

Bericht
Elbedeichsanierung
Hochwasserschutz Wittenberge
Bereich Elbstraße zwischen
Hafenstraße und Im Hagen
Deichkilometer 16,87 bis 17,38
Georadarmessungen

Wittenberge
Brandenburg
September 2016

Bericht

Elbedeichsanierung

Hochwasserschutz Wittenberge

Bereich Elbstraße zwischen

Hafenstraße und Im Hagen

Deichkilometer 16,87 bis 17,38

Georadarmessungen

Auftraggeber : Ing.-Büro Geo Modenbach
Eschenstraße 1A
D-12621 Berlin

Auftragnehmer : GBM Geophysikbüro Munstermann
Industriepark I Str. A Nr. 1
39245 Gommern

Aufgabe : Erkundung von Leitungen im Untergrund

Methodik : Georadarmessungen

Bearbeiter : Dipl.-Geophysiker Dirk Munstermann

Gommern, den 30. November 2016



Dirk Munstermann
Bearbeiter

Inhalt

1.0	Aufgabenstellung	Seite 4
2.0	Bearbeitungsmethodik und –technologie	
2.1	Anlage und Durchführung der Messungen	Seite 4
2.2	Erläuterung des Messprinzips und der Auswertemethodik	Seite 5 – 6
3.0	Darstellung und Beschreibung der Messergebnisse	Seite 7 – 13
4.0	Zusammenfassung	Seite 14
5.0	Anlagenverzeichnis	Seite 14

1.0 Aufgabenstellung

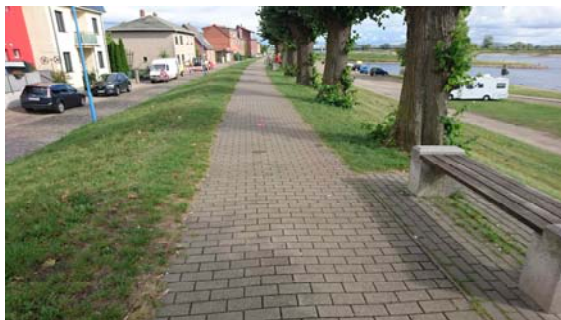
Das Ing.-Büro Geo Modenbach beauftragte das Geophysikbüro Munstermann mit der Durchführung von Georadarmessungen in der Elbstraße in Wittenberge, zwischen der Hafenstraße und der Straße Im Hagen.

Mittels der Georadarmessungen sind Leitungen und evtl. Hindernisse zu erkunden. Es soll der Untergrund im Bereich der geplanten Trasse der HWS-Anlage (Annahme: Spundwand) mittels Längs- und Querprofilen flächenhaft untersucht werden.

Die Georadaruntersuchung ist mit mind. 3 Längsprofilen und Querprofilen im Abstand von 10 m auszuführen.

Das Untersuchungsgebiet ist teilweise durch relativ große Höhenunterschiede (siehe Bilder 1 und 2) geprägt.

**Bild 1: Nordwestlicher Abschnitt
des Untersuchungsareals**



**Bild 2: Mittlerer Abschnitt
des Untersuchungsareals**



2.0 Bearbeitungsmethodik und –technologie

2.1 Anlage und Durchführung der Messungen

Die Georadarmessungen erfolgten entlang von Profilen mit Längen zwischen 20 und 100 m.

Die Messungen sollten mit einer Frequenz, einer relativ hohen Auflösung und einer maximalen Wirtktiefe durchgeführt werden.

Für diese Anforderungen wurde eine 250 MHz Antenne ausgewählt. Diese Antenne besitzt eine radiale Auflösung von 10 cm und im Messgebiet wurde eine Eindringtiefe von ca. 3.5 - 4 m unter Geländeoberkante (GOK) erreicht. Somit können Leitungen und andere Hindernisse im Messgebiet bis in diese Tiefe erfasst werden. Mit einer 400 MHz – Antenne, wie in der Ausschreibung vorgesehen, hätte sich die Wirtktiefe bei diesen geologischen Untergrundbedingungen (relativ hohe bindige Anteile im Boden) auf 2 m unter GOK beschränkt. Damit wäre die Detektion von darunter sich befindenden Leitungen und Objekten nicht möglich gewesen. Bei einer tieferen Frequenz (z.B. 100 MHz) hätte sich die Wirtktiefe auf ca. 4.5 -5 m erhöhen lassen, aber auf Grund der verringerten Auflösung (25 cm) Leitungen nicht erfasst werden können. Aus diesen Gründen wurde die Messfrequenz auf 250 MHz angepasst.

Die Einmessung der Lage der Profile erfolgte mit Bandmaß und mit einem DGPS - System.

Die Messungen erfolgten am 05. und 06.09.2016.

