



Unterschriftenblatt

Dipl.-Geol. Daniel Drößler
Arbeitsgruppenleiter Geophysik

.....

Dipl.-Geophysiker Karl-Heinz Nitsch
Projektingenieur

.....

Verteiler:

Exemplar 1:	PS Kieswerke GmbH	
Exemplar 2:	M&S Umwelt Projekt GmbH	Herr Witz
Exemplar 3:	GMB GmbH Z-MGV-GIG	Archiv



Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung.....	4
2	Standort.....	4
2.1	Morphologie	5
2.2	Geologische Verhältnisse.....	5
2.3	Hydrologische Verhältnisse	5
3	Messprinzip	5
3.1	Allgemein	5
3.2	Messprinzip	6
3.2.1	Geoelektrische Widerstandskartierung	7
4	Untersuchungsmethodik und Messdurchführung	8
5	Interpretation der Messergebnisse.....	8

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan, Maßstab 1:2000
Anlage 2	Ergebnisse geoelektrische Kartierung, Maßstab 1:2000
Anlage 3	Verbreitung Geschiebemergel, Maßstab 1:2000

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: mittlere spezifische elektrische Widerstände von Lockergesteinen	6
---	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bereich ehemaliger Kiessandtagebau Luggendorf [2].....	4
Abbildung 2: Messprinzip der Geoelektrik – Vierpunktanordnung mit Zweischichtfall	7

Verwendete Arbeitsunterlagen

- [1] Aufgabenstellung, E-Mail Herr Witz, M&S Umweltprojekt GmbH, 05.09.2019
- [2] Auszug aus Tageriss – Betriebszustand April 2018 – Endstand, Fugro Germany Land GmbH, 24.04.2018
- [3]
- [4] K.Knödel, H. Krummel, G.Lange: Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien – Band 3, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005
- [5] Geologische Übersichtskarte 1:100.000, LBGR, <http://www.geo.brandenburg.de/lbgr/bergbau>

1 Aufgabenstellung

Die PS Kieswerke GmbH plant die Errichtung einer Deponie auf dem Gelände des ehemaligen Kiessandtagebaues Luggendorf. Für die hydrogeologische Betrachtung wurden Bohrungen zur Ermittlung der Geschiebemergelverbreitung im Untergrund und des vorhandenen Grundwasserstandes durchgeführt.

Aufgrund von starken Differenzen im Grundwasserstand der einzelnen Pegel ist eine flächenhafte Erkundung der vorhandenen Geschiebemergelhochlagen notwendig.

Die GMB GmbH, Z-MGV-GIG, wurde mit der Durchführung von geoelektrischen Kartierungen zur Ermittlung der horizontalen Verbreitung des Geschiebemergels und der Erstellung eines Ergebnisberichtes beauftragt [1].

2 Standort

Der Untersuchungsstandort befindet sich in Brandenburg im Landkreis Prignitz südlich der B189 bei Groß Pankow. Südlich der Ortschaft Luggendorf liegt der Bereich des ehemaligen Kiessandtagebaues Luggendorf (Abbildung 1).

