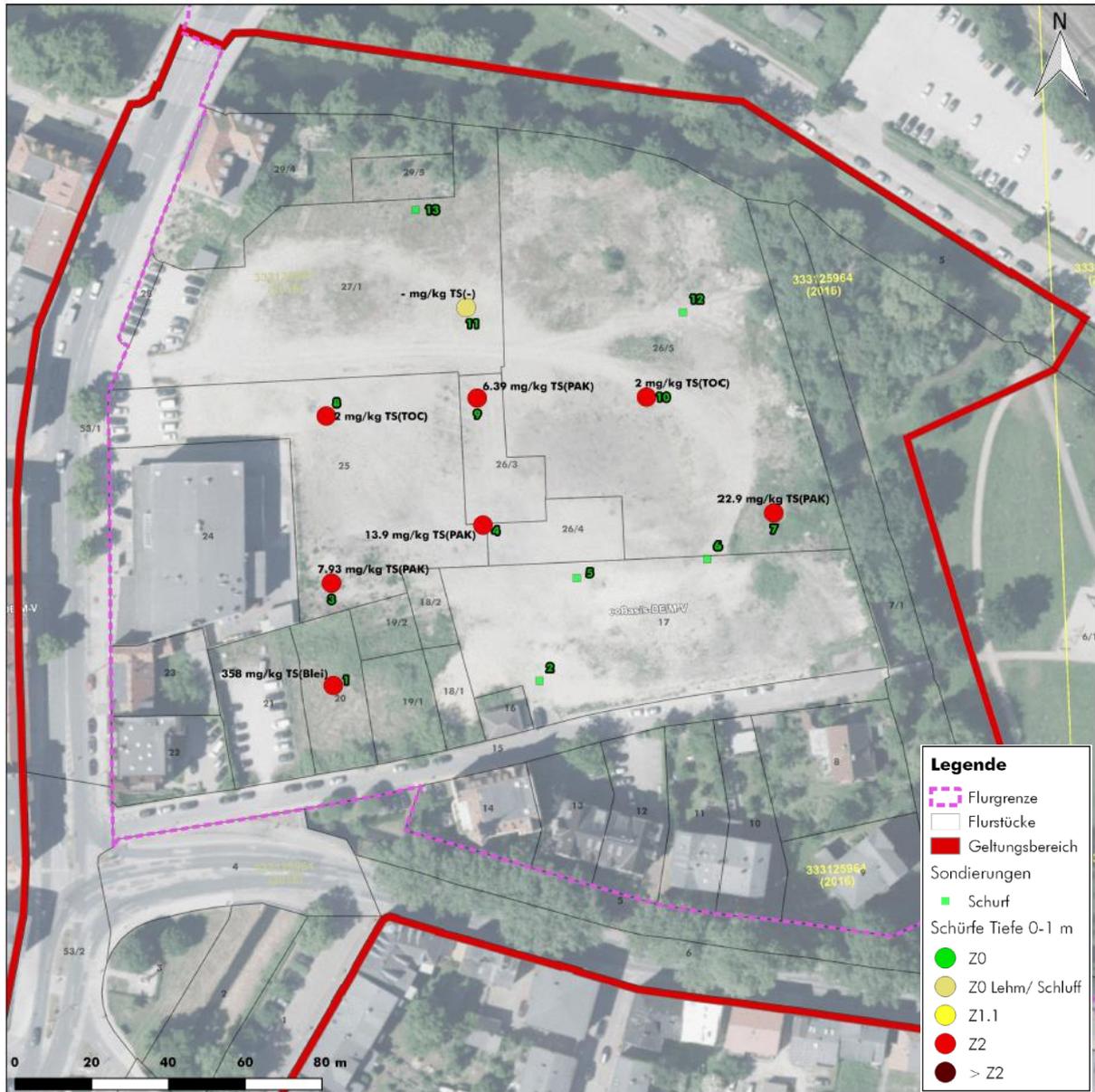


Abbildung 7 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 0,0-1,0 m uGOK

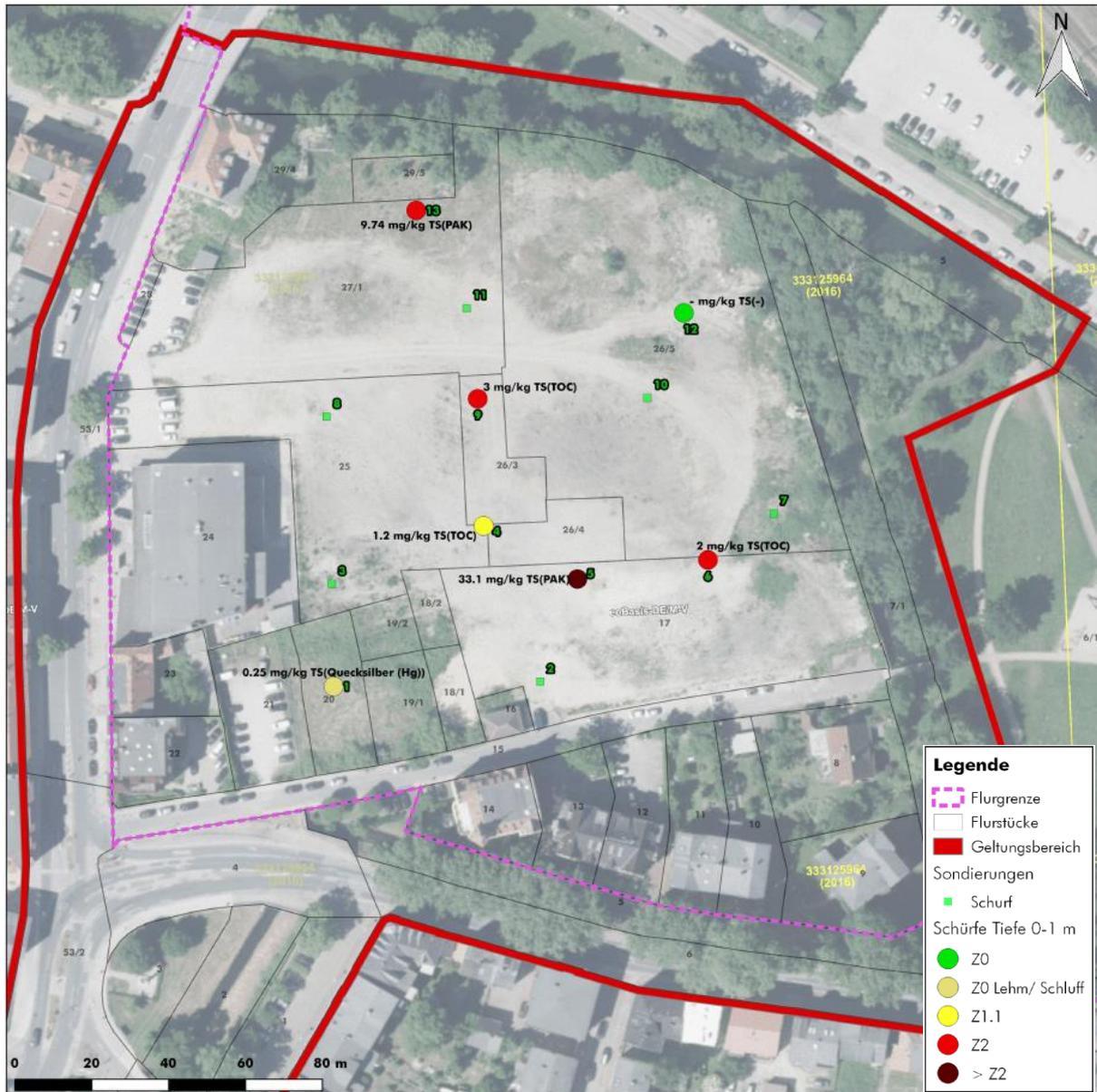


Abbildung 8 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 1,0-2,0 m uGOK

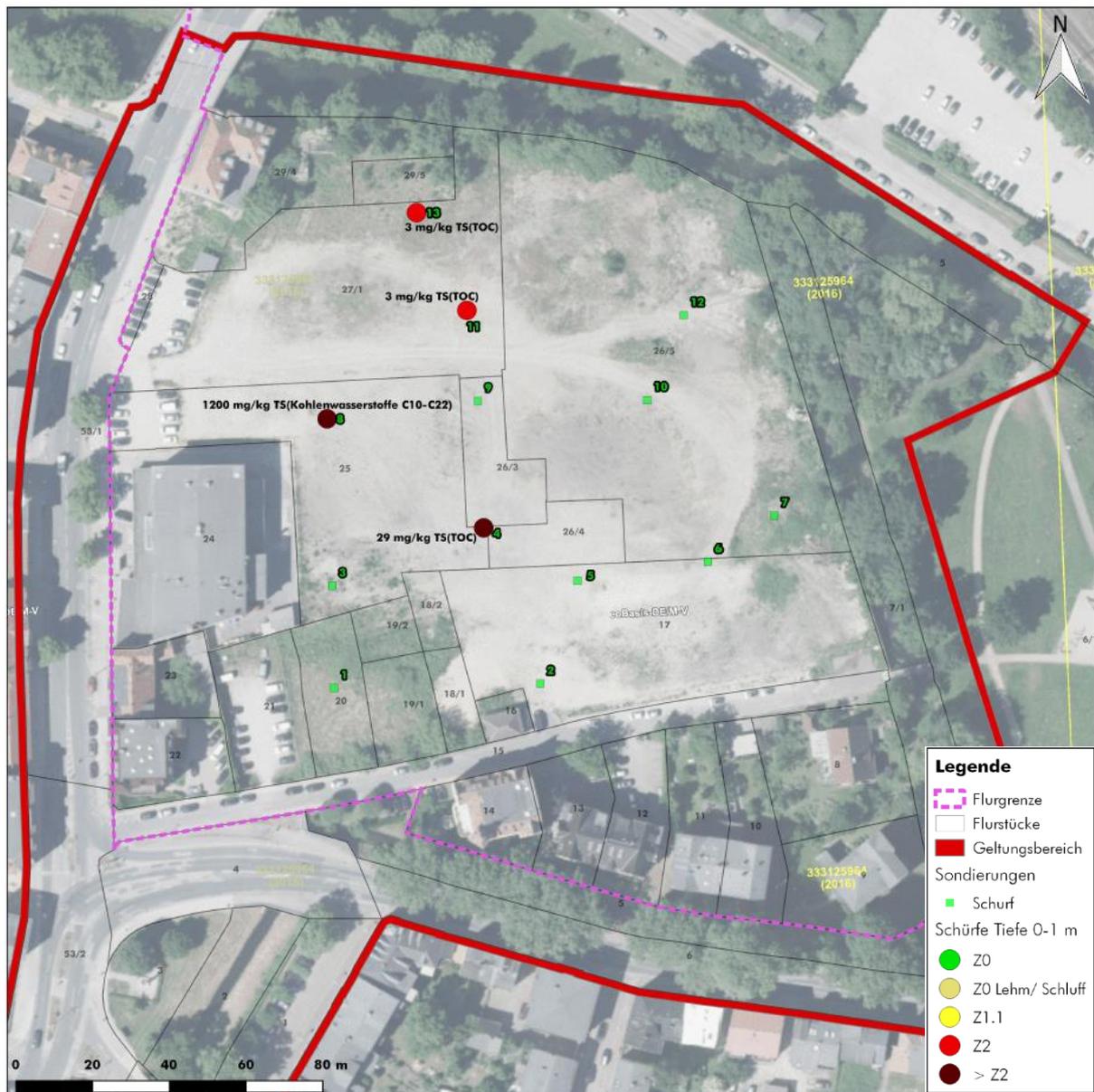


Abbildung 9 Übersicht Verteilung der Einbauklassen nach LAGA im Gebiet; Teufenbereich 0,0-1,0 m uGOK  
Dabei sind die Belastungen, wie bereits oben ausgeführt, im Wesentlichen auf den Bereich der Aufschüttungen beschränkt.

Die unterhalb der Aufschüttungen vorhandenen organogenen Substrate weisen natürliche erhöhte Belastungen bei dem Parameter TOC auf. Dieser Parameter bildet den Gesamtkohlenstoffgehalt ab. Die Verwertung dieser Böden ist bei rechtzeitiger planerischer Vorbereitung auf humusarmen Ackerstandorten grundsätzlich möglich und anzustreben. Die hierfür einzuhaltende Verfahrensweise ist nicht Gegenstand dieser Untersuchungen, dem Bauherrn wird grundsätzlich empfohlen, für die weitere Umsetzung der Baumaßnahmen ein Bodenmanagement zu beauftragen. Dieses soll neben der Erkundung von Verwertungsmöglichkeiten für die verwertbaren Böden auch die Deklaration der

auf einer Deponie zu beseitigenden Böden beinhalten, so dass für die weitere Planung, Ausschreibung und Bauausführung der Baumaßnahmen auch in diesen Fragen frühzeitige Klarheit besteht.

## 7.5 Sonstiges

Über die vorgenannten Erläuterungen und Themen hinaus können keine sonstigen Untersuchungsergebnisse präsentiert werden.