2.2 Kurze Erläuterung des Messprinzips und der Auswertemethodik

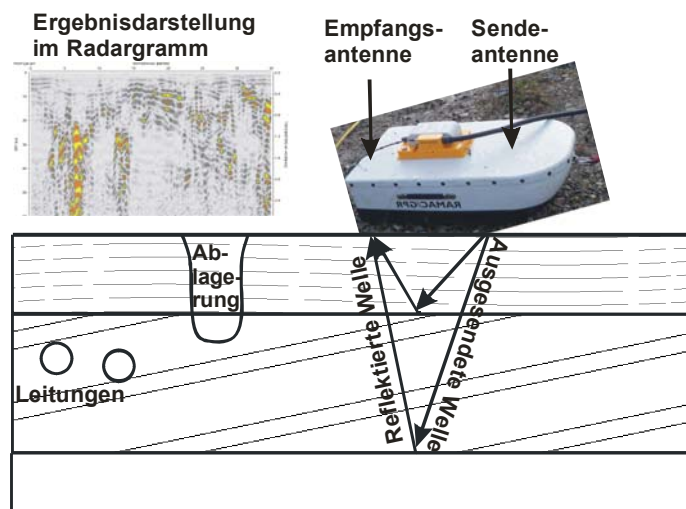
Bild 3: 250 MHz - Antenne



Das Messprinzip der Georadarmessungen besteht darin, dass elektromagnetische Impulse von der Oberfläche in den Untergrund abgestrahlt werden und nach der Reflexion an Schichtgrenzen oder Objekten oder Streuung an Einlagerungen wieder empfangen werden. Dabei erfolgt die Aufzeichnung der Laufzeiten und Amplituden der elektrischen Feldstärke der Impulse. Durch die Veränderung elektrischer Materialeigenschaften des Untergrundes entstehen Reflexionen und Diffraktionen der elektromagnetischen Wellen. Die Messungen werden durch das Auflegen von Dipolantennen auf den Boden durchgeführt. Der Messfortschritt wird durch das Bewegen der Antennen (Ziehen oder Weitersetzen) über den Boden erreicht. Die hohe Pulsrate der Sendesignale (Nanosekundenbereich) ermöglicht eine nahezu kontinuierliche Messung. Die Messungen besitzen eine sehr hohe horizontale und vertikale Auflösung (Zentimeterbereich). Die hochfrequenten Signale unterliegen allerdings einer starken Absorption und Streuung. Dadurch verringert sich entsprechend die Eindringtiefe der Georadarmessungen.

Die folgende Skizze gibt das Messprinzip der Georadarmessungen wieder:

Bild 3: Skizze des Messprinzips der Georadarmessungen



Bei einer hohen Dielektrizitätskonstanten und/oder hoher Leitfähigkeit (bindige Schichten) verringert sich ebenfalls die Eindringtiefe der elektromagnetischen Wellen.

Die elektromagnetischen Wellen werden bei der Bearbeitung unterschiedlichen Filterprozessen unterzogen (zum Beispiel: Background remove, Running average, Integration und Bandpassfilter).

Die Darstellungsform der Ergebnisse der Georadarmessungen wird Radargramm genannt.

In den Radargrammen wird die Verteilung der elektromagnetischen Wellen nach der Zeit und der Tiefe entlang eines Profils abgebildet. Die jeweilige X - Achse stellt die gemessenen Profilmeter und die jeweilige Y - Achse den erkundeten Tiefenbereich dar. Unterschiedliche Schichtungen bilden sich durch unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeiten ab.

Für die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen wurde eine mittlere Geschwindigkeit von 0.1 m/ns angenommen. Durch die unterschiedlichen Materialien des Untergrundes variieren allerdings die Ausbreitungsgeschwindigkeiten, so dass die angegebenen Tiefen nur Anhaltspunkte für die Eindringtiefe der Georadarmessungen liefern. Für die Modellierung wurde davon ausgegangen, dass bindiger - rolliger Boden, zum großen Teil trocken vorherrscht.

Störkörper im Untergrund wie Leitungen, Tanks, Fässer, Kampfmittel o. ä. treten in den Radargrammen als Diffraktionshyperbeln auf, wobei die Form dieser Hyperbeln sehr unterschiedlich sein kann. Es lässt sich zumeist nur die Tiefenlage der Oberkante der Störkörper ermitteln. Dieser ermittelte Wert ist aber nur ein Anhaltspunkt, da die Lage von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen abhängt, die entweder im Labor bestimmt werden muss oder aus Erfahrungswerten abgeleitet wird. Die Tiefenlage ist mit einer Unsicherheit von ca. 15% behaftet.

