

Anhang 1

Interpretation der vertikalen Geoelektrik-Profile und der Bodenproben

Standort A1 (Abb. A1)

Die verglichen mit den anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen hohe Heterogenität der Widerstandsverteilung mit Werten im Bereich von 20 – 450 Ω m kann durch die in diesem Gebiet stattgefundenen anthropogenen Aufschüttungen erklärt werden. In 4m Tiefe ist ein deutlicher Anstieg des elektrischen Widerstandes auf Werte bis zu 800 Ω m zu beobachten. Die Eindringtiefe betrug 5.26m.

Standort A2 (Abb. A2)

Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 20 – 50 Ω m. Diese verglichen mit anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 6.17m.

Standort A3 (Abb. A3)

Die Eindringtiefe betrug bei Standort A3 nur 0.72m. Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 40 – 60 Ω m. In 0.55m Tiefe ist ein Anstieg des elektrischen Widerstandes auf 100 Ω m zu beobachten.

Standort B1 (Abb. B1a & B1b):

Deutlich ist bei ca. 2.80m Tiefe ein Übergang von z.T. grünlich gebänderten schwach glimmerführendem Silt mit spezifischen Widerständen im Bereich von v.a. 25 – 40 Ω m zu einem roten, glimmerführendem, siltigen Feinsand mit spezifischen Widerständen im Bereich von 30 – 100 Ω m zu erkennen. Bei 1.70m steigt der Widerstand auf 70 Ω m. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 4.30m.

Standort B2 (Abb. B2a & B2b):

Es sind insgesamt drei Übergänge zwischen dem rötlichen siltigen und dem feinsandigen Material zu erkennen, wegen der geringen Ausbeute der Bodenproben ist jedoch eine Zuordnung der Tiefen nicht möglich. Bei ca. 3.8m Tiefe liegt der letzte Übergang zwischen dem eher niederohmigen siltigen und dem vergleichsweise höherohmigen feinsandigen Material. Gemessene Widerstände sind bis in eine Tiefe von 1.30m sehr heterogen verteilt und liegen hauptsächlich im Bereich von 10 – 100 Ω m. Ab 1.30m liegen Die Widerstandswerte zwischen 10 – 45 Ω m bis sie bei einer Tiefe von 4.60m auf 360 Ω m zunehmen. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 4.68m.

Standort B5 (Abb. B5)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 20 – 500Ωm. Bei 1.20m Tiefe steigt der Widerstand auf über 1200Ωm und bei 2.80m auf 800Ωm an. Die Eindringtiefe der betrug 5.20m.

Standort C1 (Abb. C1)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 0 – 35Ωm. Diese schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. In 0.70m Tiefe ist ein deutlicher Anstieg des elektrischen Widerstandes auf Werte bis zu 50Ωm zu beobachten. Die Eindringtiefe betrug 3.44m.

Standort C2 (Abb. C2)

Gemessene Widerstände liegen bis in eine Tiefe von 1.50m hauptsächlich im Bereich von 15 – 40Ωm. Bei einer Tiefe von 0.60m steigt der Widerstand 70 Ωm an. Ab 1.50m Tiefe ist die Widerstandsverteilung sehr heterogen mit Werten bis zu 570Ωm. Die Eindringtiefe betrug 2.18m.

Standort D1 (Abb. D1)

Gemessene Widerstände liegen bis in eine Tiefe von 4.80m hauptsächlich im Bereich von 20 – 200Ωm. Ab 4.80m Tiefe steigt der Widerstand auf über 300Ωm und bei 5.80m auf 1000Ωm an. Die Eindringtiefe betrug 7.73m. Eine weitere Interpretation der Daten findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort D2 (Abb. D2a & D2b):

Insgesamt sind zwei Übergänge zwischen dem siltigen und dem sandigen Material zu erkennen, wegen der geringen Ausbeute der Bodenproben ist jedoch eine Zuordnung nicht möglich. Zwischen 3.66 - 4.88m tritt ein kompakter gelblicher Sandstein zum Vorschein, gefolgt von einem roten z.T. grünlich gebänderten Sand. Zwischen 4.88 - 6.10m wird der Sand wieder durch das siltige Material, diesmal aber mit gelbbraun gefleckten Konkretionen, abgelöst. Gemessene Widerstände sind bis in eine Tiefe von 2.40m sehr heterogen verteilt und liegen hauptsächlich im Bereich von 45 – 250Ωm. Bei 2.25m steigt der Widerstand auf 385Ωm an. Ab 2.40m liegen Die Widerstandswerte hauptsächlich zwischen 15 – 80Ωm, zwischen 5.00 – 5.50m nehmen Sie auf bis zu 200Ωm und ab Tiefen über 7.80m auf bis zu 120Ωm zu. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 8.90m.