# 8. Gefährdungsabschätzung

## 8.1 Eigenschaften der relevanten Schadstoffe

Die Durchführung der Gefährdungsabschätzung spielt eine wesentliche Rolle für die Begründung der weiteren Untersuchungsschritte bzw. für die Festlegung oder den Ausschluss konkreter Sanierungsschritte.

Die Grundlage einer derartigen Gefährdungsabschätzung ist im vorliegenden Fall nach der Durchführung der vorliegenden ergänzenden Untersuchungen gegeben.

Dazu sollen in einem ersten Schritt die sich herauskristallisierten limitierenden Schadstoffparameter hinsichtlich ihrer Eigenschaften kurz charakterisiert werden.

### Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK<sub>16</sub>)

PAK<sub>16</sub> werden u.a. gebildet bei der unvollständigen Verbrennung von organischem Material, aber auch beim Grillen, Räuchern von Lebensmitteln sowie beim Rauchen von Tabakerzeugnissen (z.B. Zigaretten). Fast die Hälfte der durchschnittlichen PAK<sub>16</sub>-Belastung bei Menschen wird durch kontaminierte Nahrungsmittel verursacht. Eine überhöhte Belastung von geräucherten Lebensmitteln, wie z.B. Rauchfleisch und geräucherte Fische, kann durch unsachgemäße Räucherverfahren verursacht werden. Auch Trocknungsverfahren über offenem Feuer führen zu überhöhten PAK-Gehalten in Lebensmitteln.

PAK<sub>16</sub> sind überwiegend neutrale, unpolare Feststoffe. PAK sind, bis auf Naphthalin, nur sehr gering wasserlöslich; mit zunehmender Anzahl kondensierter Ringe nehmen Flüchtigkeit und Löslichkeit (auch in organischen Lösungsmitteln) ab.

Zahlreiche PAK sind nachweislich karzinogen (krebserregend), da sie bei der Metabolisierung im Körper epoxidiert (zu Epoxiden oxidiert) werden und diese Epoxide in einer nucleophilen Ringöffnungsreaktion mit der DNA reagieren können.

Hierbei sind in der Bewertung nach den Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF), die folgenden Parameter besonders toxisch:

- Benzo(b)fluoranthen
- Benzo(a)pyren
- Dibenzo(ah)anthracen

Dabei handelt es sich durchgehend um höhermolekulare Verbindungen mit einer im Gegensatz zu Naphthalin (31.700 µg/l) geringen Wasserlöslichkeit. Diese liegt bei den 3 genannten Einzelparametern zwischen 0,5 bis 2,3 µg/l. Die toxischen Wirkungen entfalten sich daher bei den PAK<sub>16</sub>-Einzelparamater überwiegend auf dem Wirkungspfad Boden – Mensch.

#### Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) sind chemische Verbindungen, die überwiegend als Lösungsmittel eingesetzt werden. Sie sind in Mineral-, Heiz- und Schmieröl sowie in Benzin- und Dieselmotorkraftstoff enthalten.

Mineralölkohlenwasserstoffe entstehen bei der Raffination von Rohölen, die aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten. Im Boden sind sie unter geeigneten Bedingungen abbaubar. Im Wasser sind sie völlig unlöslich, so dass die ungelösten Bestandteile eine monomolekulare Kohlenwasserstoffschicht auf der Oberfläche (Phase) bilden.

Die Gefährlichkeit der MKW ergibt sich insbesondere aus der letztgenannten Eigenschaft im Wirkungspfad Boden- Grundwasser. Die MKW unterbrechen durch die Phasenbildung den Sauerstoffaustausch im Wasser, so dass es dabei zu einer Sauerstoffarmut und damit zu anaeroben Prozessen im Grundwasser kommt. Dies führt zu einer nachhaltigen Verschlechterung des Zustandes des Gewässers, was auch im Hinblick auf die das Untersuchungsgebiet umgebenden WRRL- Gewässer und die Lage in einer Trinkwasserschutzzone auszuschließen ist. Hierfür ist nach der Anlage 3 zur Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 2016) auch human-toxikologisch begründete Wert von Bedeutung. Dieser liegt bei 100 µg/l und entspricht der, im Ergebnis von Heizölversickerungsversuchen ermittelten geschmacklichen Erfassungsgrenze für Kohlenwasserstoffgemisch im Wasser. Dabei ist die Genussstauglichkeit des Trinkwassers gemäß §§ 1, 4 der TrinkwV 2001 zusätzlich zu beachten.

#### Arsen

Dreiwertige lösliche Verbindungen des Arsens sind hoch toxisch, weil sie biochemische Prozesse wie die DNA-Reparatur, den zellulären Energiestoffwechsel, rezeptorvermittelte Transportvorgänge und die Signaltransduktion stören. Dabei kommt es mutmaßlich nicht zu einer direkten Einwirkung

auf die DNA, sondern zu einer Verdrängung des Zinklons aus seiner Bindung zu Metallothioneinen und damit zur Inaktivierung von Tumor-Repressor-Proteinen (siehe auch Zinkfingerprotein). Arsen(III)- und Zink(II)-Ionen haben vergleichbare Ionenradien und damit ähnliche Affinität zu diesen Zink-Finger-Proteinen, allerdings führt Arsen dann nicht zur Aktivierung der Tumor-Repressor-Proteine.

Eine akute Arsenvergiftung führt zu Krämpfen, Übelkeit, Erbrechen, inneren Blutungen, Durchfall und Koliken, bis hin zu Nieren- und Kreislaufversagen. Bei schweren Vergiftungen fühlt sich die Haut feucht und kalt an und der Betroffene kann in ein Koma fallen. Die Einnahme von 60 bis 170 mg Arsenik gilt für Menschen als tödliche Dosis (LD50 = 1,4 mg/kg Körpergewicht); meist tritt der Tod innerhalb von mehreren Stunden bis wenigen Tagen durch Nieren- und Herz-Kreislauf-Versagen ein. Eine chronische Arsenbelastung kann Krankheiten der Haut und Schäden an den Blutgefäßen hervorrufen, was zum Absterben der betroffenen Regionen (Black Foot Disease) sowie zu bösartigen Tumoren der Haut, Lunge, Leber und Harnblase führt. Diese Symptome wurden auch als Reichensteiner Krankheit bezeichnet, nach einem Ort in Schlesien, dessen Trinkwasser durch den Arsenik-Abbau bis zu 0,6 mg Arsen pro Liter enthielt.[33]

Die chronische Arsen-Vergiftung führt über die Bindung an Sulfhydryl-Gruppen von Enzymen der Blutbildung (zum Beispiel Delta-Amino-Laevulin-Säure-Synthetase) zu einem initialen Abfall des Hämoglobins im Blut, was zu einer reaktiven Polyglobulie führt. Des Weiteren kommt es bei chronischer Einnahme von Arsen zur Substitution der Phosphor-Atome im Adenosin-Triphosphat (ATP) und damit zu einer Entkopplung der Atmungskette, was zu einer weiteren reaktiven Polyglobulie führt. Klinisch finden sich hier nach Jahren der Arsen-Exposition Trommelschlägelfinger, Uhrglasnägel, Mees-Nagelbänder und Akrozyanose (Raynaud-Syndrom), mit Folge der Black Foot Disease.

