

UNTERSUCHUNGSBERICHT



Fallstudie / Volksschule Reinprechtspölla (NÖ) Geowissenschaftliche Bewertung (Geologie, Geophysik & Tonmineralogie)

2. Februar 2007

MAG^a BIRGIT JOCHUM (GBA), DR. REINHARD ROETZEL (GBA)
Prof. Dr. FRANZ OTTNER (BOKU), *cand. Dipl. Ing.* DIETMAR KEUSCH (BOKU),
Prof. Dr. FRANZ KOHLBECK (TUW)

Auftragsdatenblatt

Auftraggeber:	
Adresse:	Dr. Joachim Schweigl Amt der NÖ Landesregierung Gruppe Baudirektion, Abt Allg. Baudienst Geologischer Dienst 3109 St. Pölten, Landhausplatz 1
Telefon/Fax:	(+43 2742) 9005 - 14282 / (+43 2742) 9005 - 15150
Adresse:	VLG 2005 - Interministerielles Beamtenkomitee für den Vollzug des Lagerstättengesetzes, Beschluss vom 03. Mai 2005 (57. Sitzung) BMW A Sekt IV, Montanbehörde 1200 Wien, Denigasse 31
Telefon/Fax:	+43 71100-8520

Projektgebiet:	Reinprechtspölla (NÖ)
Geogr. Lage:	ÖK, Blatt 21
Adresse/Lage:	SW Eggenburg, NW Maissau, SE Horn
Besitzer:	diverse
Ansprechpartner:	Dr. Joachim Schweigl

Projektnummer:	NC-62/ÜLG-35
Sachbearbeiter GBA:	Jochum
Messteam GBA	Jochum, Römer, Bieber ⁽¹⁾ , Kohlbeck, Arndt ⁽²⁾ , Roetzel ⁽³⁾
Sachbearbeiter BOKU	Ottner
Messteam	Ottner, Keusch ⁽³⁾

Projektbeschreibung	Baugrunduntersuchung Schule
Lithologischer/ Geologischer Rahmen:	Löss, Molasse (Zellerndorf-Formation und Zogelsdorf- Formation)

Methodik⁽¹⁾:	Geophysik - Multielektrodengeoelektrik (1 Profil)		
Elektrodenabstand:	5m		
Auslagenlänge:	335 m		
Max. Auflösungstiefe:	63 m		
Elektrodenanordnung:	Wenner- Schlumberger		
Methodik⁽²⁾:	Geophysik - GeoRadar (8 Profile)		
Frequenz:	100 MHz, 200 MHz		
Gesamtmesslänge:	352 m		
Erkundungstiefe:	9.5 m		
Methodik⁽³⁾:	Geologie/Tonmineralogie		
Anzahl:	3 Schürfe, 2 Schneckenbohrungen, 1 Kernbohrung		
Probenanzahl:	9 + 11 + 7 = 27		
Erkundungstiefe:	3.5 m, 11 m, 15 m		

Projektlauf:	
Auftragserteilung:	2005
Beginn Messung:	06. 09.2005 ⁽¹⁾ 19. 11.2005 ⁽²⁾ 30.08.2005 ⁽³⁾
Ende Messung:	06. 09.2005 ⁽¹⁾ 19. 11.2005 ⁽²⁾ 08.11.2006 ⁽³⁾
Abgabe Bericht:	2. Februar 2007

Kurzfassung

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde nach den Ursachen für die in der Vergangenheit aufgetretenen Bauschäden an der Volksschule Reinprechtspölla gesucht. Dazu wurden geophysikalische Messungen durchgeführt, Schürfe geöffnet, drei Schneckenbohrungen und eine Kernbohrung abgeteuft. An 25 ausgewählten Sedimentproben wurden umfangreiche mineralogische und geotechnische Untersuchungen vorgenommen.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass im Bereich der Fundamente der Volksschule Reinprechtspölla Feinkornsedimente der **Zellerndorf-Formation** mit sehr hohen Anteilen des quellbaren Tonminerals Smektit vorhanden sind. Diese Feinkornsedimente reichen bis in eine Tiefe von 10 Metern. Der Smektitgehalt in der Tonfraktion kann bis zu 85 Masse % betragen. Die darunterliegenden Sedimente der **Zogelsdorf-Formation** sind durch wesentlich geringere Smektitgehalte und sehr hohe Karbonatanteile gekennzeichnet.

Die obersten 2 Meter bestehen aus Sedimenten des **Quartärs** und sind sedimentologisch sowie granulometrisch sehr unregelmäßig zusammengesetzt; es treten sowohl grobkörnige als auch feinkörnige Schichten auf. Durch diese Unregelmäßigkeiten kommt es lokal zu sehr individuellen hydrologischen Verhältnissen. Kiesreiche Lagen dienen dem Wassertransport, die tonreicheren Bereiche wirken als Wasserstauer. In den durchgeführten Brunnenmessungen wurden auf engstem Raum unterschiedliche Wasserhorizonte festgestellt.

Aufgrund der Wasserführung in den quartären Schichten ist auch eine Dotierung der darunterliegenden **Zellerndorf-Formation** leicht möglich. Die im Untergrund der Volksschule Reinprechtspölla vorhandenen hohen Smektitgehalte und die mögliche Wasserzufuhr in tiefere Schichten bewirken ein Quellen bei Wasseraufnahme und ein Schrumpfen bei Wasserabgabe.

Die Scherfestigkeit der **Zellerndorf-Formation** in 3 m Tiefe ist mit einem Restscherwinkel Φ_r von $7,8^\circ$ extrem niedrig, daraus leitet sich ein sehr hohes Potential für Verformungen und Gleiterscheinungen ab.

Die Ursachen für die Setzungserscheinungen im Bereich der Volksschule Reinprechtspölla sind im geologischen Aufbau des Untergrundes zu sehen und dadurch **geogen bedingt**. Zur Vermeidung von zukünftigen Bauschäden müssen entsprechende Baumaßnahmen getroffen werden.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung und Aufgabenstellung	3
2	Geologie	4
2.1	Geologischer Rahmen	4
2.2	Aerogeophysik	7
2.3	Geländeaufnahmen	10
2.3.1	Schürfe/Bohrungen	10
2.3.2	Wasserstandsmessungen	20
3	Untersuchungsmethoden	22
3.1	Geophysik	22
3.1.1	Goelektrik	22
3.1.2	Georadar	24
3.2	Tonmineralogie	25
3.2.1	Korngrößenverteilung	25
3.2.2	Gesamtmineralbestand	25
3.2.3	Karbonatbestimmung nach SCHEIBLER	25
3.2.4	Tonmineralanalyse	26
3.2.5	Simultane Thermoanalyse (STA)	26
3.3	Geotechnik	27
3.3.1	Wassergehalt	27
3.3.2	Atterberggrenzen	27
3.3.3	Scherversuche	27
4	Untersuchungsergebnisse	28
4.1	Geophysik	28
4.1.1	Goelektrik	28
4.1.2	Georadar	32
4.2	Tonmineralogie	36
4.2.1	Korngrößenanalysen	36
4.2.2	Gesamtmineralanalysen	42
4.2.3	Tonmineralanalyse	46
4.3	Geotechnik	49
4.3.1	Wassergehalte	49
4.3.2	Konsistenzgrenzen	51
4.3.3	Scherversuche	51
4.4	Zusammenfassung Geologie, Tonmineralogie und Geotechnik	53
5	Resumée	55
6	Literatur	56

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Messungen wurden im Rahmen des Forschungsprogrammes NC 62-2005 - *Zur Bewertung von Methoden der Baugrunduntersuchung* - durchgeführt. Bei dem Untersuchungsobjekt handelt es sich um ein Grundstück mit einem einstöckigen Schulgebäude in Reinprechtspölla/NÖ (siehe Abbildung 1-1). An dem Gebäude treten regelmäßig erhebliche Rissbildungen auf, die eine umfangreiche Renovierung des Schulgebäudes zur Folge hatte.

Im Auftrag der NÖ Landesregierung sollte gezeigt werden, inwieweit eine Methodenkombination aus Geophysik und Tonmineralogie zur baugelogischen Untersuchungen bzw. Bewertung in konkreten Schadensfällen beitragen können.

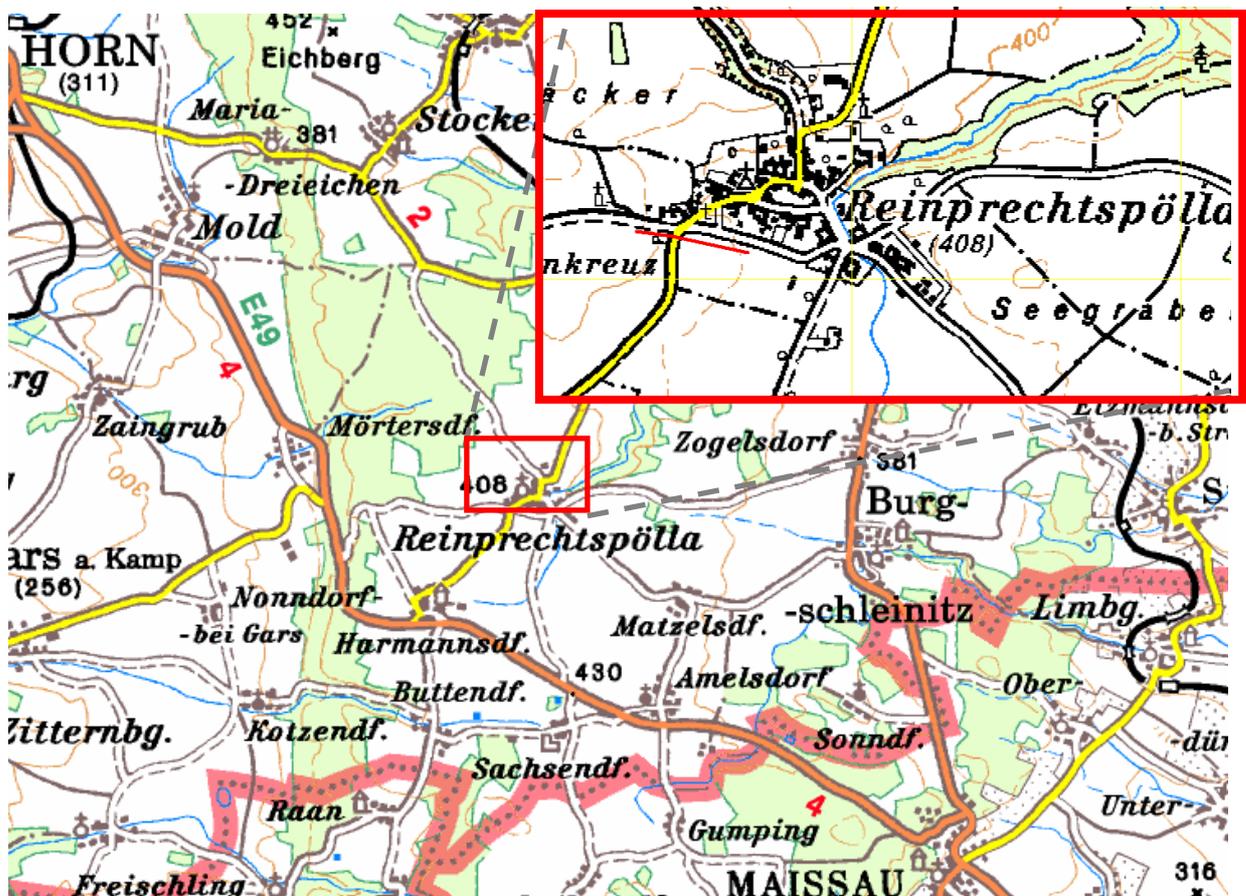


Abbildung 1-1: Lage des Messgebietes

2 Geologie

2.1 Geologischer Rahmen

Das Messgebiet um Reinprechtspölla liegt zwischen dem Horner und dem Eggenburger Becken, im Grenzbereich der östlichen Ausläufer des Kristallins der Böhmisches Masse und der autochthonen Molasse (siehe Abbildung 2-1)