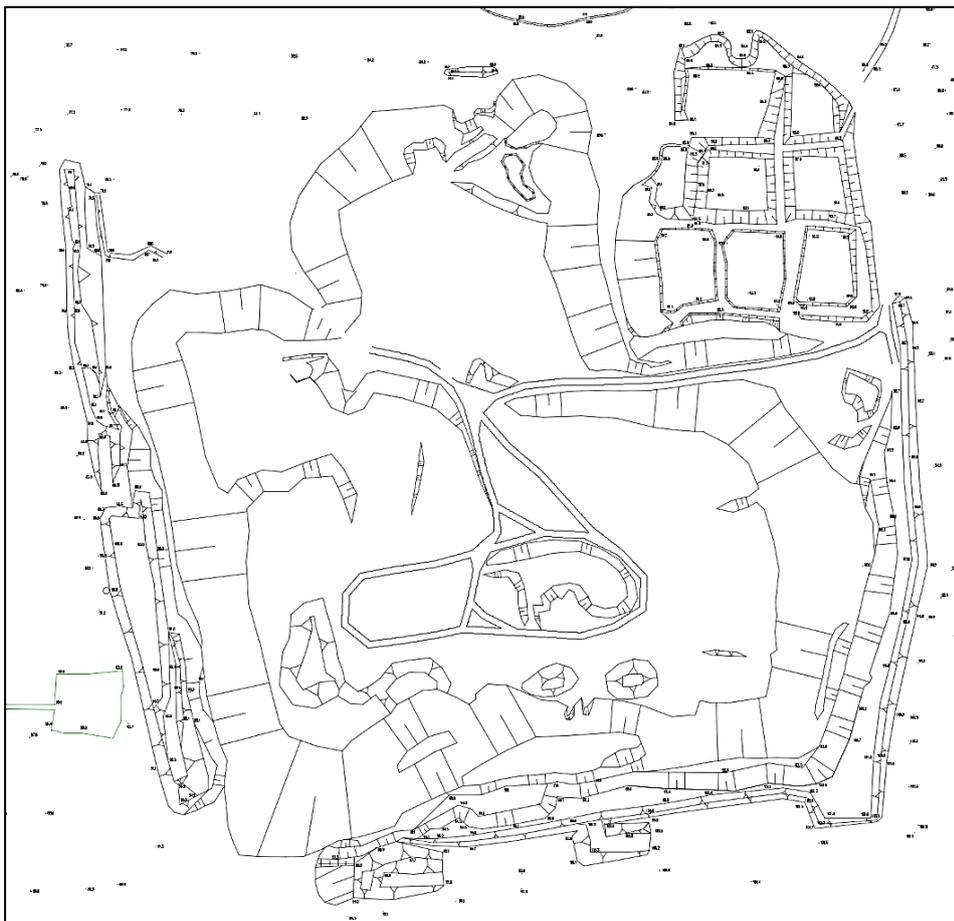


Abbildung 1: Bereich ehemaliger Kiessandtagebau Luggendorf [2]



2.1 Morphologie

Der Untersuchungsbereich liegt in der Senke des ehemaligen Kiessandtagebaues. Das umliegende Gelände steigt von Nordwesten nach Südosten von ca. 79 m ü. NHN auf ca. 100 m ü. NHN an. Die Senke des Tagebaues verläuft von Westen nach Osten aufsteigend von ca. 76 m ü. NHN auf ca. 78 m ü. NHN.

Innerhalb der Senke sind noch einzelne Böschungen mit Höhenunterschieden von ca. 1,0 m vorhanden. An den Randböschungen werden Höhen von ca. 8 m überwunden.

2.2 Geologische Verhältnisse

Nach [5] liegt der Tagebau im Bereich von der Grundmoräne mit Geschiebemergeln/ -lehmen im Norden, Ablagerungen der Gletscherschmelzwässer aus kiesigen Sanden im mittleren Bereich und von Endmoränenaufschüttungen mit Mischböden aus Sanden, Kiesen, Steinen und Geschiebemergeln im Süden.

2.3 Hydrologische Verhältnisse

Nach [5] steigt der Grundwasserspiegel (stand 2018) von ca. 72 m ü. NHN im Norden auf ca. 74 m ü. NHN im Süden an.

3 Messprinzip

3.1 Allgemein

Der für geoelektrische Messungen entscheidende petrophysikalische Parameter ist der spezifische elektrische Widerstand ρ^* und die Dielektrizitätskonstante ϵ des Gesteins. Die *relative* Dielektrizitätskonstante trockener Gesteine liegt zwischen $\epsilon_r = (3,5 \dots 19)$.

Eine starke Beeinflussung entsteht durch Poren- und Kluftwasser infolge der hohen *relativen* Dielektrizitätskonstante des Wassers ($\epsilon_r = 81$). Das heißt mit zunehmenden Wassergehalt wird ϵ_r vergrößert. Durch eine Erhöhung des Wassergehaltes wird eine Abnahme des spezifischen Widerstandes infolge der elektrolytischen Leitfähigkeit des Poren- bzw. Kluftwassers bewirkt.

Im Wesentlichen wird der spezifische elektrische Widerstand ρ^* für den Lockergesteinsbereich bestimmt durch:

- den Porenraum bzw. Korngröße,
- die Porenfüllung (d.h. den Grad der Wassersättigung) und
- den Mineralisationsgrad des Wassers.

Für die unterschiedlichen Sedimente im Lockergesteinsbereich können die in Tabelle 1 eingetragenen mittleren spezifischen elektrischen Widerstände angesetzt werden.



Tabelle 1: mittlere spezifische elektrische Widerstände von Lockergesteinen

Erdstoff		Widerstände [Ωm]
Kies (trocken)	(rollig, trocken)	> 1000
Kies (wassergesättigt)	(rollig, wassergesättigt)	60 ... 300
Sand (trocken)	(rollig, trocken)	> 1000
Sand (wassergesättigt)	(rollig, wassergesättigt)	50 ... 150
Geschiebemergel	bindig	40 ... 100
Lehm	bindig	20 ... 50
Löß	bindig	15 ... 50
Schluff	bindig	5 ... 50
Ton	bindig	5 ... 40
Braunkohle	kohlig	10 ... 60
Torf	organogen	15 ... 50

Aus der Tabelle 1 ergeben sich Widerstandskontraste zwischen folgenden Materialien:

- rollig → bindig,
- rollig → kohlig und
- rollig, trocken → rollig, wassergesättigt.