## 8.2 Ausbreitungspfade und Exposition von Schutzgütern

Nach der im Kapitel 8.1 dargestellten Eigenschaften der für das Untersuchungsgebiet limitierenden Parameter sollen im Folgenden die Pfade dargestellt werden, auf denen diese die Schutzgüter erreichen und schädigen können.

Hierbei soll wiederum parameterweise vorgegangen werden,

### Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK<sub>16</sub>)

Dieser Schadstoff ist für die beiden betrachteten Wirkungspfade relevant.

Beim Wirkungspfad Boden – Mensch kann die Einwirkung auf das Schutzobjekt Mensch oral, dermal und inhalativ erfolgen. Die inhalative Aufnahme kann durch die Atemluft und das Trinkwasser

erfolgen. Bei Kindern ist die Schadstoff-Aufnahme besonders hoch. Aus diesem Grunde hat der Verordnungsgeber für Kinderspielplätze die geringsten Prüfwert- Konzentrationen festgelegt.

Für den Wirkungspfad Boden- Grundwasser spielt überwiegend die Löslichkeit der Einzelparameter der PAK<sub>16</sub> eine Rolle. Hier sind insbesondere die niedermolekularen und dabei der Parameter Naphthalin von entscheidender Bedeutung für die Möglichkeiten zur Verfrachtung der PAK<sub>16</sub> mit in das und mit dem Grundwasser. Dabei ist auch in die Betrachtung einzubeziehen, dass im Untersuchungsraum möglicherweise Hausbrunnen errichtet werden sollen, die zur Senkung der Kosten für den Trinkwasserverbrauch der Gartenberegnung dienen sollen. Durch die Nutzung von PAK<sub>16</sub>-verunreinigtem Wasser sind so Verfrachtungen der darin gelösten PAK<sub>16</sub> auf die Geländeoberfläche, auf die Pflanzen und damit auf vielfältige Weise in den Bereich des Schutzgutes Mensch und Grundwasser möglich und erwartbar.

#### Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

Der Schadstoff ist grundsätzlich ebenfalls für beide Wirkungspfade relevant.

Dabei ist einschränkend festzustellen, dass für den Wirkungspfad Boden – Mensch in der BBodSchV keine Prüfwerte festgelegt wurden.

Eine generelle human- oder ökotoxikologische Bewertung aller MKW ist nicht möglich, sie ist entsprechend dem Einzelfall durchzuführen.

Aus ästhetisch- sensorischer Sicht wurde bei der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 2016) die Geringfügigkeitsschwelle mit 100 µg/l festgelegt.

Beim Wirkungspfad Boden – Mensch kann die Einwirkung auf das Schutzobjekt Mensch oral und dermal und inhalativ aufgenommen werden. Die inhalative Aufnahme kann durch die Atemluft und das Trinkwasser erfolgen.

Da die MKW nahezu unlöslich sind, ist eine Vermischung mit dem Grundwasser sehr unwahrscheinlich. Die MKW bilden stattdessen auf der Gewässeroberfläche eine Phase aus, die sich bei der Entnahme von Wasser über Brunnen oder auch beim Austritt von Grundwasser in ein Oberflächengewässer auch dort ausbildet und die schädigende Wirkung dort fortsetzt. So ist dann die Aufnahme des Wassers über den Trinkwasserpfad oder auch, wie bereits bei den PAK<sub>16</sub> erläutert, möglich.

#### Arsen

Arsen kann inhalativ aufgenommen werden. Dabei ist die Aufnahme mit dem Essen, mit der Luft aber auch mit dem Trinkwasser relevant. Auch die indirekte Aufnahme über ungewaschenes Obst

ist bei hohen Arsenkonzentrationen im Gartenberegnungswasser eine nicht zu unterschätzende Kontaminationsmöglichkeit.

### 8.3 Risikobewertung

#### 8.3.1 Wirkungspfad Boden–Mensch

Die bisherigen, auf der Grundlage einer ausführlichen historischen Recherche und der sich daraus ergebenden Verdachtspunkte erstellten Untersuchungen, Probennahmen und Analysen haben gezeigt, dass der Wirkungspfad Boden – Mensch in Bezug auf die im Gebiet geplanten Nutzungen eröffnet ist.

Die dafür limitierenden Parameter der BBodSchV sind

- Arsen
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK<sub>16</sub>)

Für die vorgenannten Parameter wurde in den Kapiteln 8.1 und 8.2 deren Wirkungen und Gefährlichkeit nachgewiesen.

Weiterhin wurden im Bereich des Schurfes 8 Mineralölkohlenwasserstoffe angetroffen. Diese sind für die o.g. Wirkungspfad nicht mit Prüfwerten normiert, sie spielen jedoch angesichts der angetroffenen Konzentrationen unabhängig davon auch aus sozialhygienischer Sicht eine besondere Rolle.

Bei einem ungeschützten Verbleiben der belasteten Böden auf der Fläche ist davon auszugehen, dass diese ihre Wirkungen gegenüber den Schutzgütern entfalten. Das Ziel bei der geplanten Nutzung des Grundstücks für ein qualitativ hochwertiges Wohn- und Mischgebiet muß die Unterbrechung dieses Wirkungspfades sein.

Daher sind diese zu sanieren.

Die Sanierung nach § 2 (7) BBodSchG kann grundsätzlich auf 3 verschiedenen Wegen erfolgen:

1. durch Beseitigung der Altlast oder der Verminderung der Schadstofffracht (Dekontamination)
2. durch die Verhinderung der weiteren Ausbreitung der Schadstoffe, ohne diese zu beseitigen (Sicherung)
3. durch Beseitigung oder Verminderung schädlicher Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens.

In die Risikobewertung des Wirkungspfades muß mit einbezogen werden, dass der Untersuchungsraum im Zuge der geplanten zukünftigen Nutzung eine wesentliche Umgestaltung erfahren wird.

Dazu sind aus dem Stand der B- Planung /U1/ die folgenden Angaben zu entnehmen.