Die Georadarmessungen stellen eine indirekte Erkundungsmethode des Untergrundes dar. Es können Verdachtsbereiche für Störkörper wie Mauern, Fundamente und Leitungen ausgehalten werden. Leitungen können nicht erkannt werden, wenn diese:

- tiefer liegen als die Eindringtiefe,
- kleiner sind als das Auflösungsvermögen (Ausdehnung < 10 cm)
- sich unter einem Störkörper befinden, der mit seiner Diffraktionshyperbel die Diffraktionshyperbeln der Leitung überdeckt

3.0 Darstellung und Beschreibung der Messergebnisse

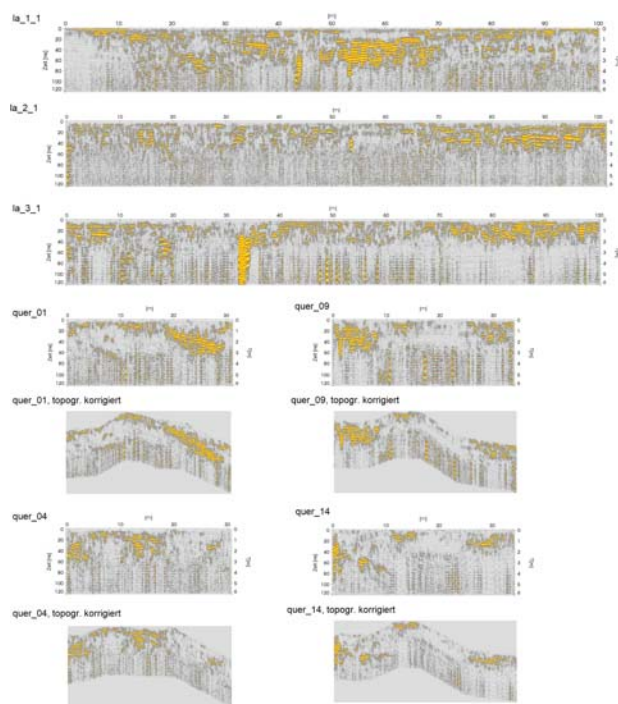
Zur besseren Übersicht wurde das Messgebiet in 4 Abschnitte unterteilt.

Blatt 1

In der **Anlage 1.1** ist die Lage der Profile der Georadarmessungen (schwarze Linien) des ersten Abschnitts in einem Lageplan dargestellt. Außerdem ist die Lage von Leitungen und Kanälen aus Bestandsplänen übernommen.

In der **Anlage 1.2** sind ausgewählte Radargramme der Messungen des ersten Abschnitts abgebildet.

Bild 4: Anlage 1.2



In den Radargrammen der Messungen ist eine Anzahl von unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der elektromagnetischen Wellen der Georadarmessungen aushaltbar. Dieser Wechsel ist durch die Veränderung der Farben Gelb/Rot zu Grau erkennbar. Diese unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten besitzen ihre Ursachen in der Änderung physikalischen Eigenschaften des Untergrundes, wie z.B. der Korngröße. Linear verfolgbare Änderungen weisen auf Schichtungen oder auch Schichtgrenzen im Untergrund hin. Diese sind hier aber nicht extra ausgewiesen, da mit unterschiedlichen Mächtigkeiten und auch physikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichttypen (Sande oder Tone) gerechnet werden muss und diese nach der Lage und Tiefe auch unterschiedlich ausgeprägt sein können.

Des Weiteren sind in den Radargrammen Diffraktionshyperbeln in Tiefen zwischen ca. 0.5 und 3 m erkennbar, die mit Leitungen oder Kanälen bzw. bisher unbekannten Hindernissen im Zusammenhang stehen können.