Standort D3 (Abb. D3)

Die verglichen mit den anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen hohe Heterogenität der Widerstandsverteilung kann durch die in diesem Gebiet stattgefundenen anthropogenen Aufschüttungen (Abraum Buntsandsteinbrüche) erklärt werden. In 1.80m Tiefe ist ein deutlicher Anstieg des elektrischen Widerstandes auf über 600Ωm, bei 2.30m auf 480Ωm und zwischen 5.00 – 6.20m auf 400Ωm zu beobachten. Die Eindringtiefe betrug 9.16m. Eine weitere Interpretation der Daten findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort E0 (Abb. E0)

Die Heterogenität der Widerstandsverteilung bis 1.00m Tiefe kann mit einem durchwurzeltten Oberboden erklärt werden. Ab 1.00m liegen die gemessenen Werte zwischen 10 – 45 Ω m Diese schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 5.09m.

Standort E1 (Abb. E1a & E1b):

Der hohe spezifische Widerstand bei ca. 0.60m ist durch einen zerbohrten Kalkstein zu erklären (Vergleiche hierzu auch die Photoaufnahmen dieses Profils). Darüber befindet sich das eher niedrigohmige siltige, darunter das vergleichsweise höherohmigen feinsandige Material. Feinsand zwischen 1.22 - 2.44m wird von einem höherohmigen (bis 200 Ω m) grünlich gebändeter Sand zwischen 2.44 - 3.66m abgelöst. Zwischen 3.66 - 4.26m ist ein Übergang vom sandigen zum siltigen Material zu erkennen. Über das gesamte Profil ist der Widerstand sehr heterogen verteilt. Die Eindringtiefe Geoelektrik-Sondierung betrug 3.95m.

Standort E2 (Abb. E2)

Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 30 – 150 Ω m und sind sehr heterogen verteilt. Die Eindringtiefe betrug 2.97m.

Standort F1 (Abb. F1a & F1b):

Der hohe spezifische Widerstand bei 1.20m ist durch einen grau-grünen Sandstein zu erklären. Darüber befindet sich eher niedrigohmiges siltiges Material darunter roter Feinsand. Die hohen spezifischen Widerstände bei ca. 0.30m können durch eine durchwurzeltte Zone hervorgerufen werden. Ab ca. 1.40m dominiert ein ockerfarbener Silt (15 – 40 Ω m), mit zum z.T. schwarzen Konkretionen und grauen Siltlagen. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 7.64m. Eine weitere Interpretation der Daten findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort F2a (Abb. F2a)

Die Heterogenität der Widerstandsverteilung bis 2.00m Tiefe kann mit einem durchwurzeltten Oberboden im Wald erklärt werden. Ab 2.00m liegen die gemessenen Werte zwischen 15 – 50 Ω m. Die schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 6.26m. Eine weitere Interpretation findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt. Eine weitere Interpretation der Daten findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort F2b (Abb. F2b)

Die Heterogenität der Widerstandsverteilung bis 0.40m Tiefe kann mit einem durchwurzeltten Oberboden im Wald erklärt werden. Von 0.40m bis 1.40 wird das Profil von Widerstandswerten zwischen 30 – 35 Ω m dominiert, zwischen 1.40 - 2.80m folgen höhere Widerstandswerte bis 60 Ω m

gemessen. Ab 2.80m Tiefe dominieren Werte zwischen 20 - 40Ωm. Die Eindringtiefe betrug 7.94m. Eine weitere Interpretation findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort F3 (Abb. F3)

Die Eindringtiefe betrug bei Standort F3 nur 1.13m. Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 20 – 120Ωm.

Standort G1 (Abb. G1)

Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 10 – 40Ωm. Diese verglichen mit anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Bei 5.20m Tiefe steigt der Widerstand auf über 220Ωm an. Die Eindringtiefe betrug 6.26m. Eine weitere Interpretation findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort G2 (Abb. G2)

Gemessene Widerstände liegen im Bereich von 15 – 40Ωm. Diese verglichen mit anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 7.35m. Eine weitere Interpretation findet zusammen mit der Multielektroden-Geoelektrik statt.

Standort H1 (Abb. H1)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 30 – 50Ωm. Diese verglichen Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Bei 0.45m Tiefe steigt der Widerstand auf 240Ωm (einzelner Wurzelgang?) und zwischen 1.90 – 2.30m auf ca. 100Ωm an. Die Eindringtiefe betrug 2.96m.