Tabelle 12 Flächenbilanz im Untersuchungsraum

Art	Bruttofläche	GRZ	Zuschlag Nebenanlagen	versiegelbare Fläche
WA 1 bis 6	13.967 m <sup>2</sup>	0,4	50%	8.380 m <sup>2</sup>
Straßenfläche	1963 m <sup>2</sup>	0,8	0%	1.586 m <sup>2</sup>
<i>versiegelbare Fläche:</i>				<b>9.967 m<sup>2</sup></b>
<i>Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes (ca.)</i>				<b>ca. 15.950 m<sup>2</sup></b>
<i>Anteil versiegelbare Fläche:</i>				<b>ca. 60%</b>

Aus der Tabelle 12 wird ersichtlich, dass ein wesentlicher Flächenanteil im Untersuchungsraum zukünftig versiegelt wird.

Mit diesen zukünftigen Versiegelungen gehen die folgenden Maßnahmen im Sinne der oben beschriebenen Sanierung nach dem BBodSchG einher:

- In jedem Fall erfolgt eine Überbauung der Geländeoberfläche. Damit einher geht die Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch durch eine, dem o.g. Sanierungsweg 2 ähnliche Verminderung des Schadstoffaustrages und eine Unterbrechung des Wirkungspfades in diesem Bereich
- Für die Herstellung der geplanten Gebäude wird u.U. der vorhandene Boden ausgehoben und entsorgt. Damit in Verbindung steht eine Verminderung der Schadstoffquelle.
- Ähnlich verhält es sich mit den geplanten Straßen, hier führt die Versiegelung der Straßen bei dem Wirkungspfad Boden-Mensch ebenfalls zur Unterbrechung,
- Werden diese in das Gelände zudem höhenmäßig eingepasst, so wird allen für den Straßenoberbau der Boden möglicherweise bis in eine Tiefe von 60 cm ausgehoben und gegen unbelasteten Boden ersetzt.
- Im Bereich der für die Funktion und die Lebensqualität eines Bebauungsgebietes geplanten Grünflächen im öffentliche und privaten Bereich findet eine derartige Versiegelung nur im Ausnahmefall statt. Die im Baugebiet vorhandenen Böden eignen sich auf Grund der Fremdstoffanteile jedoch nur eingeschränkt als Pflanzgrundlage. Aus diesem Grunde wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen, hier einen entsprechenden Boden-Auftrag von Mutterboden durchzuführen. Diese dürfen die Vorsorgewerte der BBodSchV nur zu 70% erreichen, wegen der Lage des Vorhabens in der Trinkwasserschutzzone III müssen Sie weiterhin die Zuordnungswerte Z 0 der Technischen Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial der LAGA (2004) einhalten. Davon ausgenommen ist der Parameter TOC. Bereits bei einer durchgehend sichergestellten

Mächtigkeit von 10 cm wäre im Bereich der als Park- und Freizeitanlagen nach der BBodSchV anzuspreekenden öffentlichen Grünflächen der Wirkungspfad Boden – Mensch unterbrochen.

- Im Bereich der privaten Grünflächen kann in ähnlicher Weise vorgegangen werden. Auch hier sind Bodenaufträge von unbelasteten, als durchwurzelbare Bodenschicht nach BBodSchV verwendbare Böden sinnvoll, hier wird aus gutachterlicher Sicht empfohlen, dass diese im eingebauten Zustand eine Mindestmächtigkeit von 65 cm aufweisen.

Bei dieser Herangehensweise könnte grundsätzlich eine vollumfängliche Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch erreicht werden.

Die vorgeschlagene Vorgehensweise führt zu einer Erhöhung des Geländes und der darauf aufragenden Bebauung um mindestens 65 cm. Sollte diese Erhöhung aus städtebaulichen Gründen nicht umsetzbar sein, ist alternativ zu den obigen Vorschlägen auch die Abgrabung der vorhandenen Bodenbelastungen und die Wiederauffüllung mit dem oben beschriebenen Bodenmaterial möglich. In diesem Falle erhöhen sich die Kosten der Maßnahme um die Entsorgungskosten.

Von der oben beschriebenen Vorgehensweise auszuschließen ist der bei Schurf 8 aufgefundene MKW- Schaden. Dieser ist in der o.g. Art und Weise nicht sanierbar, da er neben den vorhandenen, insbesondere im Wirkungspfad Boden- Grundwasser zu berücksichtigen Schadstoffen, im Falle seines Aufschlusses zu wesentlichen Emissionen führt. Dieser Sachverhalt und die sich daraus ergebenden Vorschläge werden im Kapitel 8.3.2 weiter diskutiert und erläutert.

### 8.3.2 Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Die bisherigen, auf der Grundlage einer ausführlichen historischen Recherche und der sich daraus ergebenden Verdachtspunkte erstellten Untersuchungen haben gezeigt, dass der Wirkungspfad Boden- Grundwasser in Bezug auf die im Gebiet geplanten Nutzungen eröffnet ist.

Die dafür in Frage kommenden Parameter der BBodSchV sind

- Arsen
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK<sub>16</sub>)
- Mineralölkohlenwasserstoffe MKW

Für die vorgenannten Parameter wurde in den Kapiteln 8.1 und 8.2 deren Wirkungen und Gefährlichkeit nachgewiesen.

Für den Parameter PAK<sub>16</sub> zeichnen die insgesamt 2 durchgeführten Probenahmen aus den errichteten GWMS (0-Messung und 1. Folgemessung) allerdings ein abnehmendes Bild der Grundwasserbelastungen. Dies führt aus gutachterlicher Sicht zu den folgenden ersten Schlussfolgerungen.

Die im Zuge der 0-Messung im April 2017 gemessenen Belastungen können nicht als dauerhaft angesehen werden, sie sind in der Höhe der Konzentration schwankend und möglicherweise abhängig vom Bodenwasserdargebot und dem daraus resultierenden Mobilisierungspotential. So ist anzunehmen, dass bei einem geringen Bodenwasserdargebot eine erhöhte Aufkonzentration der PAK<sub>16</sub> im Bodenwasser erfolgen kann, die dann zu den in der 0-Messung festgestellten Überschreitungen der P/M-W\_GFS führen kann. Diese Annahme führt zu dem Schluß, dass im Boden verbliebenen mobilisierbaren Restmengen vorhanden sind, jedoch nur noch einen geringen Anteil an mobilisierbaren Anteilen besitzen. Dies ist bei den PAK<sub>16</sub> daran zu erkennen, dass die niedermolekularen Einzelsubstanzen im Bereich zwischen Naphthalin und Anthracen, die für ca. 99% der Löslichkeit der PAK<sub>16</sub> verantwortlich sind, nicht mehr im Grundwasser nachgewiesen werden können.

Die folgende Tabelle gibt zur Löslichkeit der PAK<sub>16</sub> eine Übersicht.