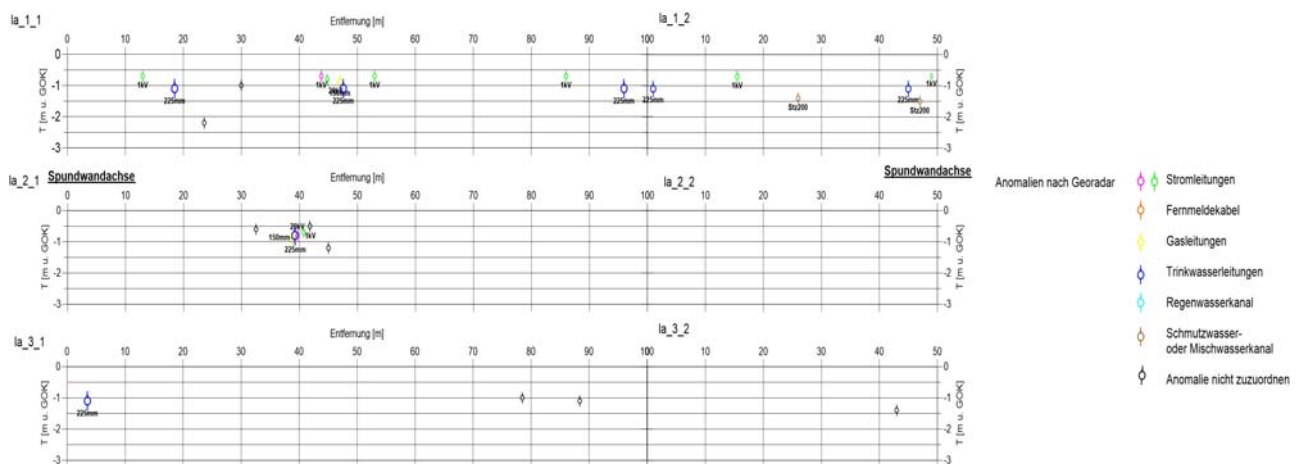
Die Längsprofile wurden in etwa auf einem gleichen topografischen Level gemessen, bei den Querprofilen dagegen wurden relativ starke topografische Höhenunterschiede erfasst. Deshalb wurden die Querprofile auch einer topografischen Korrektur unterzogen und in Bezug zur GOK und zur Höhe dargestellt. Es ist ersichtlich, dass in den oberen 2 – 3 m unter GOK Schichtungen und einzelne Diffraktionshyperbeln sicher aushaltbar sind. In diesem Tiefenbereich befinden sich auch die meisten Leitungen. Darunter nimmt die Aussagekraft der Messungen auf Grund der Dämpfung der elektromagnetischen Wellen durch bindiges Material ab.

Durch Einzelauswertungen wurden die Diffraktionshyperbeln ermittelt, allgemein Störkörper im Untergrund bestimmt und mit dem vorhandenen Leitungslageplan abgeglichen. Die Lage der ermittelten Leitungen und anderen Störkörper (Objekte / Leitungen) sind in den Anlagen 1.3 bis 1.5 dargestellt.

In der Anlage 1.3 ist eine flächenhafte Darstellung der Verteilung der Leitungen und anderen Störkörper abgebildet.

Die Anlagen 1.4 (Längsprofile) und 1.5 (Querprofile) geben X-Y-Plots der einzelnen Profile mit der Lage der Störkörper im Profil (Entfernung, Profilmeter) nach der Tiefe [m unter GOK] wieder.

Bild 5: Anlage 1.4

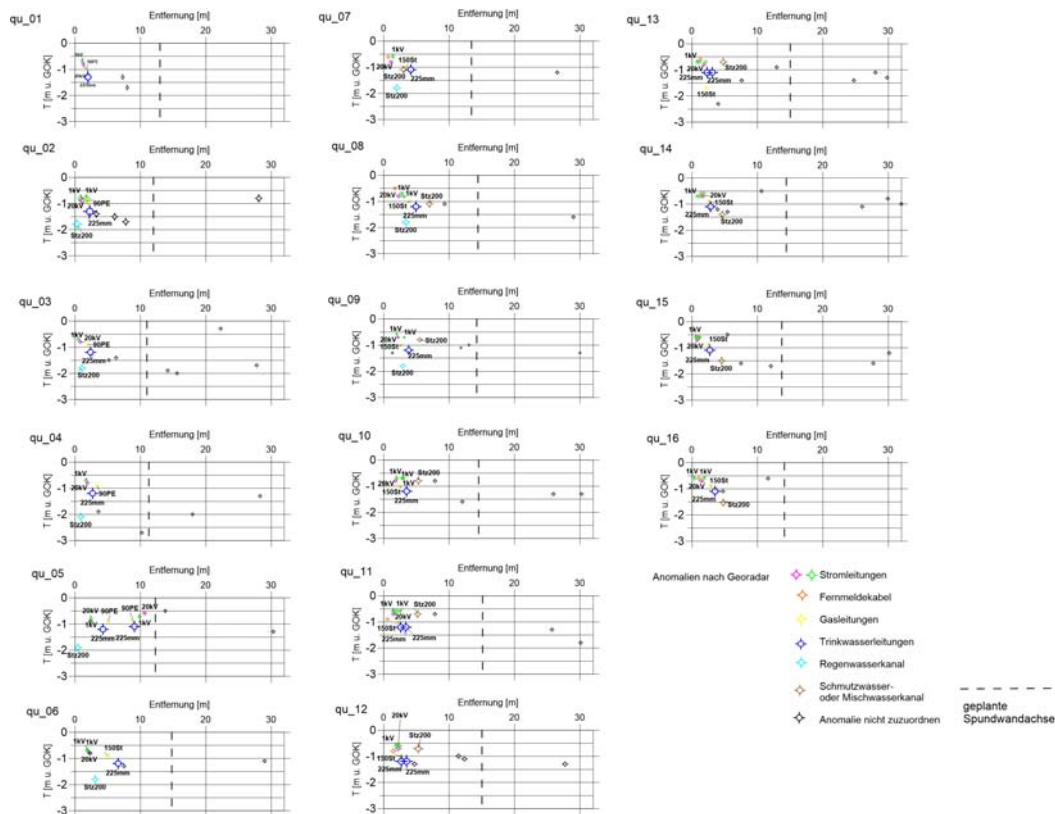


Im oberen X-Y-Plot, nördlich des Deiches, ist eine Reihe von Leitungen erkennbar, die über den erkundeten Abschnitt verteilt sind.