Für den erfolgreichen Einsatz der Widerstandsgoelektrik müssen zwei wichtige Voraussetzungen erfüllt sein:

- ein deutlicher Widerstandskontrast und
- eine ausreichende relative Schichtmächtigkeit (im Verhältnis zur Tiefe).

Beide Bedingungen sind in ihrer Wechselwirkung zu betrachten. Vor der Durchführung geoelektrischer Messungen sind sorgfältige Untersuchungen über die Lösbarkeit der gestellten Aufgabe anhand von Bohrungen, theoretischen Modellrechnungen und gegebenenfalls von Testmessungen anzustellen.

3.2 Messprinzip

Bei den geoelektrischen Widerstandsverfahren werden dem Boden künstliche elektrische Gleich - oder Wechselstromfelder mit unterschiedlicher Frequenz aufgeprägt. Stromeinspeisung und Spannungsabgriff werden galvanisch vorgenommen. Am häufigsten kommen Vierpunktanordnungen (Abbildung 2), mit einer Vielzahl an Varianten, zum Einsatz.

Verknüpft ist der spezifische elektrische Widerstand ρ^* eines Leiters über seine geometrischen Maße mit dem Ohm'schen Widerstand R , der sich als Quotient aus der Spannung U und der Stromstärke I ergibt:

$$R = \frac{U}{I}$$

Unter Berücksichtigung der Geometrie (k = Geometriefaktor) und den Messgrößen I und ΔU ergibt sich für den spezifischen elektrischen Widerstand ρ^* eines Leiters folgende Beziehung:

$$\rho^* [\Omega m] = R [\Omega] * k [m] \quad \text{oder} \quad \rho^* = \frac{\Delta U}{I} * k$$

Für den Geometriefaktor (k) einer Vierpunktanordnung gilt folgendes:

$$k = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN}}$$

In (Abbildung 2) ist das Prinzip einer Vierpunktanordnung für geoelektrische Widerstandsmessungen am Beispiel eines Zweischichtfalles demonstriert.

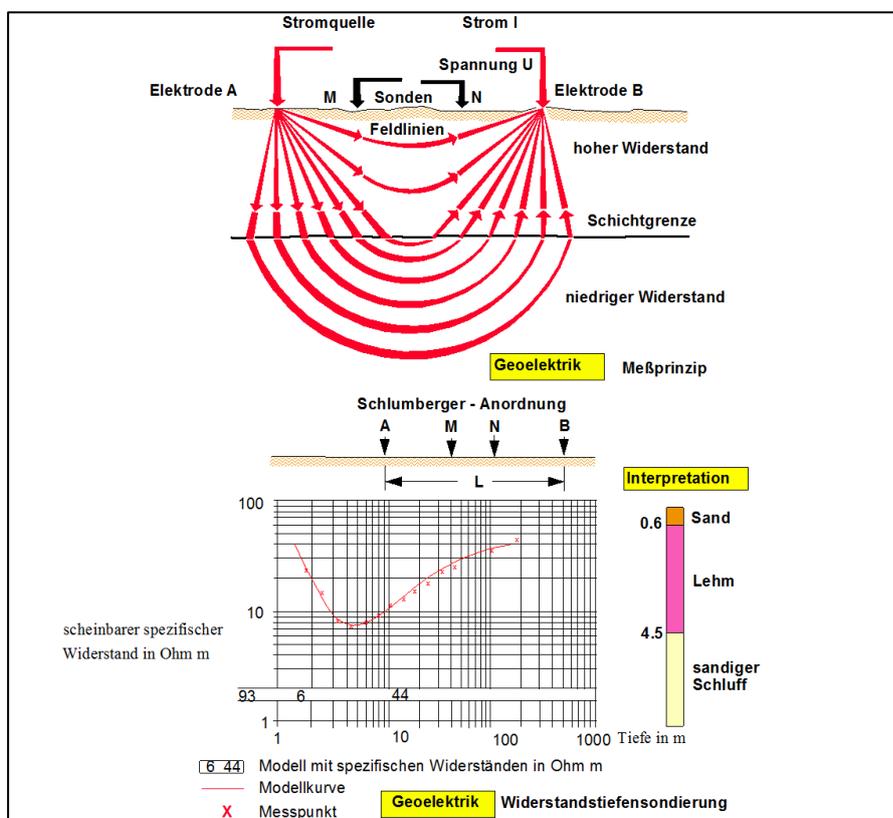


Abbildung 2: Messprinzip der Geoelektrik – Vierpunktanordnung mit Zweischichtfall

Eine optimale geoelektrische Erkundung wird oftmals durch eine Kombination von geoelektrischen Kartierungen und Sondierungen erzielt.