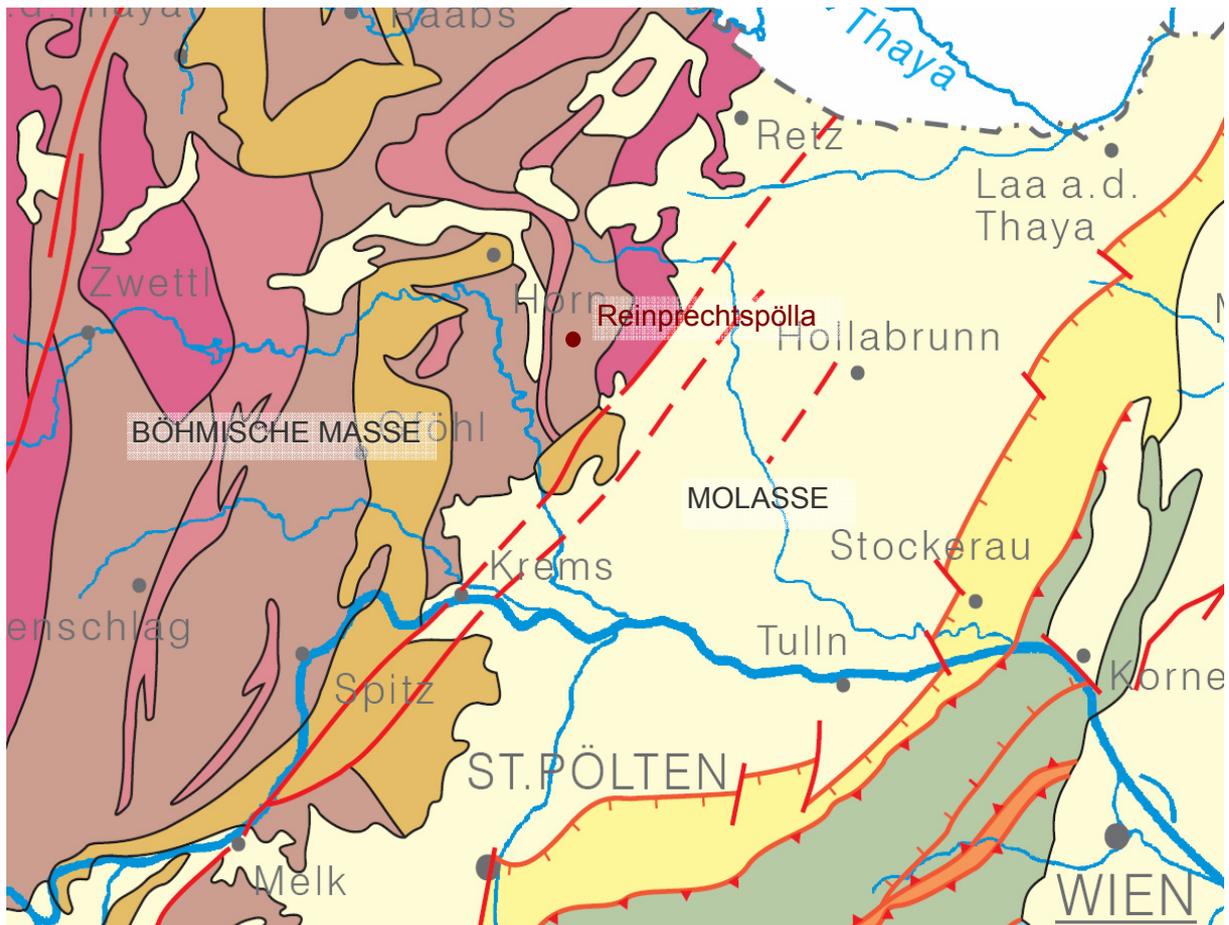


Abbildung 2-1: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich, 1:2.000.000, GBA Wien 1999

Auszug aus der Legende und kurze Erläuterungen der Geologischen Karte von Niederösterreich 1:200.000 (GBA, Wien 2002), siehe auch Abbildung 2-2 :

Löss, Lösslehm (19): Löss ist ein äolisches Sediment mit einem dominanten Grobschluff-Anteil und wechselnd hohen Karbonatgehalten. Er wurde vor allem im Pleistozän während der Kaltzeiten gebildet. Das Material stammt vorwiegend aus den damals fast vegetationslosen und daher vor dem Angriff des Windes ungeschützten Schwemmebenen der großen Flüsse.

Zellerndorf-Formation (128): *Tone des Tiefwassers*

Die Sedimente der Zellerndorf-Formation kommen vorwiegend östlich der kristallinen Gesteine der Böhmisches Masse vor. Die vollmarinen Tone und Schluffe liegen über der Zogelsdorf-Formation. Diese zuerst mit der Zogelsdorf-Formation lateral verzahnenden, später durch fortschreitende Transgression auch im Hangenden abgelagerten Tone entsprechen der hochmarinen Beckenfazies des oberen Eggenburgium bis Ottnangium. Die Zellerndorf-Formation ist wahrscheinlich durch syndimentäre anaerobe Bedingungen über weite Teile fossilarm bis fossilleer. Die sehr feinkörnigen Tone besitzen einen hohen Smektit-Anteil, der auf die Einwehung vulkanischer Aschen zurückzuführen ist.

Zogelsdorf-Formation (129): *Muschelhaltiger Schlamm eines seichten, tropischen Meeres*

Die Zogelsdorf-Formation ist vor allem im Raum Eggenburg, aber auch am kristallinen Außenrand zwischen Retz, Pulkau, Limberg, Maissau und Grübern aufgeschlossen und reicht im Westen bis ins Horner Becken heran. Die meist gut verfestigten Kalksteine und Kalksandsteine gradieren auch direkt auf das Kristallin. Diese Sedimente markieren mit einer deutlichen Erosionsdiskordanz mit Aufarbeitung und Umlagerung an der Basis die neuerliche Transgression im jüngeren oberen Eggenburgium bis Ottnangium. Vor allem Bryozoen, Brachiopoden, Corallinaceen, verschiedene Bivalven, Echinodermen, Balaniden und Foraminiferen sind maßgeblich am Aufbau der karbonatreichen Fazies beteiligt.

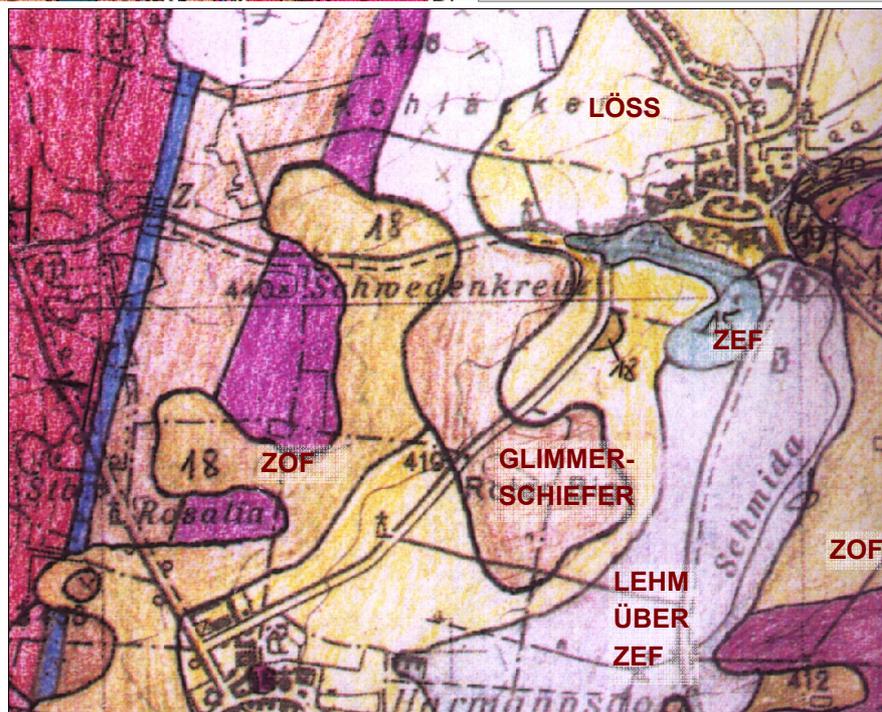
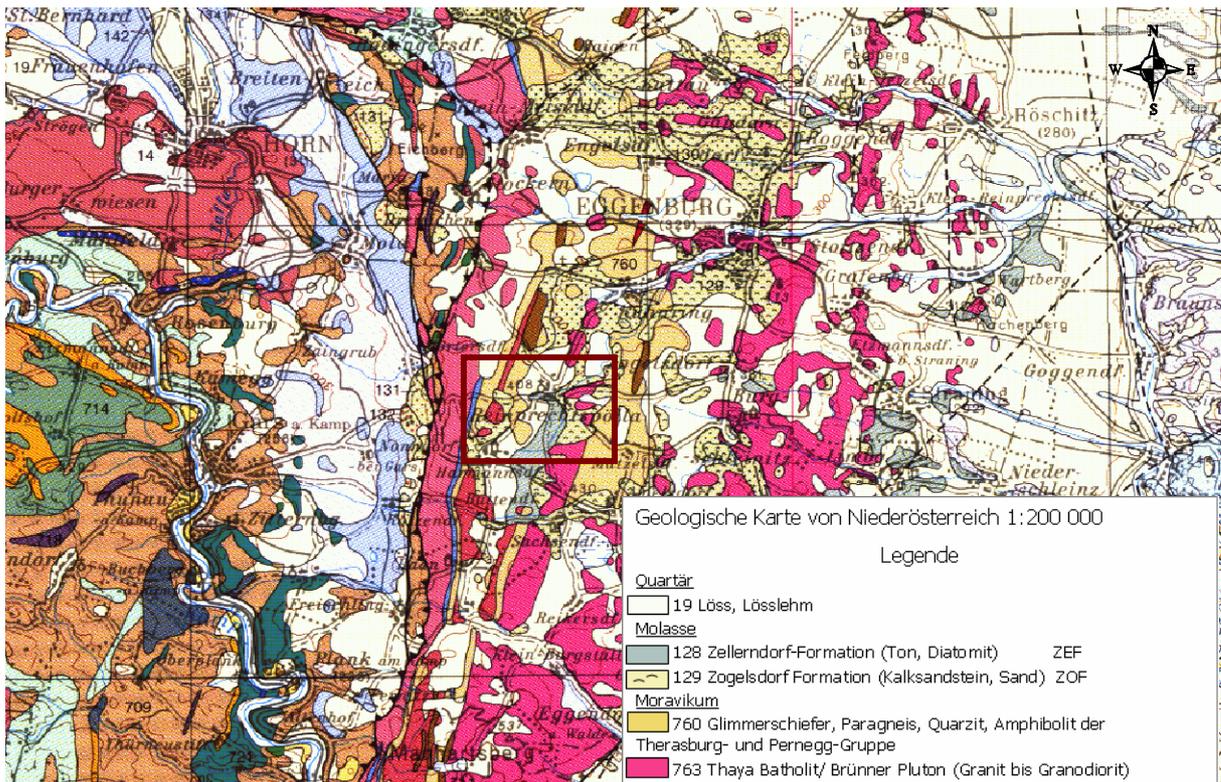


Abbildung 2-2: Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 (oben) und Manuskript von ÖK21 –Horn 1:25.000 (unten)

2.2 Aerogeophysik

In den Jahren 1994-1996 wurde die Region mittels Aerogeophysik kartiert. Die Hubschraubermessungen bestätigen sowohl in den Magnetik- als auch in den Widerstandswerten die geologische Situation, wobei sich die großräumigen Strukturen deutlich in den aerogeophysikalischen Messungen widerspiegeln. Zum einen ist deutlich der Verlauf der Diendorfer Störung in der Magnetik ersichtlich, zum anderen das Relief der Kristallinoberkante in der EM.

Magnetik

Dem globalen Erdfeld sind lokale Anomalien überlagert, die die Information über den geologischen Aufbau des Messgebietes beinhalten, wobei sich die Magnetisierbarkeitskontraste der unterschiedlichen Gesteine bzw. Minerale bemerkbar macht

Starke Magnetisierungen in Gesteinen entstehen durch ferrimagnetische Minerale mit hoher magnetischer Suszeptibilität, zumeist Magnetit, Titanomagnetit, Maghemit und Pyrrhotin. Gesteine mit hoher Suszeptibilität sind vorwiegend mafische bis ultramafische Magmatite und aus diesen hervorgegangene Metamorphite, sowie Mineralisierungen oder Erze der oben genannten Minerale.

Die Ergebnisse der Magnetik sind in Form einer Isanomalienkarte der magnetischen Totalintensität dargestellt (Abbildung 2-3), wobei Abweichungen der Totalintensität des Erdmagnetfeldes vom globalen Internationalen Geomagnetischen Referenzfeld (IGRF), welche durch die magnetischen Eigenschaften der oberen bis obersten Erdkruste bedingt sind, als Anomalien erkennbar werden.

Elektromagnetik

Bei der elektromagnetischen Messmethode werden auf induktivem Weg Wirbelstromsysteme im vermessenen Untergrund erzeugt. Diese sind eine Funktion der Verteilung der elektrischen Leitfähigkeit. Man kann daher umgekehrt aus den, den Wirbelströmen entsprechenden magnetischen Sekundärfeldern und über bestimmte Modellannahmen auf die elektrischen Verhältnisse im Messgebiet schließen.

In Abbildung 2-4 ist die großflächige Widerstandsverteilung unter der Betrachtung eines homogenen Halbraumes (dabei wird von einem lithologisch-geologisch einheitlichem Körper ausgegangen) dargestellt.

Im Detail bestätigen die bodengeoelektrischen Messungen die großräumigen Ergebnisse aus der Airborne-Elektromagnetik.