Standort H2 (Abb. H2a & H2b):

Deutlich ist bei ca. 1.00m Tiefe ein Übergang vom siltigen (ca. 50Ωm) zum feinsandigen (ca. 70Ωm) Material zu erkennen. Zwischen 1.22 - 2.44m wird der Sand wieder durch das siltige Material, abgelöst. Wieder deutlich zu erkennen ist zwischen 2.44- 3.66m bei ca. 2.60m Tiefe ein Übergang vom feinsandigen (ca. 70Ωm) zum siltigen (ca. 50Ωm) Material. Zwischen 3.66m und 4.88m liegt bei ca. 4.15m ein grauer Silt mit vergleichsweise hohem spezifischem Widerstand (ca. 80Ωm) vor. Zwischen 4.88 - 5.30m wird ein brauner, z.T. grau gebänderter toniger Silt, mit einer Zwischenlage des grauen Silt, von einem rosafarbenen Sandstein abgelöst. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 4.54m.

Standort H3 (Abb. H3)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 20 – 50 Ω m. Diese verglichen Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Bei Tiefen von 1.50m und 3.00m steigt der Widerstand auf 60 Ω m an. Die Eindringtiefe betrug 3.11m.

Standort I1 (Abb. I1)

Die Heterogenität der Widerstandsverteilung bis 0.20m Tiefe kann mit einem durchwurzeltten Oberboden erklärt werden. Ab 0.20m liegen die gemessenen Werte zwischen 15 Ω m – 50 Ω m, wobei die Widerstandsverteilung tendenziell in die Tiefen abnimmt. Die schmale Bandbreite der Widerstandsverteilung lässt auf einen verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 4.15m.

Standort I2 (Abb. I2)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 20 – 60 Ω m. Bei Tiefen von 2.00m und 3.00m steigt der Widerstand auf bis zu 120 Ω m an. Die Eindringtiefe betrug 5.75m.

Standort I3 (Abb. I3)

Gemessene Widerstände liegen hauptsächlich im Bereich von 20 – 60 Ω m. Bei Tiefen von 1.30m und 2.20m steigt der Widerstand auf bis zu 310 Ω m an. Die Eindringtiefe betrug 5.00m.

Standort X1 (Abb. X1)

Die Heterogenität der Widerstandsverteilung bis 0.40m Tiefe kann mit einem durchwurzeltten Oberboden erklärt werden. Von 0.40 – 2.40m liegen die Widerstandswerte bei 40 Ω m und zwischen 2.40 – 4.19m bei 30 Ω m. Die schmalen Bandbreiten der Widerstandsverteilungen lassen auf jeweils verhältnismässig homogenen Untergrund schliessen. Die Eindringtiefe betrug 4.19m.

Standort X2 (Abb. X2)

Gemessene Werte liegen zwischen 30 – 75 Ω m, wobei die Widerstandsverteilung tendenziell in die Tiefen abnimmt. Ab 4.40m ist die Widerstandsverteilung sehr heterogen mit Werten bis zu 120 Ω m. Die Eindringtiefe betrug 4.88m.

Standort X3 (Abb. X3a & X3b):

Zwischen 0m und 1.40m dominiert das siltige Material. Deutlich ist aber bei ca. 0.80m Tiefe eine Schicht des eher hochohmigen Sandes (bis ca. 350 Ω m) zu erkennen. Es folgt ein höherohmiger grauer Sandstein und roter, z.T. grünlich gebänderter verfestigter Sand (bis ca. 120 Ω m). Bei 2.44m tritt

das siltige Material wieder zum Vorschein und wird von höherohmigen (bis ca. 70 Ω m) hellgrauen Stein und Silt abgelöst. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 4.86m.

Standort X4 (Abb. X4)

Bis 2.20 m liegen die gemessenen Werte hauptsächlich zwischen 30 – 80 Ω m, bei 0.55m steigt der Widerstand auf 160 Ω m an. Zwischen 2.20 – 4.30m ist die Widerstandsverteilung sehr heterogen mit Werten bis zu 300 Ω m. Werte ab 4.30 liegen zwischen 10 – 50 Ω m, wobei die Widerstandsverteilung tendenziell in die Tiefen abnimmt. Die Eindringtiefe betrug 7.12m.