Im mittleren Längsprofil, im Spundwandbereich, zeichnen sich zwischen Profilmeter 30 und 40 Leitungen in den Radargrammen ab.

Südlich des Deiches, untere Abbildung, weisen die Messergebnisse auf eine vereinzelte Leitung und vereinzelte andere Störkörper (Objekte / Leitungen) hin.

Bild 6: Anlage 1.5



In den Querprofilen ist ein ähnliches Bild erkennbar. Nördlich des Deiches bzw. der geplanten Spundwand, sind relativ viele Anomalien, d.h. hier Leitungen aushaltbar. Diese Verlaufen quasi parallel zur geplanten Spundwand und sind in Tiefen zwischen 0.5 und 3 m unter GOK. Zum Teil befinden sich 5 unterschiedliche Leitungen innerhalb eines Bereiches von 2 – 3m. In den Radarmessungen deuten sich weitere Objekte / Leitungen im Bereich der geplanten Spundwand bei den Profilen qu_05, qu_09, qu_10, qu_12, qu_13, qu_15 und qu_16 in Tiefen zwischen 0.5 und 3 m unter GOK an.

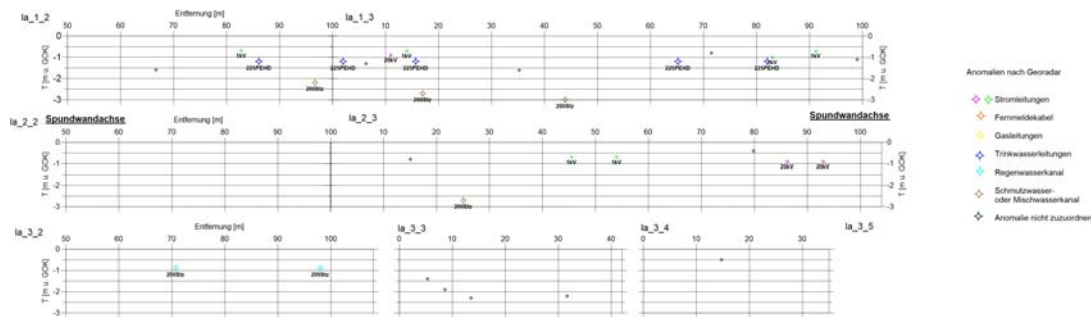
Blatt 2

In der **Anlage 2.1** ist die Lage der Georadarprofile aus diesem Abschnitt dargestellt.

Die **Anlage 2.2** gibt ausgewählte Radargramme der Messungen von diesem Areal wieder. Auch hier sind Schichtungen und Diffraktionshyperbeln bis in Tiefen von ca. 3.5 m unter Geländeoberkante erkennbar.

Die Diffraktionshyperbeln wurden einzeln ausgewertet und mit dem Bestandsplan für Leitungen abgeglichen. Die ausgehaltenen Leitungen und Objekte / Leitungen sind flächenhaft in der **Anlage 2.3** abgebildet und als X-Y-Plot der Längs- und Querprofile in den **Anlagen 2.4 und 2.5** dargestellt.