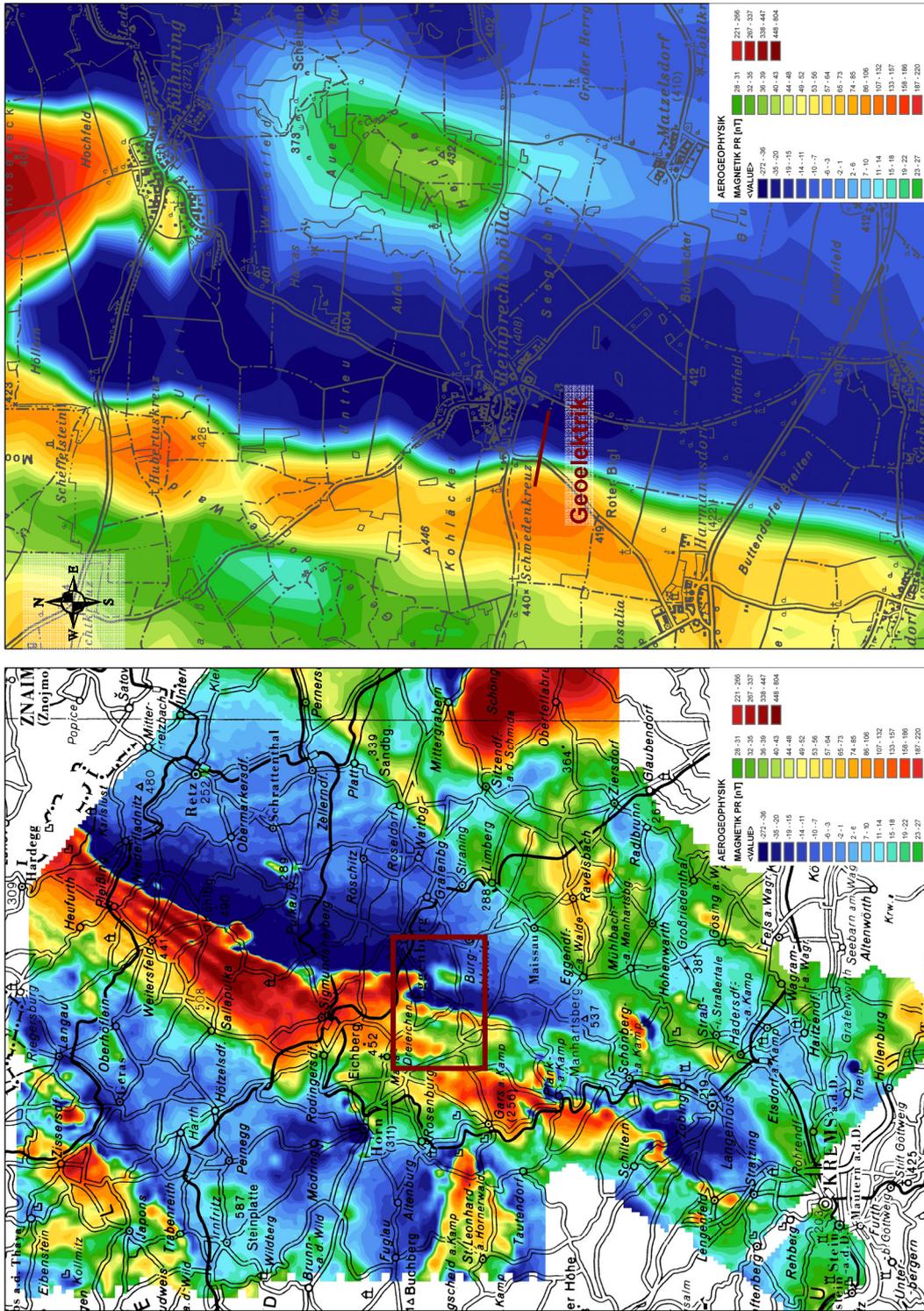


Abbildung 2-3: Unten: Magnetische Totalintensität ermittelt aus der Aerogeophysik; Oben: Detailausschnitt

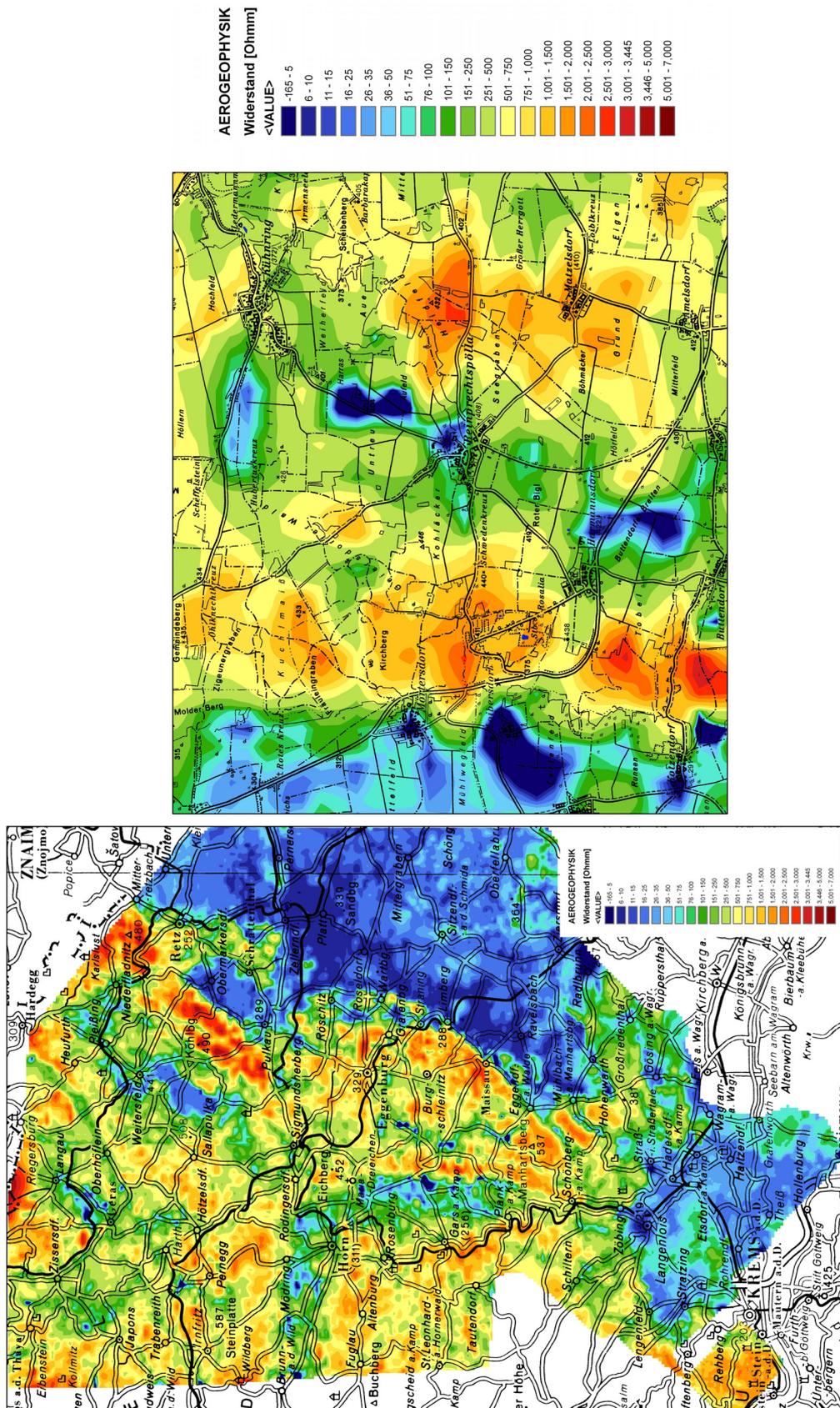


Abbildung 2-4: Unten: Widerstandsverteilung ermittelt aus der Aerogeophysik; Oben: Detailausschnitt

2.3 Geländeaufnahmen

2.3.1 Schürfe/Bohrungen

Lithologische Beschreibung der Schichtfolge in den Profilen der Schürfe, der Schneckenbohrung und der Kernbohrung

Reinhard Roetzel

Am 30.8.2005 wurden im Bereich der Volksschule Reinprechtspölla drei Schürfe mittels eines Baggers zur geologischen Erkundung des Untergrundes abgeteuft. Neben der lithologischen Beschreibung der Sedimente wurden Proben zur Analyse der Korngrößen und Tonmineralogie aus diesen Schürfen entnommen.

Schurf 1

Ca. 22 m nördlich des Schulgebäudes, BMN-Koordinaten M34 (GPS): Rechts: 707661, Hoch: 386215 (vgl. Lageplan).

- 100 cm Silt, tonig, schwarzbraun-dunkelbraun, klebrig, im oberen Teil mit Steinen (Anschüttung und Boden)
- 150 cm Silt, tonig, etwas feinsandig, ocker-gelbbraun, durchwurzelt, Wasserzutritt,
(Lehm, pleistozän-holozän)
gegen das Liegende Übergang in
- 370 cm (ET) Ton, siltig, grüngrau-braungrau, gegen das Liegende bläulichgrau, braune Flecken, fett, plastisch, gegen das Liegende sehr steif, kalkfrei, Ca-Ausfällungen in Linsen und Ca-Konkretionen („Steinchen“) bis 1 cm Dm.
(Zellerndorf-Formation)

Schurf 2

Ca. 2 m nördlich des Schulgebäudes, BMN-Koordinaten M34 (GPS): Rechts: 707662, Hoch: 386188 (vgl. Lageplan).

- 100 cm Silt, sandig-tonig, schwarzbraun-dunkelbraun, locker (Boden)
- 170 cm Silt, stark feinsandig, tonig, ocker-gelbbraun (Lehm, pleistozän-holozän)
- 320 cm (ET) Ton, siltig, grüngrau-braungrau, mittelbraun fleckig, fett, plastisch, kalkfrei, am Top viele Ca-Ausfällungen
(Zellerndorf-Formation).

Schurf 3

In Garten von Erwin Maurer, westlich Hintereingang der Schule, BMN-Koordinaten M34 (GPS): Rechts: 707648, Hoch: 386168 (vgl. Lageplan).

- 80 cm Silt, sandig-tonig, schwarzbraun-dunkelbraun, locker (Boden)
- 120 cm Silt, tonig, etwas feinsandig, kiesig (Quarz, Kristallin, bis 2 cm Dm., eckig) ocker-gelbbraun (Lehm, pleistozän-holozän)
- 320 cm (ET) Ton, siltig, grüngrau-braungrau, fleckig, kalkfrei, sehr viele Ca-Ausfällungen, unregelmäßig fleckig verteilt, bis 3 cm Dm., nach unten Abnahme der Dichte (Zellerndorf-Formation).

Am 6.10.2005 wurden mit Hilfe des Bohrgerätes der Geologischen Bundesanstalt 2 Schneckenbohrungen im Bereich der Volksschule Reinprechtspölla abgeteuft.

Schneckenbohrung 1

In Garten von Erwin Maurer, westlich Hintereingang der Schule, BMN-Koordinaten M34 (GPS): Rechts: 707622, Hoch: 386168 (vgl. Lageplan).

- 80 cm Silt, sandig-tonig, schwarzbraun-dunkelbraun (Boden)
- 120 cm Silt, tonig, etwas feinsandig, ocker-gelbbraun (Lehm, pleistozän-holozän)
- 600 cm Ton, siltig, grünlichgrau, plastisch, bis 300 cm sehr viele Ca-Konkretionen bis 2 cm Dm. (Zellerndorf-Formation)
- 720 cm Ton, siltig, etwas feinsandig, blaugrau (Zellerndorf-Formation)
- 1140 cm Silt-Ton, etwas feinsandig, blaugrau-bleigrau, geschichtet, ab 1080 cm feucht (Zellerndorf-Formation)
- 1170 cm (ET) Feinsand, siltig, grüngrau, dünne Einschaltungen von Kalksandstein, weißgrau, z.T. schwerer Bohrfortschritt (Zogelsdorf-Formation)

Schneckenbohrung 2

Nördlich der Schule bei Brunnen, BMN-Koordinaten M34 (GPS): Rechts: 707665, Hoch: 386221 (vgl. Lageplan).

- 100 cm Silt, tonig, schwarzbraun, klebrig (Boden)
- 150 cm Silt, tonig, etwas feinsandig, ocker-gelbbraun (Lehm, pleistozän-holozän)

- 840 cm Ton, siltig, grünlichgrau-braungrau, ab ca. 280 cm grüngrau, ab ca. 480 cm blaugrau, plastisch, bis ca. 360 cm vereinzelt Ca-Konkretionen bis 1 cm Dm., ab 450 cm feucht und ab ca. 500 cm Wasser (Zellerndorf-Formation)
- 980 cm Ton, siltig, feinsandig, blaugrau, plastisch (Zellerndorf-Formation)
- 990 cm (ET) ? Kalksandstein, schwerer Bohrfortschritt (? Zogelsdorf-Formation)

Alle entnommenen Proben wurden an Dietmar Keusch bzw. Franz Ottner (BOKU Wien) am 30.8.2005 bzw. 6.10.2005 übergeben.