Standort X5 (Abb. X5a & X5b):

Ein gut sortierter ockerfarbener Silt mit schwarzen Konkretionen dominiert dieses Bodenprofil (30 – 50 Ω m). Bei ca. 2.20m ist ein markanter Abfall des spezifischen Widerstandes zu beobachten. Bei ca. 4m ist ein grauer Sandstein mit einer Mächtigkeit von 0.02m zwischengeschaltet (ca. 50 Ω m). Darunter sind zwei Übergänge zwischen dem ockerfarbenen siltigen und dem glimmerführendem sandigen Material zu beobachten. Die Eindringtiefe der Geoelektrik-Sondierung betrug 5.39m.

Standort X6 (Abb. X6a & X6b):

Das gesamte Bodenprofil ist durch einen gut sortierten ockerfarbenen Silt bestimmt (10 – 30 Ω m). Dabei nimmt der spezifische Widerstand kontinuierlich von der Oberfläche in die Tiefe ab.

Standort X7 (Abb. X7)

Verglichen mit den anderen vertikalen Geoelektrik-Profilen ist die Widerstandsverteilung mit Werten bis zu 200 Ω m über das gesamte Profil sehr heterogen. Die Eindringtiefe betrug 6.52m.

Weitere Interpretation der Multielektroden-Geoelektrik

Profil D (Abb. 3D):

Bei Profillänge 29m ist ein deutlicher Anstieg der Widerstandswerte bei ca. 6m sowohl bei der Multielektroden-Geoelektrik als auch bei der „Direct Push“-Geoelektrik zu beobachten. Tiefer als 7.73m konnte nicht gerammt werden, was darauf schliessen lässt, dass in diesen Tiefen der Fels ansteht. Eine hohe Heterogenität der Widerstandsverteilung bei der „Direct Push“-Geoelektrik korreliert mit dem häufigen Wechsel des rötlich sandigen und dem siltigen Material der Bodenprobe. Der häufige Wechsel dieser beiden Komponenten kann damit erklärt werden, dass hier in Vergangenheit der Abraum aus den Buntsandsteinbrüchen abgelagert wurde.

Bei Profillänge 48m ist sowohl bei der Multielektroden-Geoelektrik als auch bei der „Direct Push“-Geoelektrik eine vertikale Struktur (Bruch) mit verhältnismässig geringen Widerstandswerten verglichen mit der Umgebung erkennbar.

Profil F (Abb. F):

Eine hohe oberflächennahe Varianz der Widerstandsverteilung sowohl bei der Multielektroden-Geoelektrik als auch bei der „Direct Push“-Geoelektrik lässt auf einen durchwurzeltten Oberboden im Wald schliessen. Da die Rammsondierungen nicht tiefer als 6.46 - 7.94m (Ausnahme niedrige Eindringtiefe bei F3, aufgrund lokal begrenzter Untergrundverhältnisse) vordringen konnten ist anzunehmen, dass in diesen Tiefen unverwitterter Fels ansteht. Die in der Multielektroden-Geoelektrik deutlich zu erkennenden horizontalen Strukturen werden bei Profillänge 85m um einen Betrag von 4-5m versetzt. Dies kann durch eine Verwerfung erklärt werden. Die Bodenprobe zeigte, dass rötliches siltiges und sandiges Material ockerbraunen Silt überdeckt. Die äolisch abgelagerten Komponenten des Lösslehms wurden von dem höher gelegenen Buntsandsteinabraum mit der Zeit überdeckt.

Profil G (Abb. G):

Profil G wurde so gewählt, dass auch im Zustrom der Deponie ein optimaler Standort für eine permanente Grundwassermessstelle, gefunden wird. Auf dem Profil der Multielektroden-Geoelektrik wurden drei Standorte zur Aufnahme des spezifischen Widerstandes mit der „Direct Push“-Technik ausgewählt, von denen einer als temporäre Grundwassermessstelle ausgebaut wurde. Weiterhin wurde an dieser Stelle eine Bodenprobe genommen. Die gemessenen spezifischen Widerstände aus der Multielektroden-Geoelektrik und „Direkt Push“ korrelieren miteinander. Werte liegen bis Tiefen zwischen 6.26m und 7.35m bei beiden Methoden zwischen 10 – 30 Ω m. Tiefer konnte mit der „Direct Push“- Technik nicht gerammt werden, ein Hinweis auf einen Übergang zu härteren Material (Muschelkalk, Buntsandstein). Bei den vertikalen Profile von X6 und G2 ist weiterhin zu beobachten, dass der spezifische Widerstand kontinuierlich von der Oberfläche in die Tiefe abnimmt. Da das gesamte Bodenprofil X6 durch ockerfarbenen Silt bestimmt ist, kann daraus geschlossen werden, dass der Zustrom von einer bis zu 7m mächtigen Lössschicht bedeckt ist.