Bild 7: Anlage 2.4

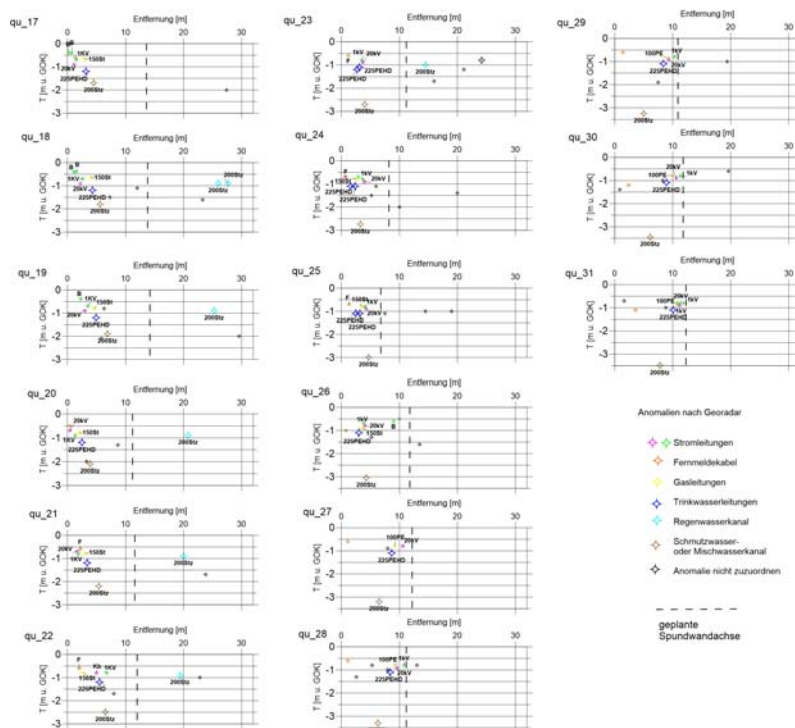


Bei den Messungen, nördlich der geplanten Spundwand, ist eine Anzahl von Leitungen aushaltbar, die über den erkundeten Abschnitt verteilt sind.

In den Untersuchungen im Bereich der geplanten Spundwand deuten sich 4 Stromleitungen, ein Kanal und zwei Objekte / Leitungen an. Diese Störkörper befinden sich im mittleren und östlichen Teil dieses Abschnitts.

Südlich der geplanten Spundwand weisen die Messergebnisse vereinzelt auf Leitungen oder Kanäle und bisher unbekannte Objekte oder Leitungen hin.

Bild 8: Anlage 2.5



Bei den Querprofilen 17 bis 26 befinden sich die ermittelten Leitungen überwiegend nördlich der geplanten Spundwand. Von Querprofil 27 bis 31 ist eine Anzahl von Leitungen und anderen Objekten / Leitungen in der Nähe der geplanten Spundwand aushaltbar. Hier befinden sich Strom-, Wasser- oder Gasleitungen in einem Abstand von 0,5 bis 2,5 m von der geplanten Spundwandachse entfernt. Die ausgehaltenen Leitungen und anderen Objekten lagern in Tiefen zwischen 0,5 und 3,5 m unter Geländeoberkante.

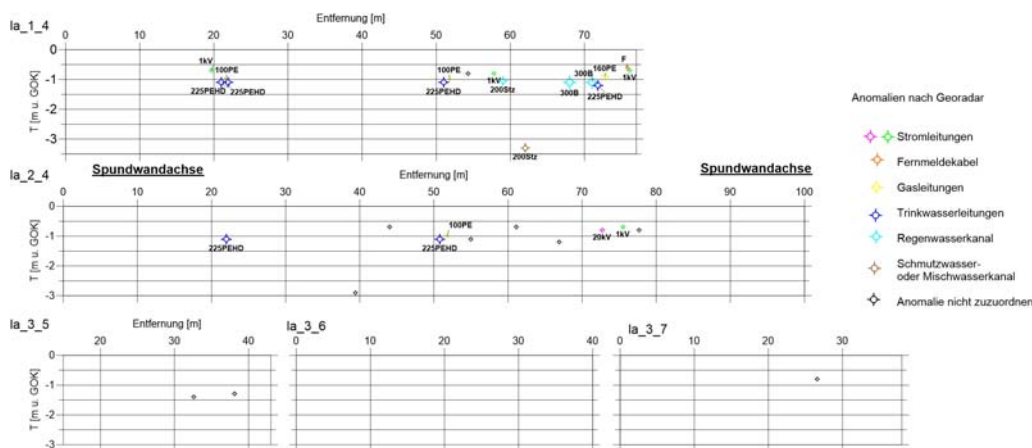
Blatt 3

In der **Anlage 3.1** ist die Lage der Georadarprofile aus diesem Areal abgebildet.

Die **Anlage 3.2** weist ausgewählte Radargramme der Messungen von diesem Gebiet aus. Auch hier sind Schichtungen und Diffraktionshyperbeln bis in Tiefen von ca. 3.5 m unter Geländeoberkante aushaltbar.

Auch hier wurden die Diffraktionshyperbeln einzeln ausgewertet und mit dem Bestandsplan für Leitungen abgeglichen. Die ausgehaltenen Leitungen und Objekte / Leitungen sind flächenhaft in der **Anlage 3.3** dargestellt und als X-Y-Plot der Längs- und Querprofile in den **Anlagen 3.4 und 3.5** abgebildet.