Kernbohrung

Gebohrt 08.11.2005; BMN-Koordinaten (GPS) Rechts: 707661, Hoch: 386205

Kernaufnahme Reinhard Roetzel, 28.02.2006

- 0 - 50 Silt, tonig-feinsandig, dunkelbraun (Boden; Holozän)
- 160 Silt, tonig, fett, dunkelbraun, z.T. gelbbraun fleckig, kalkfrei
- 200 Silt, tonig, dunkelbraun, gelbbraun fleckig, kalkfrei
(50-200: Lehm, Pleistozän)
- 445 Ton, siltig, grüngrau, fett, plastisch, kalkfrei
- 500 Silt, tonig, feinsandig, gelbbraun-grüngrau (Wasser bei 465)
- 550 Ton, siltig, grüngrau, fett, plastisch, kalkfrei
- 970 Ton, siltig, blaugrau-mittelgrau, fett, kalkfrei
(200-970: Zellerndorf-Fm., Ottnangium)
- 1500 (ET) Silt, tonig, feinsandig, grüngrau-mittelgrau, kalkig, z.T. konkretionär verfestigt (z.B. 1430-1440: Austern, Serpuliden), vereinzelt biogene Reste (1090-1100: Austern, Pectiniden; 1320-1340: dünnschalige Bivalven), von 1470-1500 deutlich mittel- bis grobsandig mit Pectiniden
(970-1500: pelitreiches Äquivalent der Zogelsdorf-Formation, Eggenburgium).

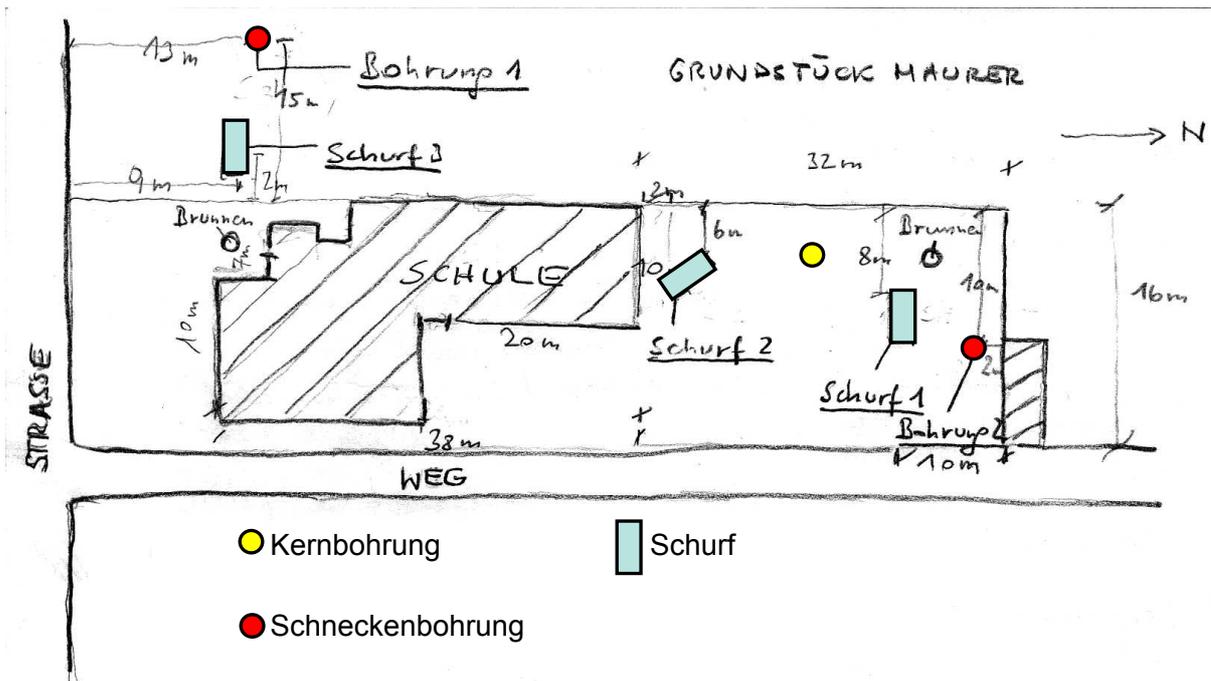


Abbildung 2-5: Lagenplan der Bohrung und Schürfe bei der Volksschule von Reinprechtspölla (Handskizze von Roetzel)

Abbildung 2-5 zeigt eine Lageskizze der Bohrung und Schürfe bei der Volksschule von Reinprechtspölla (Handskizze von Dr. Roetzel). Die Situation der Schürfe 1 bzw. 3 ist in Abbildung 2-6 dargestellt.

Abbildung 2-7 stellt die Bohraufnahme der Kernbohrung Reinprechtspölla dar. Deutlich sind das Quartär, die Zellerndorf-Formation und im Liegenden (ab 9.70m) die Zogelsdorf-Formation zu unterscheiden. Die Photos des Bohrkerns zeigt Abbildung 2-8. Rechts sind die dazugehörigen Laufmeter (ab GOK) eingetragen.

Die Beilage zeigt die Beschreibung der Bohrung und die Verfüllung des Borloches durch die Bohrfirma Reisinger.

Die Proben für die tonmineralogischen Untersuchungen wurden aus der bestehenden Kernbohrung, sowie aus den Schürfen 1, 2 und 3 entnommen. Die Entnahme der Proben aus der Kernbohrung erfolgte am 08. November 2005. Die Probennahmepunkte aus den Bohrkernen sind in Abbildung 2-7 eingezeichnet. Die Entnahme der Proben aus den beiden Schürfen erfolgte am 30. August 2005. Die bearbeiteten Proben sind in **Tabelle T-01** aufgelistet. Im Rahmen dieser Studie wurden einige Untersuchungsmethoden an allen Proben durchgeführt, für spezielle Methoden wurden einzelne Proben nach Bedarf ausgewählt. In **Tabelle T-02** sind die an den Proben jeweils durchgeführten Untersuchungen aufgelistet.

Tabelle 01: Zusammenstellung der untersuchten Proben

Nr.	Bezeichnung	IAG Lab.Nr.	Kurzbeschreibung
	Schurf S 1/1 – 1,80 m	7469	Plastischer gelber Ton
	Schurf S 1/2 – 1,30 m	7470	Gelber Ton-Silt
	Schurf S 1/3 – 2,50 m	7471	Plastischer gelber Ton
	Schurf S 1/4 – 3,00 m	7472	Plastischer gelber Ton
	Schurf S 2/1 – 1,30 m	7473	Gelber Ton-Silt
	Schurf S 2/2 – 3,00 m	7474	Plastischer gelber Ton
	Schurf S 3/1 – 0,80 m	7475	Plastischer gelber Ton
	Schurf S 3/2 – 1,80 m	7476	Plastischer gelber Ton, Ausblüfung
	Schurf S 3/3 – 3,00 m	7477	Plastischer gelber Ton
1	KB 1,8 – 2,0 m	7583	Plastischer gelber Ton
2	KB 2,8 – 3,0 m	7584	Plastischer gelber Ton
3	KB 4,5 – 5,0 m	7585	Gelber Silt
4	KB 6,8 – 7,0 m	7586	Plastischer gelber Ton
5	KB 9,0 – 9,2 m	7587	Grauer Ton-Silt, Ausblüfung
5a	KB 9,2 – 9,3 m	7597	Plastischer dunkelgrauer Ton-Silt
6	KB 9,7 – 9,8 m	7588	Grauer Silt-Sand-Gemisch
7	KB 10,3 – 10,4 m	7589	Grauer Kalk/Karbonatstein
8	KB 11,0 – 11,2 m	7590	Grauer Silt-Sand-Ton
8a	KB 11,2 – 11,3 m	7591	Grauer Silt-Sand-Ton
9	KB 11,8 – 12,0 m	7592	Grauer Silt-Sand-Ton
10	KB 13,3 m	7593	Grauer Kalk/Karbonatstein
11	KB 13,8 – 14,0 m	7594	Grauer Silt
12	KB 14,4 m	7595	Grauer Sandstein
13	KB 14,6 – 14,7 m	7596	Grauer Silt

Tabelle 02: Auflistung der Untersuchungsmethoden

Bezeichnung	IAG Lab.Nr.	WG	Atterberg	KG	GMA	TMA
Schurf S 1/1 – 1,80 m	7469	x			x	
Schurf S 1/2 – 1,30 m	7470	x	x	x	x	x
Schurf S 1/3 – 2,50 m	7471	x				
Schurf S 1/4 - 3,00 m	7472	x				
Schurf S 2/1 – 1,30 m	7473	x				
Schurf S 2/2 – 3,00 m	7474	x				
Schurf S 3/1 – 0,80 m	7475	x	x	x	x	x
Schurf S 3/2 – 1,80 m	7476	x				
Schurf S 3/3 – 3,00 m	7477	x				
KB 1,8 – 2,0 m	7583	x	x	x	x	x
KB 2,8 – 3,0 m	7584	x	x	x	x	x
KB 4,5 – 5,0 m	7585	x	x	x	x	x
KB 6,8 – 7,8 m	7586	x	x	x	x	x
KB 9,0 – 9,2 m	7587	x	x	x	x	x
KB 9,2 – 9,3 m	7597	x	x	x	x	x
KB 9,7 – 9,8 m	7588	x	x	x	x	x
KB 10,3 – 10,4 m	7589				x	
KB 11,0 – 11,2 m	7590	x	x	x	x	x
KB 11,2 – 11,3 m	7591				x	
KB 11,8 – 12,0 m	7592	x	x	x	x	x
KB 13,3 m	7593				x	
KB 13,8 – 14,0 m	7594	x	x	x	x	x
KB 14,4 m	7595				x	
KB 14,6 – 14,7 m	7596	x	x	x	x	x



Abbildung 2-6: Schurf 1 (oben) und 3 (unten)