Tabelle 13 Übersicht Löslichkeit der PAK<sub>16</sub>

Art der Verbindung	Einzelparameter	Wasserlöslichkeit (µg/l)	Anteil am Gesamtgemisch	Anteil kumuliert
niedermolekulare Verbindungen	Naphthalin	31.700	77,4%	
	Acenaphthylen	3.930	9,6%	87,0%
	Acenaphthen	1.930	4,7%	91,7%
	Fluoren	1.700	4,2%	95,9%
	Phenanthren	1.200	2,9%	98,8%
	Anthracen	76	0,2%	99,0%
	Fluoranthen	260	0,6%	99,6%
	Pyren	77	0,2%	99,8%
höhermolekulare Verbindungen	Benzo[a]anthracen	13	0,03%	99,8%
	Chrysen	3	0,01%	99,8%
	Benzo[b]fluoranthen	1,2	0,003%	99,8%
	Benzo[k]fluoranthen	0,8	0,002%	99,8%
	Benzo[a]pyren	2,3	0,01%	99,8%
	Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,3	0,001%	99,8%
	Dibenzo[a,h]anthracen	62	0,15%	100,0%
	Benzo[ghi]perylen	0,5	0,001%	100,0%
	Summen	40.956,1	100,0%	

Es wird daher aus gutachterlicher Sicht, gestützt auf die Ergebnisse der historischen Recherche, für den Wirkungspfade Boden- Grundwassers davon ausgegangen, dass es sich bei der vorhandenen PAK<sub>16</sub>-Belastungen um Restbelastungen einer weitgehend ausgeräumten, in hydrologisch mobilisierbaren Restbestandteilen vorhandenen Altlast handelt.

Die dem Gebiet vermutlich von außen zugeführten Arsen-Belastungen werden auf der Grundlage der Analyseergebnisse der GMWS 1/17 als vernachlässigbar gering bewertet. Sie liegt mit 2 µg/l an der unteren Prüfwertgrenze der LAWA- Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden (01/1994) und erreichen den Schwellenwert der GrwV, Anlage 2, die Geringfügigkeitsschwelle der Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser (LAWA; 12/2004) die identisch mit dem Prüfwert der BBodSchV für den Wirkungspfad sind, nur zu 20 %. Eine ähnliche Bewertung wird aus gutachterlicher Sicht für die in den GWMS 2/17 (OP), 3/17 (UP), 5/17 (OP), 6/17 (UP), 7/17 (UP) und 8/17 OP) und für angemessen erachtet.

Insofern wird aus gutachterlicher Sicht bei Beachtung der folgenden Hinweise kein unmittelbarer Sanierungsbedarf für die Boden- und Grundwasserbelastungen aus den PAK<sub>16</sub> und Arsen im Wirkungspfad Boden- Grundwasser empfohlen.

Folgende ergänzende Hinweise werden dazu gegeben.

Im Kapitel 8.3.1 wurde in die Bewertung der für den Wirkungspfad Boden- Grundwasser vorhandenen Gefährdungen die zukünftige Entwicklung des Betrachtungsraumes einbezogen. Diese geplante Entwicklung führt mit ihren Versiegelungen auch zu wesentlichen Änderungen im Wasserdargebot. So werden die z.Zt. auf die Geländeoberfläche fallenden und dort versickernden Niederschläge zukünftig durch die Straßen und Dachflächen sowie die versiegelten Baunebenflächen aufgefangen und über die hydraulisch dichte Regenwasserkanalisation direkt den umgebenden Gewässern zugeführt. Dadurch erfolgt eine, um den geplanten Versiegelungsanteil verringerte Regenwasserversickerung. Im Bereich der Grünflächen erfolgt bei Umsetzung der im Kapitel 8.3.1 vorgeschlagenen Maßnahmen zusätzlich ein stärkerer Rückhalt der Niederschläge durch die dort vorhandenen Pflanzen sowie in der durchwurzelbaren Bodenschicht (Speicherwirkung). So können durch die Niederschläge weniger Schadstoffe ausgelöst und den umgebenden trinkwasserschutz-zonenrelevanten Gewässern zugeleitet werden. Der oberflächige Zufluß des Niederschlagswassers zu den Gewässern erfolgt dann über im Sinne der BBodSchV nicht schädlich verunreinigte Böden.

Wie in der Unterlage /U3/ ausgeführt, ist wegen dem Vorhandensein von starkmächtigen nichttragfähigen organogenen Substraten im Gebiet für die Errichtung von Gebäude überwiegend eine Tiefgründung mittels Pfählen erforderlich. Weiterhin wurde in dieser orientierenden Untersuchung ausgeführt, dass die vorhandenen organogenen Substrate gegenüber den vorhandenen Schadstoffen als Sperre wirken (siehe hierzu Erläuterungen auf der Seite 27). Durch die Tiefgründungen werden die organogenen Substrate perforiert, was bei Einsatz von entsprechenden Bohrverfahren zu neuen Wegsamkeiten für die Schadstoffe führt. Die folgende Tabelle zeigt die aus gutachterlicher Sicht geeigneten und weniger geeigneten Tiefgründungsverfahren.

Tabelle 14 Übersicht mögliche Tiefgründungsverfahren und deren Bewertung aus der Sicht des Bodenschutzes

Pos.	Bezeichnung	Eignung	Begründung
1.	Mantelpressbohrverfahren	sehr gut	Bei diesem Verfahren werden während dem Einbringen der Pfähle diese gegen den anstehenden Baugrund verpresst. Dadurch entsteht eine sehr innige Verbindung zwischen dem Bohrpfahl und dem anstehenden Baugrund. Nachteil: Einsatz in Norddeutschland unüblich, keine Anbieter
2.	Vollverdrängerpfähle (Altlastpfahl oder Fundexpfahl)	sehr gut	Beim Einbringen der Gründungspfähle mit diesem Verfahren erfolgt die Verpressung des anstehenden Baugrundes im Bohrloch. Damit wird eine verdichtete Zone geschaffen. Weiterhin wird der Pfahl beim Herausdrehen des Bohrers und dem Einbau der Bewehrung kontinuierlich gegen den verdichteten Baugrund betoniert. So entsteht hier auch eine sehr