Bild 9: Anlage 3.4

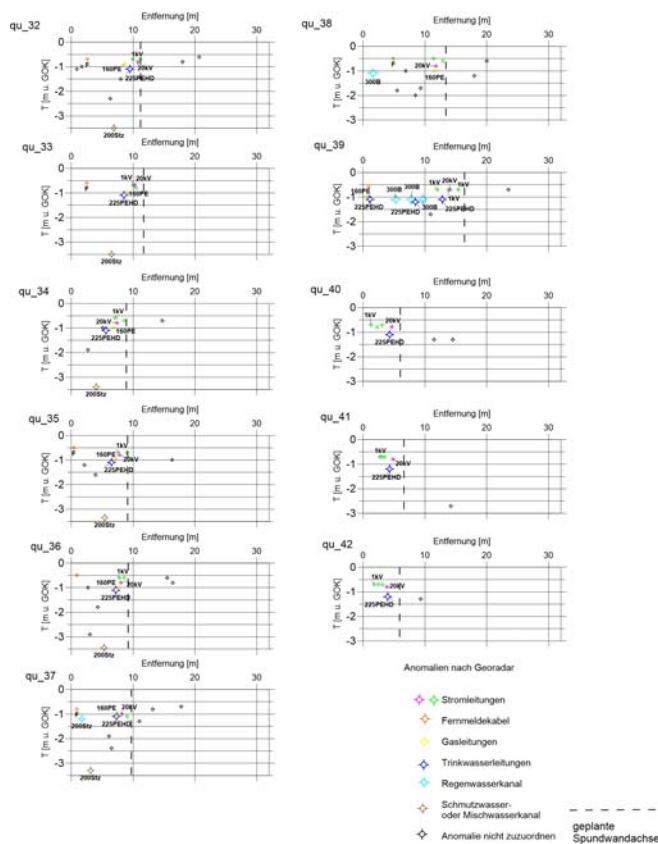


Im oberen X-Y-Plot, nördlich der geplanten Spundwand, ist auch im Längsprofil eine Reihe von Leitungen erkennbar, die in etwa senkrecht zur Profilrichtung verlaufen. Eine Häufung der ausgehaltenen Leitungen befindet sich zwischen Profilmeter 50 und 75. Hier befindet sich auch eine Straßenabiegung. Die meisten Leitungen liegen zwischen 0.5 und 1.5 m unter GOK, nur der Schmutzwasserkanal ist bei ca. 3.1 m unter GOK.

Im mittleren Längsprofil, das sich im Spundwandbereich befindet, zeichnen sich zwischen Profilmeter 20 und 50 Leitungen und einige Objekte / Leitungen in den Radargrammen ab. Diese lagern überwiegend im Tiefenbereich von 0.5 bis 1.5 m unter GOK.

Das südliche Profil wurde im Böschungsbereich gemessen. Hier wurden keine Leitungen detektiert, dafür drei Objekte (einzelne Steine?) zwischen 0.7 und 1.5 m unter GOK.

Bild 10: Anlage 3.5



In den Querprofilen 31 bis 42 sind alle Leitungen nach den Georadarmessungen zwischen den Profilanfängen und der geplanten Spundwand aushaltbar. Davon befindet sich der überwiegende Anteil im Bereich der Spundwand bis ca. 3 m nördlich davon. Diese ausgehaltenen Leitungen verlaufen quasi parallel zur geplanten Spundwand und befinden sich zumeist in Tiefen zwischen 0.5 und 1.5 m unter GOK, nur der Schmutzwasserkanal lagert unterhalb von 3 m unter GOK. Außerdem zeichnen sich in den Radargrammen weitere Objekte / Leitungen ab, die sich sowohl nördlich als auch südlich der geplanten Spundwand zwischen 0.5 und 3 m unter GOK befinden. Diese unbekannten Objekte / Leitungen sind nahezu in jedem Querprofil aushaltbar.

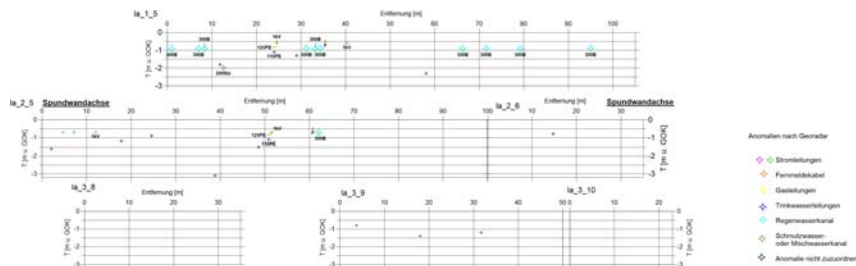
Blatt 4

In der **Anlage 4.1** ist die Lage der Georadarprofile vom südlichsten Messbereich dargestellt.

Die **Anlage 4.2** gibt ausgewählte Radargramme der Messungen aus diesem Areal wieder. Auch hier sind Schichtungen und Diffraktionshyperbeln bis in Tiefen von ca. 3.5 m unter Geländeoberkante erkennbar.

Die Diffraktionshyperbeln wurden ebenfalls wie in den anderen Abschnitten einzeln ausgewertet und mit dem Bestandsplan für Leitungen abgeglichen. Die ausgehaltenen Leitungen und Objekte / Leitungen sind flächenhaft in der **Anlage 4.3** abgebildet und als X-Y-Plot der Längs- und Querprofile in den **Anlagen 4.4 und 4.5** dargestellt.