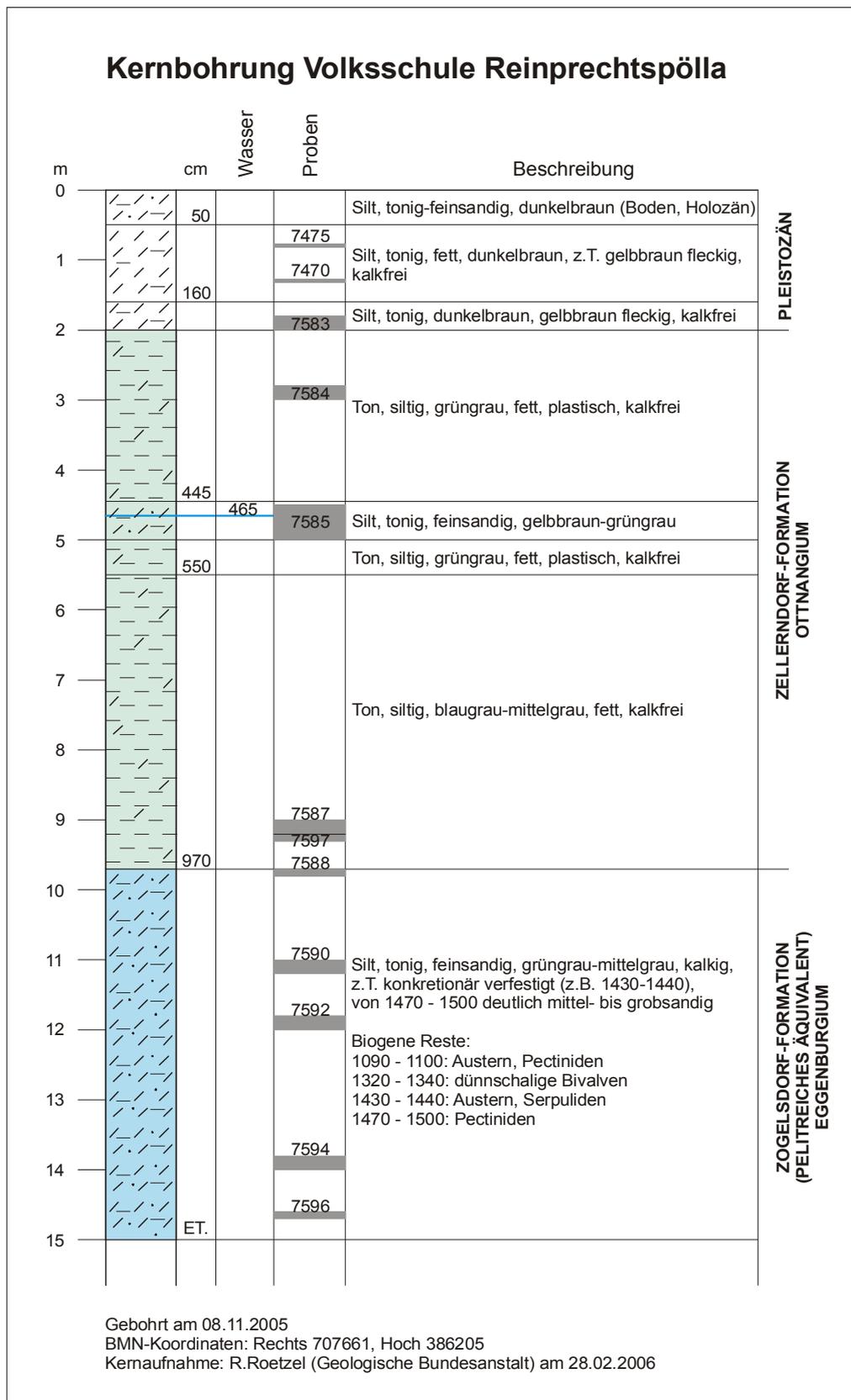


Abbildung 2-7: Aufnahme der Kernbohrung

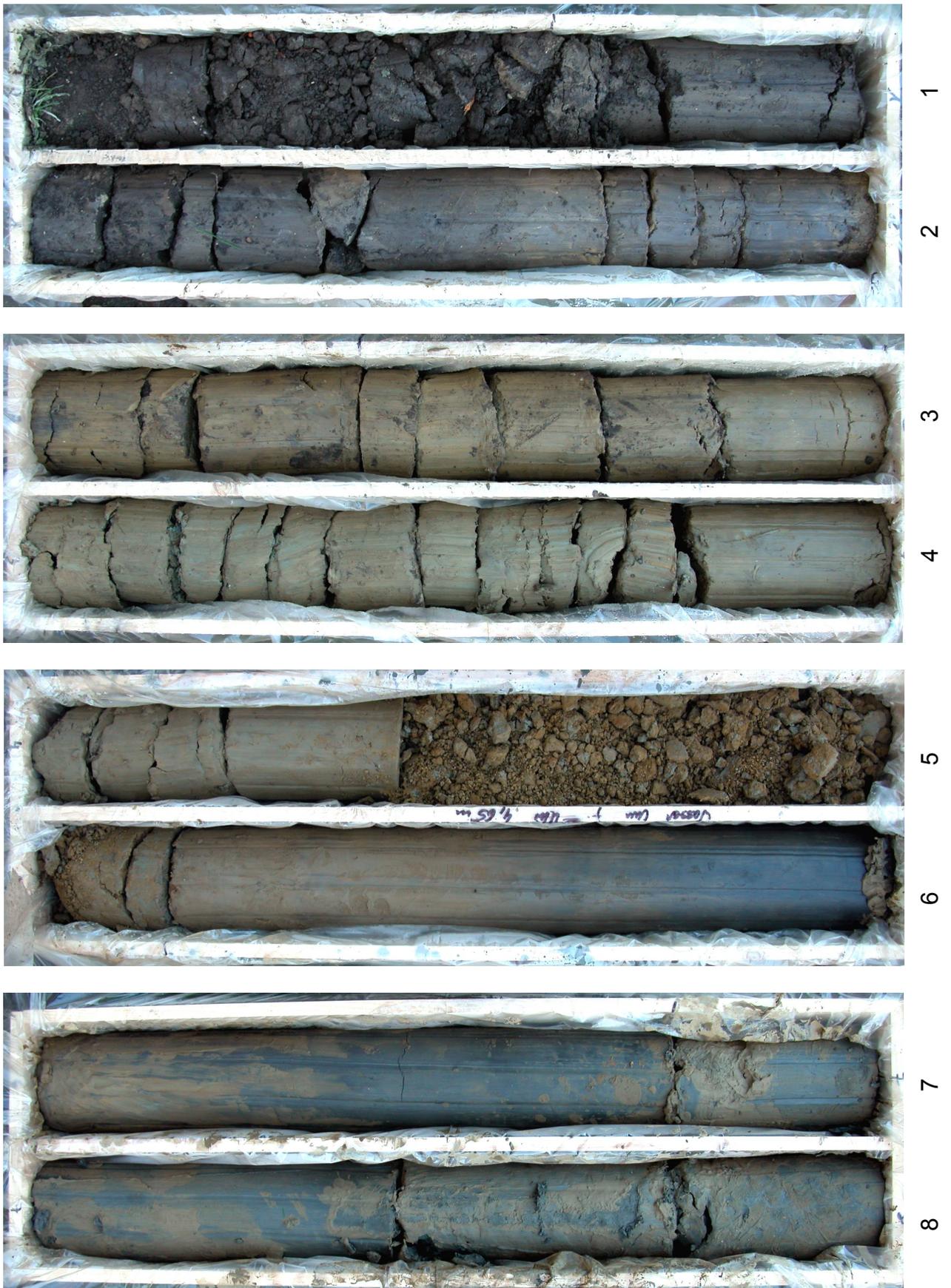


Abbildung 2-8: Bohrkernphotos

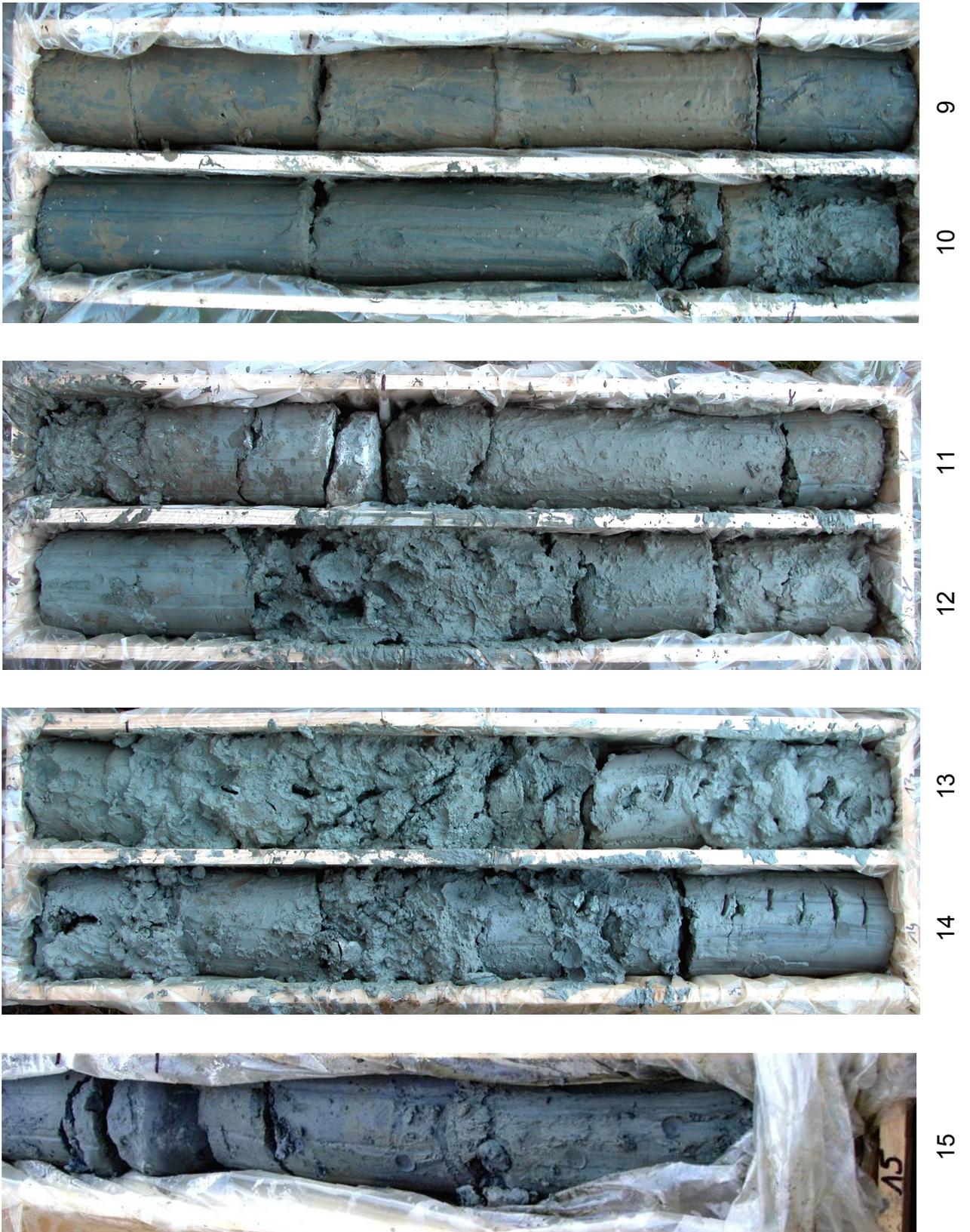


Abbildung 2-8 Fortsetzung: Bohrkernfotos

2.3.2 Wasserstandsmessungen

In der Zeit von 17. 08. 2005 bis 31. 07. 2006 wurden in der Umgebung der Volksschule (VS) Reinprechtspölla bei fünf Brunnen Wasserstandsmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle T-03** zusammengefasst. Besonders interessant sind die drei Brunnen unmittelbar neben dem Volksschulgebäude.

Brunnen 1: Innenhofgarten; Brunnen 2: Vorgarten der VS; Brunnen 3: Garten der Familie Maurer

Brunnen 4 – 6 dienen zusätzlich zur Erweiterung des Beobachtungsraumes (*cf.* **Tabelle T-03**)

Die Lage der Brunnen ist in **Abbildung 2-9** ersichtlich.

Vergleicht man die absoluten Wasserspiegelstände (*cf.* **Abbildung 2-10**), so fällt sofort auf, dass Brunnen 1 (Innenhofgarten) und Brunnen 3 (Garten Maurer) korrespondieren, aber die Wasserstände von Brunnen 2 (Vorgarten der VS) nicht. Trotz der kurzen Distanz zu den Brunnen 1 bzw. 3 liegt hier der Wasserspiegel aber um etwa 2 Meter höher. Diese unterschiedlichen Wasserstände bestätigen die aus den Schürfen und Bohrungen bekannte unregelmäßige sedimentologische Zusammensetzung der obersten Schichten des Untergrundes.

NÖGIS, Amt der niederösterreichischen Landesregierung, kein Anspruch auf absolute Richtigkeit und Vollständigkeit

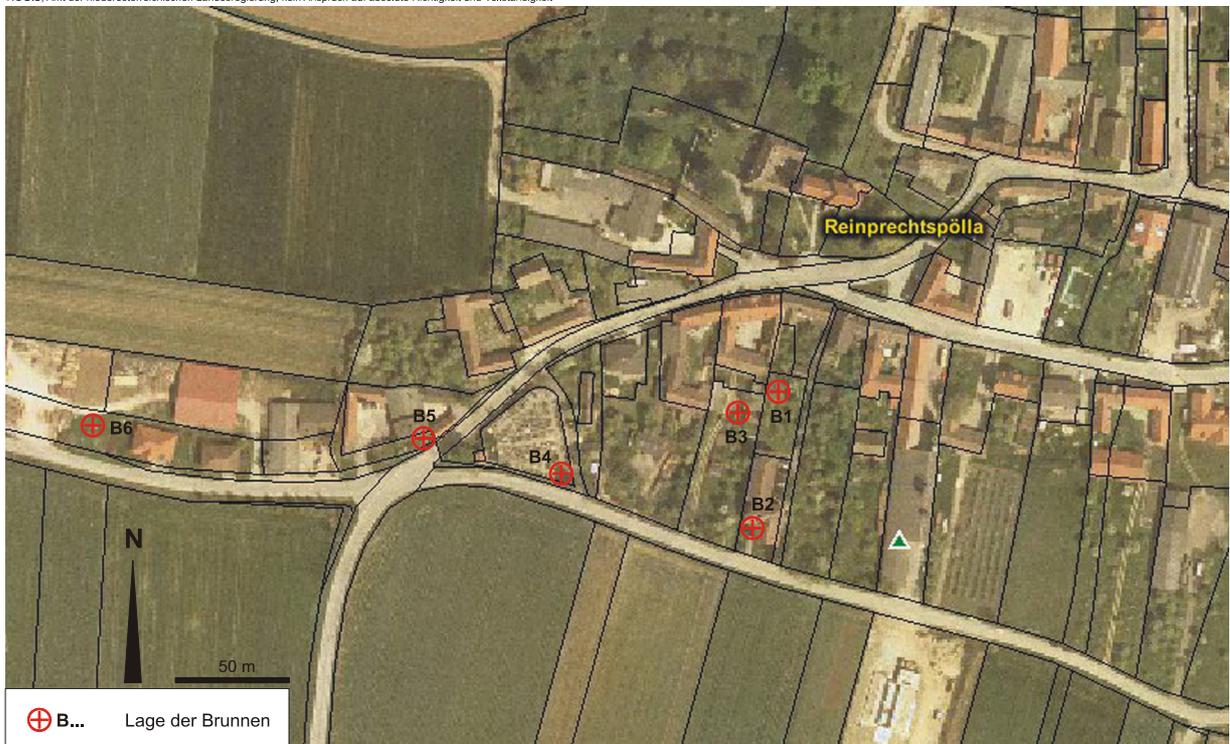


Abbildung 2-9: Lage der Brunnen

Tabelle 03: Zusammenstellung der Brunnenmessungen

Name Brunnen		17.08.2006	30.08.2005	06.10.2005	11.11.2005	31.07.2006
	GOK	m ab G.O.K	m ab G.O.K	m ab GOK	m ab GOK	m ab GOK
Innenhofgarten Volksschule B1	408,07	2,39	1,63	2,32	2,44	3,63
Vorgarten Volksschule B2	409,63	1,31		1,4	1,49	1,43
Fam. Mauerer B3	408,19	2,04	1,3	1,78	2,02	2,39
Friedhof B4	412,33	0,84		1,33	1,54	1,64
Fam. Weingartner, Garten B4	411,8	0,75		0,8	0,78	0,68
Sägewerk Weingartner B5	420,58	2,29		3,96	4,48	4