Pos.	Bezeichnung	Eignung	Begründung
			eng verzahnte Verbindung zwischen dem Pfahl und dem Baugrund. Der Fließweg für das belastete Grundwasser wird darüber hinaus auch länger, da der Atlaspfahl ein Schraubenprofil besitzt.
3.	Teilverdrängerpfähle	nicht geeignet	Bei Teilverdrängerpfählen wird beim Einbau der Pfähle ein Teil des anstehenden Baugrundes aus dem Bohrloch gefördert. Dadurch können Hohlräume entstehen, die dann z.T. nur unzureichend mit dem Gründungspfahl gefüllt werden. Diese Hohlräume bilden dann möglich dauerhafte Sickerstrecken, durch die der Stofftransport in den unbelasteten Grundwasserleiter erfolgen kann.
4.	Rammpfähle	nicht geeignet	Rammpfähle funktionieren ebenfalls als Vollverdrängerpfähle. Sie werden allerdings in den Baugrund eingeschlagen, so dass dabei umfangreiche Schwingungen entstehen. Diese Schwingungen können zum einen zu Wegsamkeiten entlang des Pfahls aber auch zu Mobilisierungen der in den organogenen Substraten festgelegten Schadstoffen führen. Aus diesem Grunde wird dieses Verfahren nicht empfohlen.
5.	Senkschachtgründung	bedingt? geeignet	Bei der Senkschachtgründung werden Betonschächte mit einer umlaufenden Schneidkante versehen und der im Schacht befindliche Boden ausgehoben. Dadurch sinken die Schächte durch Ihr Eigengewicht bis auf den tragfähigen Baugrund hinab. Die Schächte werden dann mit Beton verfüllt. Dieses Verfahren ist für geringe Gründungstiefen geeignet. Es ist im Gebiet geeignet, wenn der Einbau in der vorbeschriebenen Verfahrensweise erfolgt. Es ist nicht geeignet, wenn für den Einbau eine Grube ausgehoben wird, in den die Schächte dann hineingestellt werden und der Außenraum dann mit Sand verfüllt wird

Weiterhin wird die Empfehlung gegeben, im Gebiet keine Hausbrunnen zuzulassen. Diese können bei nicht fachgerechter Errichtung zu Wegsamkeiten durch die dichtende Torfschicht hindurchführen. Dies würde nicht nur zu einem Eintrag von belasteten Bodenwasser in den untenliegenden Grundwasserleiter führen sondern auch die Möglichkeit beinhalten, dass belastete Wässer aus den Brunnen gefördert und als Brauchwasser genutzt wird.

Durch Hausbrunnen werden zudem zusätzliche Grundwasserzehrungen hergestellt, die zu veränderten Fließrichtungen und einer stärkeren Grundwasserdynamik in den Grundwasserleiter führen. Dadurch sind Mobilisierungseffekte möglich und zu erwarten, ggf. können selbst kolloidale gebundene Schadstoffe in die Brunnen gelangen und so ausgetragen werden. Die verstärkte Entwässerung

zung des Gebietes, die mit solchen Hausbrunnen bei entsprechender Anzahl einhergeht, dürfte zudem zu einer verstärkten Entwässerung des Torfes und bei stärkeren Torfschichten zu damit verbundenen zusätzlichen Setzungseffekten an der Geländeoberfläche führen.

Weiterhin wird vorgeschlagen, die geplanten Straßen und Nebenanlagen in einer wasserdichten Bauweise (Asphalt oder dichtes Pflaster ohne Versickerungsmöglichkeiten für das Niederschlagswasser) auszubilden, um die oben argumentierten Effekte der Versiegelung der Flächen und der damit verbundenen Verminderung des Schadstoffaustrages auch wirksam werden zu lassen.

Davon ausgenommen bleibt der Bereich des Schurf 8 und GWMS 4/17. Dieser Bereich weist auf Grund der ermittelten hohen MKW-, und PAK<sub>16</sub> -Konzentrationen im Boden alle Merkmale einer aktiven und wirksamen Altlast auf, die, besonders auch wegen der Lage des Vorhabens in der Trinkwasserschutzzone III, zu den gemessenen, nicht tolerierbaren Grundwasserbelastungen führt und daher der weiteren Untersuchung wie immer gearteter Sanierung bedarf.

### **8.3.3 Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze (Hausgärten)**

Im Kapitel 3.3.2 auf der Seite 17 wurde aus gutachterlicher Sicht vorgeschlagen, den Wirkungspfad Boden- Nutzpflanze (Hausgärten) wegen der im Baugebiet zu erwartenden, umfangreichen Bodenbewegungen und den dabei zu erwartenden Veränderungen in den Bodenprofilen in seiner Untersuchung und Betrachtung zurückzustellen. Bei Umsetzung der Vorschläge zum Bodenauftrag oder Bodenaustausch aus dem Kapitel 8.3.1 ab der Seite 62 sind derartige Betrachtungen nicht mehr erforderlich. Die Auftragsmächtigkeit des Austauschbodens erfüllt in diesem Falle auch die Anforderungen dieses Wirkungspfades, dabei sind bei der Auswahl des Bodens die gegebenen Hinweise zur Bodenqualität und Einbaumächtigkeit einzuhalten.

## 9. Vorschläge zum weiteren Vorgehen

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen haben zusammenfassen die folgenden Erkenntnisse erbracht.

Im Boden sind Bodenbelastungen vorhanden, die das Vorhandensein schädlicher Bodenveränderungen begründen.

Mit den schädlichen Bodenveränderungen kann, bis auf den gefundenen MKW- Schaden, aus gutachterlicher Sicht minimalinvasiv umgegangen werden. Das bedeutet, dass durch die Unterbrechung des Wirkungspfades Boden – Mensch und die weitere Verminderung des Wirkungspfades Boden- Grundwasser eine sicherungsähnliche Wirkung, wie in § 2 (7) Pkt. 2 beschrieben, eintritt.

Damit ist durch die zu erwartende Versiegelung der Fläche im Untersuchungsraum von ca. 60% der Bruttofläche und bei Einhaltung der weiter gegebenen Hinweise keine umfangreiche Sanierung durch Dekontamination erforderlich.

Die Begründung dieser Vorgehensweise und die dabei aus gutachterlicher Sicht zu beachtenden Rahmenbedingungen ist im Kapitel 8 erfolgt.

Die mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Bodenauftrags in Verbindung stehenden Kosten sind bei einer Bodenauftragshöhe von 65 cm auf ca. 15,00 EUR/ m<sup>2</sup> Gartenfläche zu schätzen.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass wegen dem weitgehenden Fehlen einer durchwurzelbaren Bodenschicht eine Bodenauftragshöhe von mindestens 20 cm im Gebiet ohnehin erforderlich sein wird, um auf den privaten Bauflächen Hausgärten anlegen zu können.

Die vorhandenen Grundwassermessstellen (GWMS) sollten erhalten bleiben und für ein weiterführendes Monitoring zur Verfügung stehen. Die bisherigen Messdaten basieren auf 2 Messkampagnen, diese erlauben kein abschließendes Urteil über die Schadstofffreisetzung. Daher wird empfohlen, die Messungen jeweils zum potentiellen Grundwasserhöchststand (Frühjahr) und zum Grundwassertiefststand (Herbst) erneut zu beproben, um so das Verständnis für den Untersuchungsraum weiter zu verfeinern. Auch sind ggf. während der Baumaßnahmen weitere Grundwassermessungen sinnvoll, um die Freisetzung von Schadstoffen beobachten und steuern zu können.