3.2.1 Geoelektrische Widerstandskartierung

Bei der geoelektrischen Widerstandskartierung (horizontale ρ^* -Änderung) wird eine Vierelektrodenanordnung (SCHLUMBERGER-Anordnung) in ihrer Messgeometrie beibehalten und über die Messprofile bewegt. Der geometrische Mittelpunkt der vier Elektroden (Spieße) befindet sich stets am zu messenden Punkt.

Die Entfernung der äußeren Elektroden vom geometrischen Mittelpunkt der Aufstellung ($AB/2$) entscheidet über die sogenannte Eindringtiefe (Wirkungstiefe). Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Form von Einzelprofilen oder als Isohmenkarten.



4 Untersuchungsmethodik und Messdurchführung

Ort:	Ehemaliger Kiessandtagebau Luggendorf
Zeitraum:	14.11. bis 15.11.2019
Messsystem:	GE 320 Fa. Geo Sys GmbH Leipzig
Messaufstellungen:	AB/2 = 10 m (\approx 3 m u. GOK) AB/2 = 20 m (\approx 7 m u. GOK)

Als Messverfahren wurde eine geoelektrische Kartierung mit zwei Aufstellungen / Eindringtiefen gewählt, um die Hochlagen des Geschiebemergels/ -lehms bestmöglich über die Messfläche aushalten zu können. Nach [1] liegt der bindige Boden zwischen $z = (1,0 \dots 7,0)$ m u. GOK. Daher wurden die oben genannten Aufstellungen / Eindringtiefen gewählt.

Gemessen wurde in Nord-Süd-Richtung mit einem Punktabstand von $y = 10$ m und einem Profilabstand von $x = 20$ m. Die Messwerte sind in Anlage 2 an den entsprechenden Messpunkten vermerkt. Anschließend wurden die einzelnen Messwerte mit der Software „Surfer“ zu Isolinen interpoliert und als Flächen in Anlage 2 eingetragen.

5 Interpretation der Messergebnisse

Die Lage der Messprofile ist in Anlage 1 und die Messergebnisse in Anlage 2 enthalten.

Dargestellt ist der spezifische elektrische Widerstand (ρ) der beiden Messaufstellungen über die Messfläche. Der anstehende Geschiebemergel/ -lehm wird vorwiegend durch Messwerte von $\rho = (25 \dots 100)$ Ω m repräsentiert. Die Messwerte $\rho = (100 \dots 250)$ Ω m lassen auf gemischtkörnige Böden (z.B. schluffige Sande) schließen und Messwerte $\rho > 250$ Ω m auf Kiese.

Die Messwerte der Messaufstellung AB/2 = 20 m (\approx 7 m u. GOK) zeigen die generelle Lage des Geschiebemergels/ -lehms, welcher grob zwei Flanken bildet. Die nördliche Flanke verläuft von Nordosten nach Südwesten und die südliche Flanke von Osten nach Westen.

Anhand der abnehmenden Widerstände bis $\rho < 40$ Ω m lassen sich schon die Bereiche der Hochlagen erkennen, welche in den Ergebnissen der Messaufstellung AB/2 = 10 m (\approx 3 m u. GOK) wesentlich besser hervortreten und wieder durch Messwerte von $\rho = (25 \dots 100)$ Ω m erkennbar sind.

In den Umliegenden Arealen ist der Geschiebemergel/ -lehm bis ca. $z = 3,0$ m u. GOK von rolligerem Material überlagert, weshalb der spezifische elektrische Widerstand in diesem Bereich ansteigt.

Um die die Verbreitung des Geschiebemergels/ -lehms und die sich aus der geoelektrischen Kartierung ergebenden Hochlagen darzustellen, wurden in Anlage 3 die Isolinie des $\rho > 100$ Ω m Messwertes für beide Aufstellungen dargestellt. Zu beachten ist, dass die Darstellung die Tiefe in Meter unter Geländeoberkannte (m u. GOK) darstellt und sich somit in Böschungsbereichen andere Höhenlage ergeben.