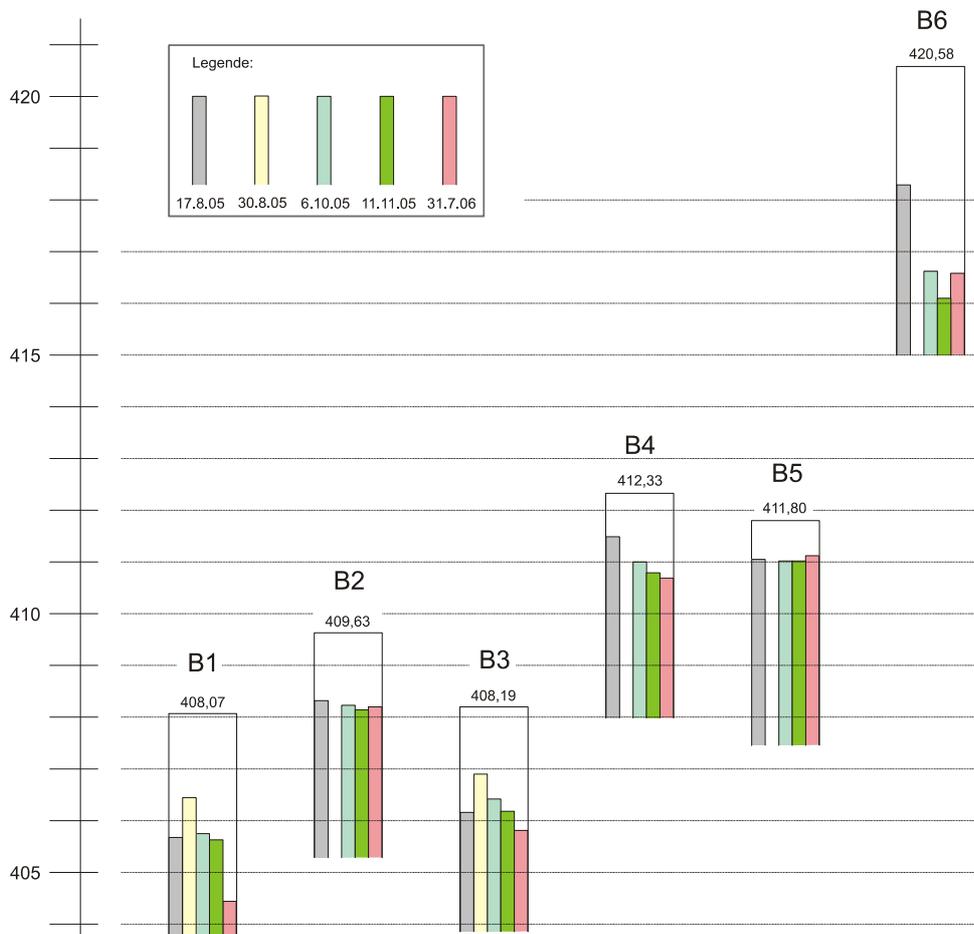


Abbildung 2-10: Absolute Wasserspiegelstände

3 Untersuchungsmethoden

3.1 Geophysik

3.1.1 Geoelektrik

Bei der geoelektrischen Messmethode wird die Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes im Untergrund gemessen. Die gängigsten geoelektrischen Feldmessungen bedienen sich meist einer linearen, symmetrischen Elektrodenkonfiguration in sog. 4 Punktanordnung, wobei die Außenelektroden den Strom einspeisen und die Innenelektroden die Potentialdifferenz messen. Das Prinzip einer herkömmlichen geoelektrischen Tiefensondierung besteht darin, durch Variation des Außenelektrodenabstandes verschiedene Tiefen zu erfassen.

Um die zweidimensionale Aufnahme des Untergrundes zu ermöglichen, wurden Mitte der 90-er Jahre Multielektrodenanordnungen entwickelt, die aus einer Messeinheit und bis zu 256 automatisch steuerbaren Elektroden bestehen. In der Folge werden von einer Steuereinheit automatisch durch Zusammenschalten der entsprechenden Tiefensondierungen bis zum maximal möglichen Außenelektrodenabstand gemessen (Skizze siehe Abbildung 3-1)

C_1, C_2 Stromeinspeisepunkte,
 V_1, V_2 Potentialmessen Elektroden

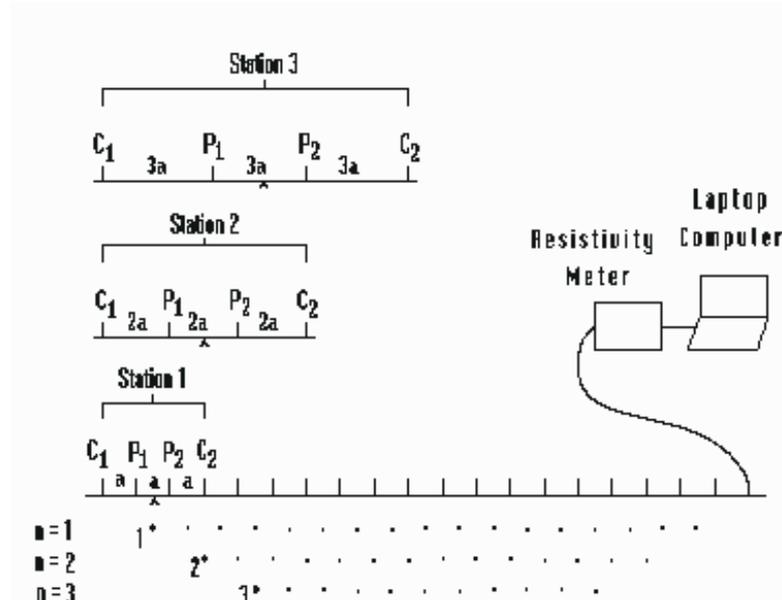


Abbildung 3-1: Messprinzip der Multielektroden Geoelektrik

Die Messergebnisse selbst werden zur Qualitätskontrolle in Form einer sog. „Pseudosektion“ dargestellt, wobei die gemessenen scheinbaren Widerstände gegen den jeweiligen Elektrodenabstand („Pseudotiefe“) aufgetragen werden. Als Auswertung wird eine zweidimensionale Inversion nach der Methoden der finiten Differenzen durchgeführt, wobei der Untergrund in rechteckige Blöcke aufgeteilt wird, welchen durch einen Algorithmus die zu den Messwerten bestmöglich passenden Widerstandswerte zugewiesen werden. Aus den Pseudowiderständen wird mit einem Inversionsverfahren ein Modell der Widerstands- Tiefenverteilung berechnet. So erhält man den Widerstandsaufbau des Untergrundes (Skizze siehe Abbildung 3-2). Das Ergebnis sind Profilschnitte, wobei die Darstellung der Topographie entlang der Profile berücksichtigt werden kann. (siehe auch LOKE, 2004)

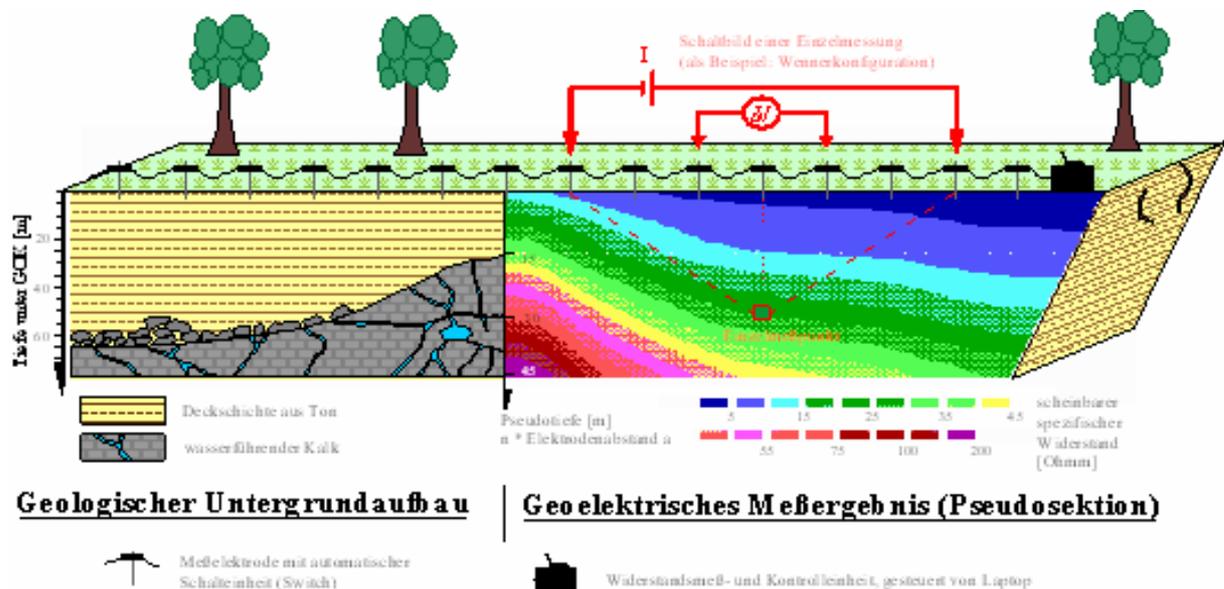


Abbildung 3-2: Prinzip einer zweidimensionalen Aufnahme mit einem Multielektrodensystem

Bei den hier verwendeten Gerät handelt es sich um eine AGI SuperSting R1 Apparatur (Gerätespezifikation siehe Tabelle).

Super Sting R 1	Hersteller	Advanced Geosciences Inc. Austin, Texas / USA
	Messbereich	400 kΩ bis 0.1 mΩ
	Messgenauigkeit	relativer Fehler ± 1 %
	Signal / Rausch Verhältnis	100 dB bei > 20 Hz
	Auflösung Empfänger Sender	± 3μV nach Stacking ± 10 μA

Technische Daten des gleichstromgeoelektrischen Instruments SuperSTING R1

3.1.2 Georadar

Das Georadar arbeitet nach dem Prinzip des elektromagnetischen Reflexionsverfahrens. Die Registrierapparatur triggert eine Sendeantenne, die daraufhin einen schmalbandigen elektromagnetischen Impuls in den Untergrund abstrahlt. Die Arbeitsfrequenzen liegen bei geologischen und ingenieurtechnischen Aufgaben im Bereich von 10 - 1000 MHz.

Die elektromagnetische Welle wird bei ihrem Weg durch den Untergrund an Objekten oder Grenzflächen unterschiedlicher elektrischer Materialeigenschaften teilweise reflektiert. Dabei dominieren Änderungen der Dielektrizitätskonstante ϵ und der Leitfähigkeit σ . Die wieder zur Empfangsantenne gelangten Signale werden verstärkt und über Kabel zur Registrierapparatur geleitet. Somit werden die Laufzeiten und Amplituden der elektrischen Feldstärke der Impulse aufgezeichnet. Der Vorteil des Verfahrens liegt bei geeigneten Untergrundverhältnissen in der extrem hohen horizontalen und vertikalen Auflösung sowie der Möglichkeit, die Messergebnisse in Echtzeit auf einem Monitor als Radargramm darzustellen.

(Quelle: <http://www.ifg.uni-kiel.de/Ingenieurgeophysik/users/Methoden/>)

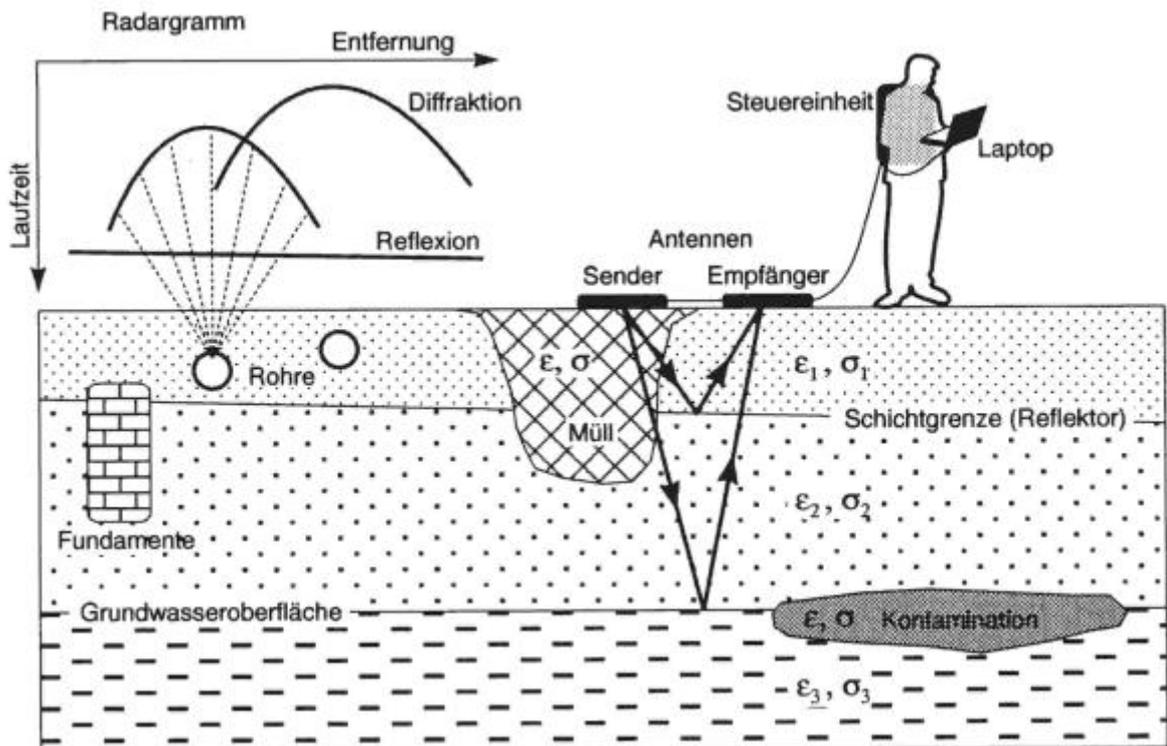


Abbildung 3-3: Messprinzip GeoRadar

3.2 Tonmineralogie

Prinzipiell findet die Tonmineralogie kaum Eingang in die klassische Baugrunduntersuchung. Bei komplexen Problemen jedoch – wie z.B. in der gegenständlichen Fallstudie – die zudem in einer Ton dominierenden Geologie gelegen ist, stellen die Grundlagenkenntnisse der Tonmineralogie den wichtigsten Schlüssel für das Gesamtverständnis dar.