Für die weitere Planung und Durchführung der Maßnahmen ist im Zuge der Erschließungsplanung des Vorhabens und auch bei der Beratung der privaten Bauherren die Einbindung einer abfall- und altlastensachverständigen Planung, Ausschreibung und Fachbauleitung sehr zu empfehlen. So

können frühzeitig die abfall- und altlastenrelevanten Aspekt einbezogen werden und eine Zeit- und Kostenersparnis erzielt werden.

Für den Bereich des zur Sanierung vorgeschlagenen MKW- Schadens sind weitergehende Untersuchungen erforderlich. Die Barlachstadt Güstrow hat sich daher auf der Basis der vorliegenden Vertraglichen Vereinbarung entschlossen, den in § 3 der BBodSchV festgelegten nächsten Schritt der Detailuntersuchung in Auftrag zu geben. Nach der Vorlage der Ergebnisse sind die weiteren Schritte festzulegen, die nach § 3 BBodSchV in der Sanierungsuntersuchung und der Sanierungsplanung bestehen. Nach der, an Hand der Größe der Altlastenfläche zu erwartenden Bodenschutzrechtlichen Stellungnahme des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg in Rostock sind die dort gegebenen Hinweise einzuarbeiten. Sodann können die Erstellung des LV und die Durchführung der Ausschreibung erfolgen.

Nach der Vergabe der Leistungen ist dann die Sanierung durchzuführen, der Sanierungserfolg durch ausreichende Probenahmen an der Sanierungsgrenze in Sohle und Stoß nachzuweisen und die so entstandene Baugrube durch den Einbau von unbelasteten Böden erneut zu schließen.

Für die Umsetzung der Sanierung des MKW- Schadens kann die folgende Grobterminplanung angegeben werden.

Tabelle 15 Grobterminplanung Sanierung MKW- Schaden

Pos.	Vorgang	Beginn	Ende	Hinweis
1.	Detailuntersuchung	22.06.2017	30.09.2017	Auftrag H.S.W
2.	Abstimmung mit dem AG und den Behörden	30.09.217	30.10.2017	Auftrag H.S.W
3.	Sanierungsuntersuchung <sup>3</sup>	01.11.2017	31.12.2017	
4.	Abstimmung mit dem AG und den Behörden	02.01.2018	01.02.2018	
5.	Sanierungsplanung	02.,02.2018	15.03.2018	
6.	Abstimmung mit dem AG und den Behörden; Bodenschutzrechtliche Stellungnahme	15.03.2018	30.04.2018	
7.	Einarbeitung der Hinweise in die Sanierungsplanung	30.04.2018	04.05.2018	
8.	Erstellung LV	07.05.2018	18.05.2018	
9.	Durchführung der Aus-	21.05.2018	30.06.2018	

<sup>3</sup> Die Sanierungsuntersuchung kann entfallen, wenn die Detailuntersuchung bereits den Detaillierungsgrad der Sanierungsuntersuchung aufweist.

Pos.	Vorgang	Beginn	Ende	Hinweis
	Schreibung bis zur Vergabereife			
10.	Vergabeentscheidung des AG	02.07.2018	31.07.2018	
11.	Bauausführung	01.09.2018	01.12.2018	

aufgestellt:

ppa. Dipl.-Ing. P. Steinig

Beratender Ingenieur



## 10. Quellenangabe, Literaturverzeichnis

- ARGEBAU. (26. 09 2001). Mustererlass zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren. Berlin: Fachkommission Städtebau.
- BMU. (17. 03 1998). Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG). *Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG*. Berlin.
- BMU. (12. 07 1999). Bundesbodenschutz und Altlastenverordnung (BBodSchV). *zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 31 G v. 24.02.2012*. Berlin.
- Bundesgesundheitsministerium. (21. 05 2001). Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV). *Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S 459)*. Berlin.
- LAWA. (1993). Grundwasser Richtlinie für die Beobachtung und Auswertung, Teil 3. LAWA.
- LUNG. (2006). *Leitfaden zur Altlastenbearbeitung in Mecklenburg-Vorpommern*. Güstrow: Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (LUNG).
- Wasser, L. L. (12/2004). *Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser*. Düsseldorf: LAWA.

## 11. Anhang/ Anlage

- Anlage 1: Prüfberichte der durchgeführten Probenahmen
- Anlage 2: Prüfberichte der durchgeführten chemischen Analytik
- Anlage 3: tabellarische Auswertung der vorliegenden Analyseergebnisse
- Anlage 3.1: Analytik BBodSchV; Vorsorgewerte und Wirkungspfad Boden – Mensch, Nutzungsart Kinderspielflächen und Wohnen
  - Anlage 3.2: Bewertung von Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK<sub>16</sub>) bezüglich des Wirkungspfades Boden-Mensch
  - Anlage 3.3: Auswertung Grundwasseranalytik 0- Messung

- Anlage 3.4: Auswertung Grundwasseranalytik, 1. Folgemessung
- Anlage 3.5: Auswertung Analytik LAGA- Boden (2004)

Anlage 4: Lagepläne

- Anlage 4.1: Lageplan „regionale und lokale Situation“
- Anlage 4.2: Lageplan „Grundwasserfließrichtung“
- Anlage 4.3: Lageplan Sondierungen
- Anlage 4.4: Lagepläne Bodenbelastungen BBodSchG
  - 4.4.1: Benzo(a)pyren, Teufenbereich 0,0-1,0 m
  - 4.4.2: Benzo(a)pyren, Teufenbereich 1,0-2,0 m
  - 4.4.3: Blei, Teufenbereich 0,0-1,0 m
  - 4.4.4: Blei, Teufenbereich 1,0-2,0 m
  - 4.4.5: MKW, Teufenbereich 0,0-1,0 m
  - 4.4.6: MKW, Teufenbereich 1,0-2,0 m
  - 4.4.7: Arsen, Teufenbereich 2,0-3,0 m
  - 4.4.8: PAK<sub>16</sub>, auf BaP normiert
- Anlage 4.5: Lageplan Bodenbelastungen mit Grundwasserrelevanz gemäß LAWA- Empfehlungen (1994) für PAK<sub>16</sub>
- Anlage 4.6: Grundwasseranalytik; 1. Folgemessung
  - 4.6.1.1: Arsen OP
  - 4.6.1.2: Arsen UP
  - 4.6.2: MKW
  - 4.6.3: PAK
- Anlage 4.7: Lagepläne Zuordnungswerte der LAGA-Boden (2004)
  - 4.7.1 Teufenbereich 0,0-1,0
  - 4.7.2: Teufenbereich 1,0-2,0
  - 4.7.3: Teufenbereich 2,0-3,0