Bild 11: Anlage 4.4



Bei den Messungen, nördlich der geplanten Spundwand, ist insbesondere der Regenwasserkanal aushaltbar. Außerdem zeichnen sich in den Radargrammen zwischen Profilmeter 10 und 40 der Schmutzwasserkanal, die Trinkwasser-, einige Strom- und eine Gasleitung sowie ein Fernmeldekabel ab.

In den Untersuchungen im Bereich der geplanten Spundwand deuten sich zwischen Profilmeter 7 und 12 sowie zwischen 50 und 63 mehrere Leitungen an, die sich zwischen 0.5 und 1.2 m unter GOK befinden. Außerdem sind in den Längsprofilen wenige Objekte / Leitungen zwischen 0.9 und 3.1 m unter GOK aushaltbar.

Im Böschungsbereich sind im Bereich von Profil la_3_9 drei bisher unbekannte Objekte oder Leitungen aushaltbar.

Bild 12: Anlage 4.5



Bei den Querprofilen 43 bis 55 befinden sich die ermittelten Leitungen nördlich der geplanten Spundwand. In allen Profilen können Leitungen im unmittelbaren Profilanfängen und auch in unmittelbarer Nähe der geplanten Spundwandachse ausgehalten werden, die parallel zur Spundwandachse verlaufen. Die Leitungen befinden sich in Tiefen zwischen 0.5 und 3 m unter GOK. Bisher unbekannte Objekte / Leitungen sind in jedem Profil erkennbar und befinden sich sowohl nördlich, in unmittelbarer Nähe und südlich der geplanten Spundwand in Tiefen zwischen 0.5 und 2.6 m unter GOK.

4.0 Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die geophysikalischen Messungen zur Erkundung der Lage von Leitungen im Untergrund im Bereich der Elbstraße zwischen der Hafenstraße und der Straße Im Hagen in Wittenberge erläutert.

Die geophysikalischen Messungen erfolgten am 05. und 06.09.2016. Die Georadarmessungen wurden mit einer Antennenfrequenz von 250 MHz entlang von 3 Profilen parallel zum Straßenverlauf und senkrecht dazu im Abstand von ca. 10 m durchgeführt. Die Messergebnisse sind in dem Bericht in Form von Radargrammen enthalten. Auf Grund lithologischer Bedingungen wurde eine Tiefe von etwa 3.5 m unter GOK erreicht.

Nach den durchgeführten Messungen können im Bereich der untersuchten Areale eine Anzahl von Anomalien im Untergrund ausgehalten werden. Die Vielzahl der Anomalien wird durch Veränderungen der Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen angezeigt. Das bedeutet, dass sich hier Veränderungen in der Gesteinsstruktur bzw. Schichtgrenzen im Untergrund befinden.

Außerdem deutet eine Anzahl von Diffraktionshyperbeln auf Störkörper, die mit Leitungen oder Kanälen im Zusammenhang stehen können. Diese Verdachtsbereiche für Leitungen wurden mit einem Bestandsplan abgeglichen und die entsprechenden Leitungen ausgewiesen. Die Leitungen befinden sich zumeist nördlich der geplanten Spundwandachse und außerdem parallel dazu. Es befinden sich aber auch Leitungen in unmittelbarer Nähe der geplanten Spundwandachse. Außerdem wurden eine Reihe von Störkörper als Objekte / Leitungen ausgewiesen, die keiner Leitung aus dem Bestandsplan zuzuordnen war. Die ermittelten Leitungen sind entsprechend der Lage im Gelände auf Lageplänen und in so genannten X-Y-Plots dargestellt. Außerdem wurde eine Excel Tabelle mit den Koordinaten, der Oberkantentiefe, der Leitungsart dem Profil und Profilmeter erstellt.

Die geophysikalischen Messungen stellen indirekte Erkundungsmethoden des Untergrundes dar. Die Interpretation der Messergebnisse erfolgte nach besten Wissen und Gewissen. In die Auswertung fließen Modellvorstellungen und empirische Faktoren. Dadurch können die Ergebnisse der Interpretation von direkten Untersuchungen oder Arbeiten abweichen, auch weil sich die physikalischen Eigenschaften des Untergrundes innerhalb der gesamten untersuchten Bereiche verändern können.

5.0 Anlagenverzeichnis

Anlage 1.1 – 1.5:	Anlagen von Abschnitt 1
Anlage 2.1 – 2.5:	Anlagen von Abschnitt 2
Anlage 3.1 – 3.5:	Anlagen von Abschnitt 3
Anlage 4.1 – 4.5:	Anlagen von Abschnitt 4