3.2.1 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde durch Kombination von Nasssiebung der Fraktion $>40\mu\text{m}$ und automatischer Sedimentationsanalyse mittels SEDIGRAPH 5000 ET der Firma Micromeritics ermittelt. 50 g der luftgetrockneten Probe wurden in einem Becherglas mit 200 ml 10%igem H_2O_2 behandelt. Ziel ist die Oxidation organischer Bestandteile und eine gute Dispergierung der Probe. Nach ungefähr 24 Stunden Reaktionszeit wurde das unverbrauchte Peroxid im Wasserbad abgeraucht, die Probe anschließend mit Ultraschall behandelt und mit einem Siebsatz von 2 mm, 630 μm , 200 μm , 63 μm und 40 μm Maschenweite gesiebt. Die Grobfractionen wurden bei 105 Grad C getrocknet und in Massenprozent der Einwaage angegeben. Der Anteil $<40\mu\text{m}$ wurde im Wasserbad eingedickt, ein repräsentativer Teil davon entnommen, mit 0,5 %oigem Calgon versetzt und im Ultraschallbad dispergiert und im Sedigraph mittels Röntgenstrahl nach dem STOKES'schen Gesetz analysiert. Aus der Kornsummenkurve des Sedigraphen und den Siebdaten wurde die Korngrößenverteilung der Gesamtprobe ermittelt.

3.2.2 Gesamtmineralbestand

Die getrockneten und in einer Scheibenschwingmühle analysenfein vermahlenden Proben wurden nach dem backloading Verfahren präpariert und in einem Philips Röntgendiffraktometer PW 1710 mit BRAGG BRENTANO Geometrie mittels $\text{Cu K}\alpha$ Strahlung (45kV, 40mA) von 2° bis $70^\circ 2\theta$ geröntgt. Aus diesen Aufnahmen wurde der qualitative Mineralbestand ermittelt.

3.2.3 Karbonatbestimmung nach SCHEIBLER

Zur Absicherung der röntgendiffraktometrischen Gesamtmineralanalysen wurden karbonathältige Proben zusätzlich einer Karbonatbestimmung nach Scheibler unterzogen. Bei dieser Methode werden die Karbonate mit Salzsäure zerstört und

das dabei entstehende Kohlendioxid gasvolumetrisch nach Scheibler bestimmt. In Verbindung mit der Röntgendiffraktometrie können daraus die Karbonate Kalzit, Dolomit und gegebenenfalls Ankerit, Magnesit sowie Siderit quantitativ berechnet werden. Die Proben wurden bei 105°C getrocknet, analysenfein vermahlen und für die Bestimmung jeweils 3 x 1g Probe eingewogen und analysiert. Für die Berechnung des Ergebnisses aus den 3 Einzelversuchen wurde der Mittelwert verwendet.

3.2.4 Tonmineralanalyse

Die Proben wurden mit 10 %-igem Wasserstoffperoxid dispergiert. Nach Abklingen der Reaktion und Entfernung des überschüssigen H₂O₂ erfolgte eine 15-minütige Beschallung im Ultraschallbad. Mittels Naßsiebung wurde die 63 µm Fraktion und aus dieser durch Zentrifugieren die 2 µm Fraktion gewonnen. Anschließend erfolgte die Kationenbelegung. Jeweils 40 ml der Tonsuspension wurden mit 10 ml 4 N KCl Lösung bzw. 4 N MgCl₂ Lösung vermischt und 12 Stunden geschüttelt. Als Unterlage für die Texturpräparate dienten Keramikplättchen, auf die durch Unterdruck die Tonsuspension aufgesaugt wurde. Nach erfolgter Aufnahme im Diffraktometer kamen die Mg-belegten Proben in Ethylenglykol-Atmosphäre (zur Unterscheidung von Smektit von Vermikulit) und die K-belegten Proben in DMSO (Dimethylsulfoxid)-Atmosphäre (Unterscheidung Chlorit/Kaolinit). Nach einer weiteren Aufnahme im Diffraktometer wurden die kaliumbelegten Präparate 2 Stunden bei 550°C getempert (Unterscheidung primärer/sekundärer Chlorit). Anschließend erfolgte die Auswertung der einzelnen Tonmineralphasen nach dem gleichen Prinzip wie bei der Gesamtmineral-Bestimmung. Die Identifizierung der Minerale und Tonminerale erfolgte generell nach BRINDLEY & BROWN, 1980, und MOORE & REYNOLDS, 1997.

3.2.5 Simultane Thermoanalyse (STA)

Thermische Analyseverfahren geben zusätzliche Informationen über die Tonminerale in einer Tonprobe. Die zu untersuchenden Substanzen werden kontinuierlich erhitzt und simultan die Gewichtsänderung (Thermogravimetrie TG) und der Wärmefluss (Differenzialkalorimetrie DSC) gemessen. Tone enthalten unterschiedliche Mengen an Hydroxylgruppen, die sich unter Temperatureinwirkung zersetzen. Es können auch beträchtliche Masseverluste auftreten, die spezifisch für verschiedene Tonminerale sind (Mackenzie, 1964). Während der Aufheizung kommt es sowohl zu endothermen als auch zu exothermen Reaktionen. Endotherme Reaktionen können bei der Abgabe von z.

B. Wasser, CO₂, SO₂ etc. sowie auch bei Dehydroxilierung auftreten. Exotherme Effekte treten bei verschiedenen Umkristallisationen auf (Wilson, M.J., 1987). Die entstehenden Reaktionsprodukte können zusätzlich mittels Massenspektrometrie oder Infrarotspektroskopie gemessen und zur Interpretation herangezogen werden. Die STA-Analysen wurden mit einem Netzsch Gerät - STA 409 PC Luxx® – durchgeführt. Für die Analyse wurden 50 mg der Probe in einen Pt-Tiegel gewogen und in einer kontrollierten Atmosphäre mit 50 ml/min Luft und 15 ml/min N₂ bis 1000°C erhitzt. Die Erhitzungsgeschwindigkeit betrug 10°C/min.

3.3 Geotechnik

3.3.1 Wassergehalt

Die Bestimmung der Wassergehaltsgrenzen erfolgte gemäß Ö-Norm B 4410.

3.3.2 Atterberggrenzen

Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen erfolgte gemäß Ö-Norm B 4411.

3.3.3 Scherversuche

Die Bestimmung der Scherversuche erfolgte gemäß Ö-Norm B 4416.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Geophysik

4.1.1 Geoelektrik

Im September 2005 wurde 1 geoelektrisches Profil mit 84 Elektroden gemessen. Die Details zu dem Profil sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Spezifikation des Geoelektrikprofils			
Geoelektrikprofil	Profillänge[m]	Elektrodenabstand	Messrichtung
Profil1	335	2	W-E

Die Position des Messprofils ist in Abbildung 4-1 ersichtlich.

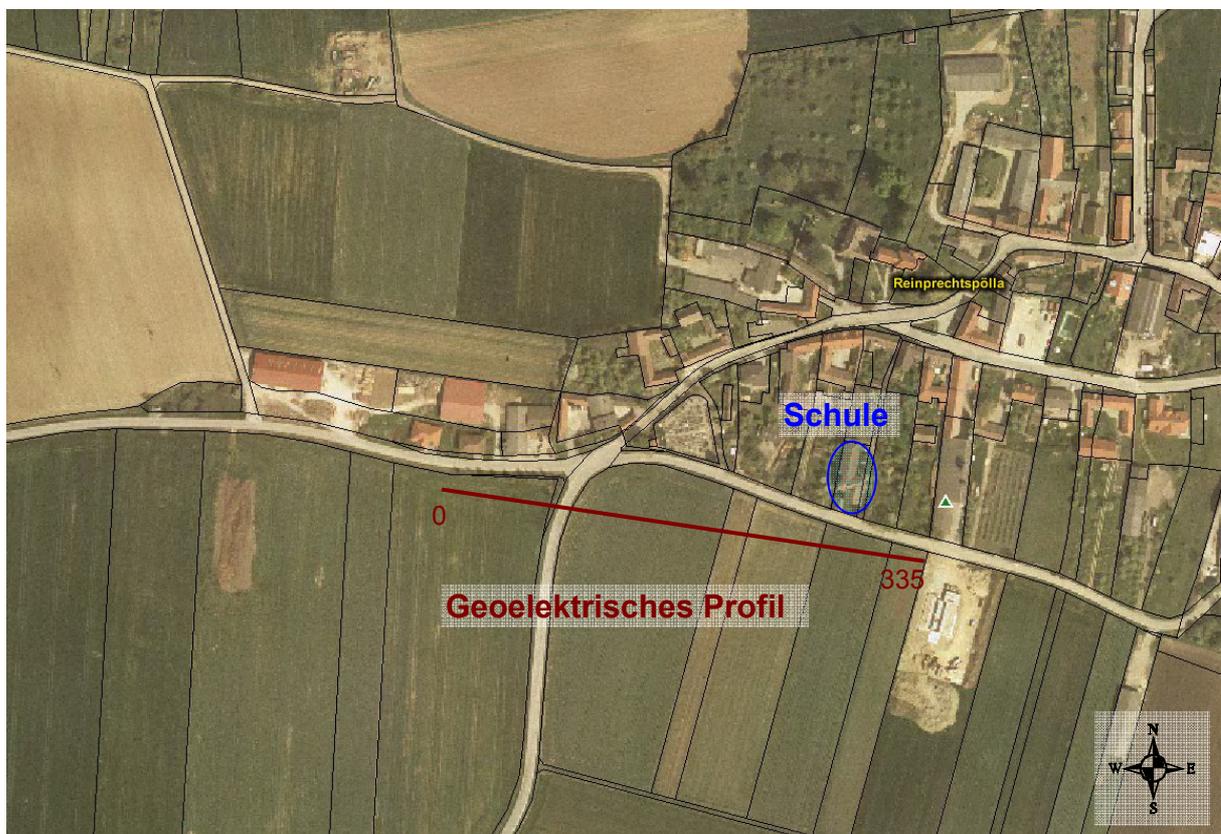


Abbildung 4-1: Orthophoto (© NÖ Landesregierung) und Lage des geoelektrischen Profils

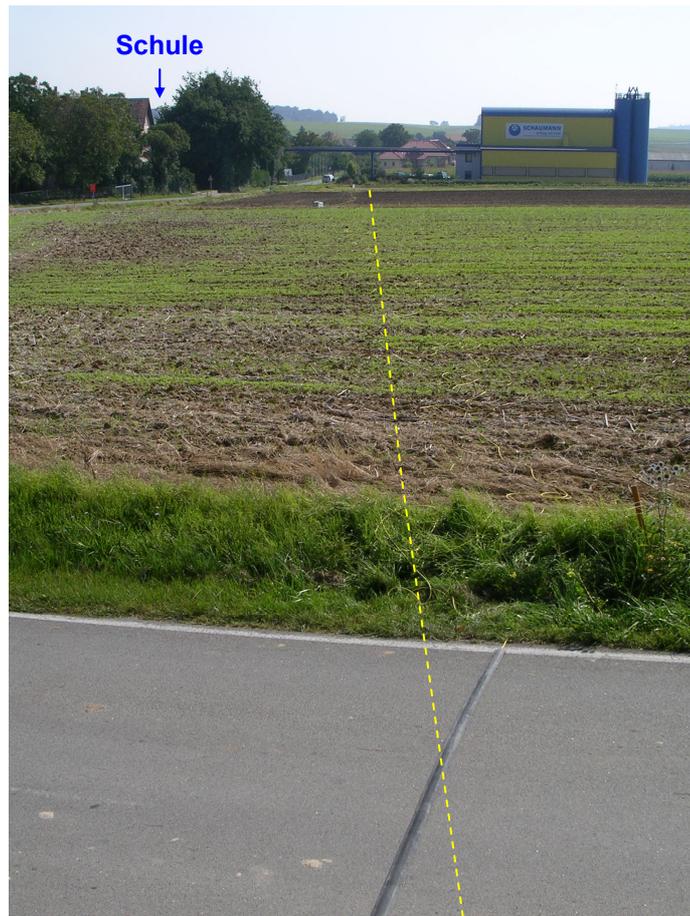


Abbildung 4-2: Geoelektrik Profil, Blickrichtung E, gestrichelte Linie: Profilverlauf

Die geoelektrischen Daten wurden mit dem geoelektrischen Inversionsprogramm „AGI Earthimager 2D“ ausgewertet. Die Diskussion der Inversionsergebnisse ergibt sich aus Abbildung 4-3.

Das Inversionsergebnis zeigt einen klaren Widerstandsaufbau: hochohmige Strukturen, mit einem Widerstand >50 Ohmm werden von niederohmigen Schichten (20-5 Ohmm) überlagert. Die hochohmigen Bereiche können mit dem weiter westlich anstehenden Glimmerschiefer des Moravikums in Verbindung gebracht. Aufgrund des niederen absoluten Wertes muss allerdings von einer starken Verwitterung ausgegangen werden. Wie in Abbildung 4-3 klar zu erkennen ist, fallen die als Kristallin angesprochenen Schichten sanft gegen Osten in das Becken ein. Zwischen Profillaufmeter 180 und 215 ist eine abermalige Aufwölbung zu erkennen. Weiter gegen Osten erfolgt dann ein abrupter Abbruch zu grösseren Beckentiefen, die jenseits der Eindringtiefe unseres Profils liegen. Die Steilheit des Abfallens deutet auf eine Störungszone hin.

Über dem Kristallin sind vor allem sehr niederohmige Ablagerungen, mit tonig-schluffigen Sedimenten korrelierbar, zu erkennen. Nur im Ostteil des Profils, im Bereich der Schule, ist eine geringmächtige, höherohmige Einlagerung vorhanden,

die mit einer Erhöhung des Sandanteiles in diesen Schichten, und einem damit eventuell auch verbundenen höheren Wasseranteil durch höhere nutzbare Porosität, interpretiert werden kann. Dieses Ergebnis wird durch den Befund der nachträglich abgeteuften Bohrungen und Schürfe (Bereich der Schule, Profilmeter 270-285) bestätigt. Der geologische Aufbau besteht dort aus feinklastischen Sedimenten von siltigem Ton und tonigem Silt im Wechsel, welche eine sandige Einschaltung in einer Tiefe von 10m überlagern.

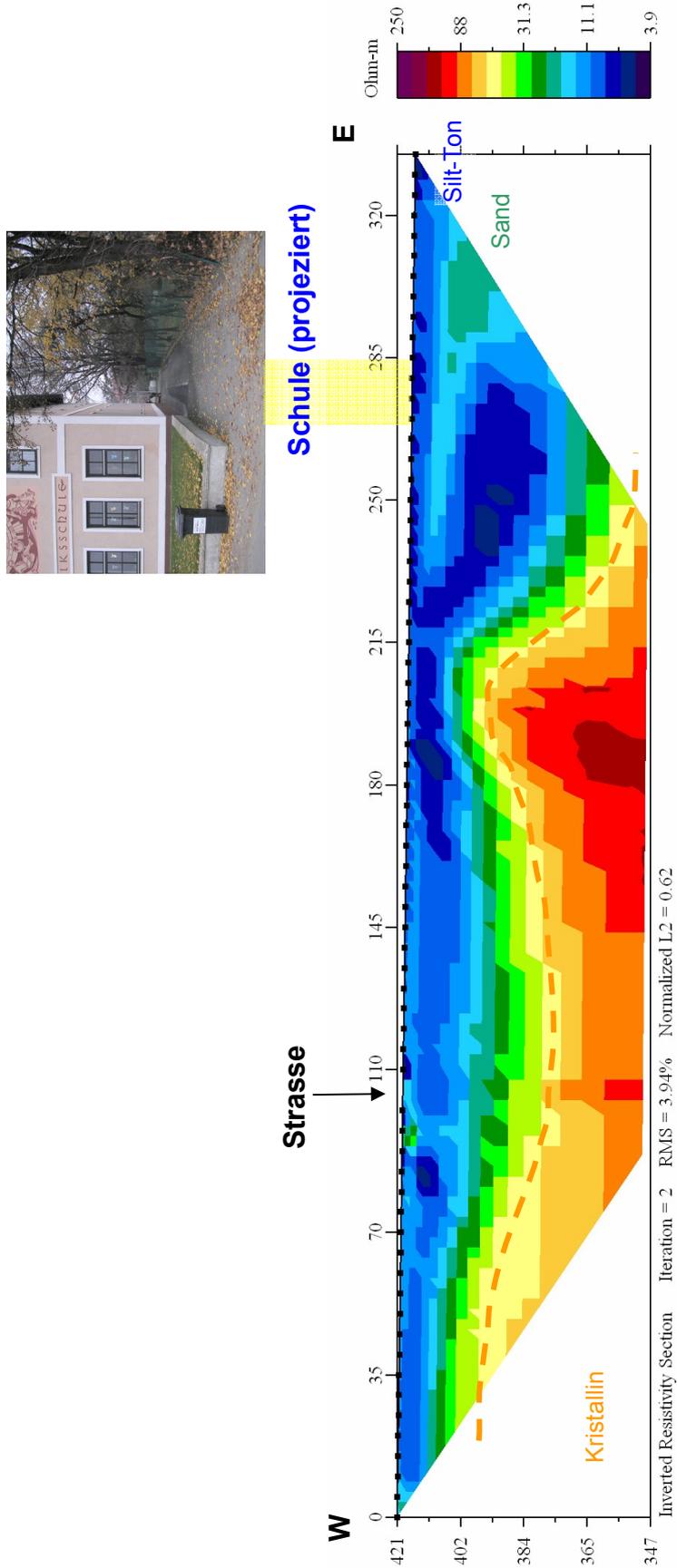


Abbildung 4-3: Messergebniss vom Geoelektrikprofil

4.1.2 Georadar

Als Instrument wurde ein SIR-2 mit einer 100 bzw 200 MHz Antenne eingesetzt um möglichst hohe Eindringtiefen zu erreichen, da aus den Bohrungen bekannt war, dass der stark an elektromagnetischen Wellen dämpfende Untergrund überwiegend aus tonig- schluffigem Material mit hohem Wassergehalt besteht. Sender & Empfänger wurden normal zur Profilrichtung geführt. Folgende Akquisitionsparameter wurden eingehalten

- 32 scans/sec;
- Sender und Empfänger am selben Ort = Offset 0 = Reflexionsmessung;
- Laterale Messpunktentfernung jeweils 5 cm;
- Streckenmessung über Maßband, keine Kontrollpunkte, absoluter Lagefehler wird mit ± 0.5 m angesetzt;
- 1024 Stapelungen pro Messpunkt.

Die Lage der Profile kann dem Lageplan, Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5, entnommen werden.

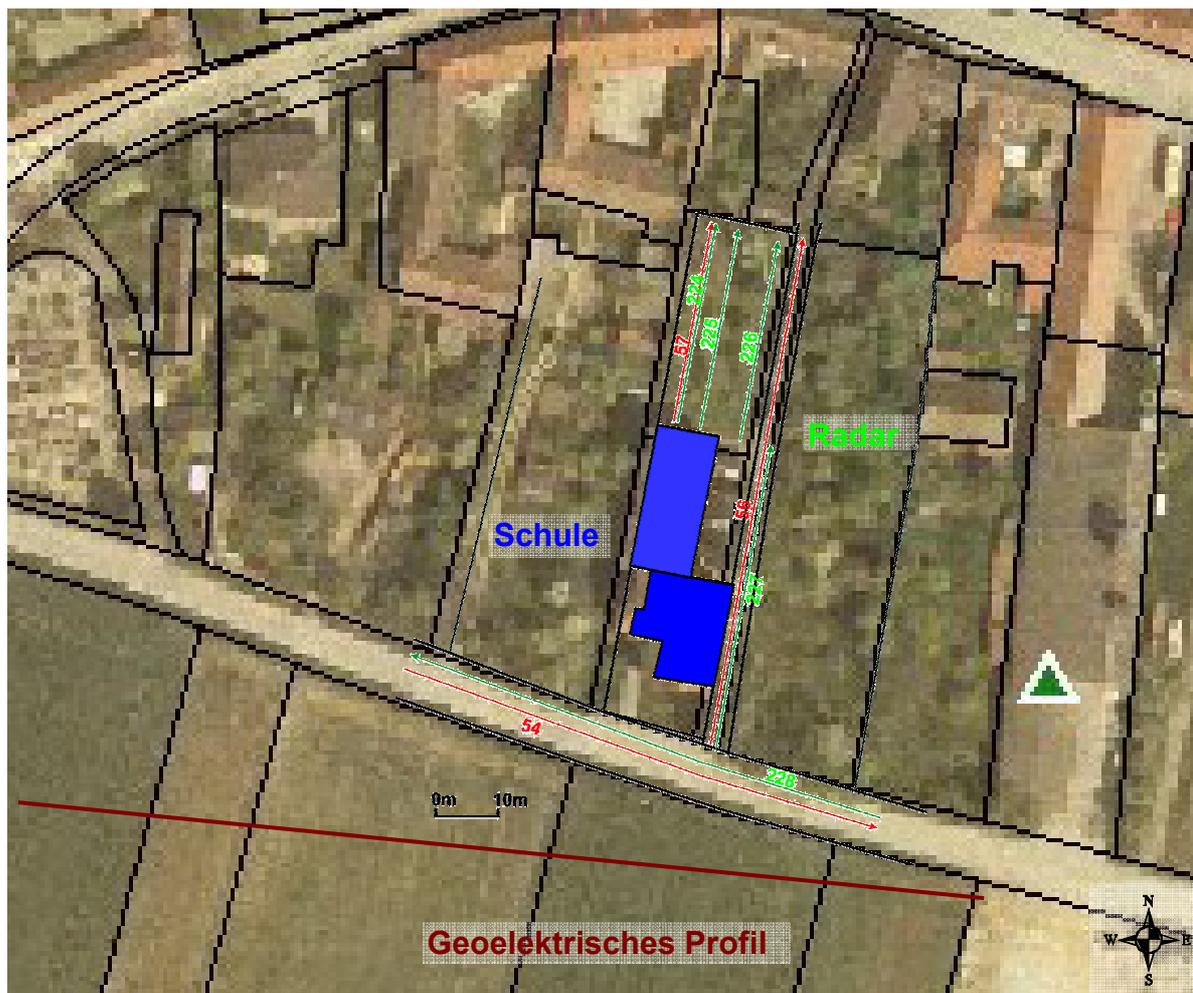


Abbildung 4-4: Orthophoto (© NÖ Landesregierung) mit Lage der Goelektrik, der Radarmessungen und der Schule

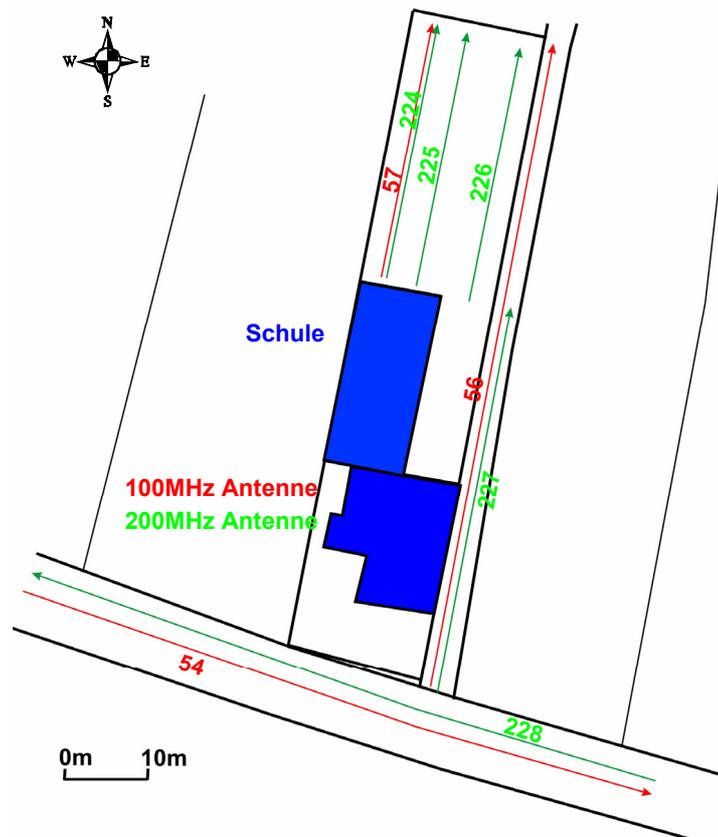


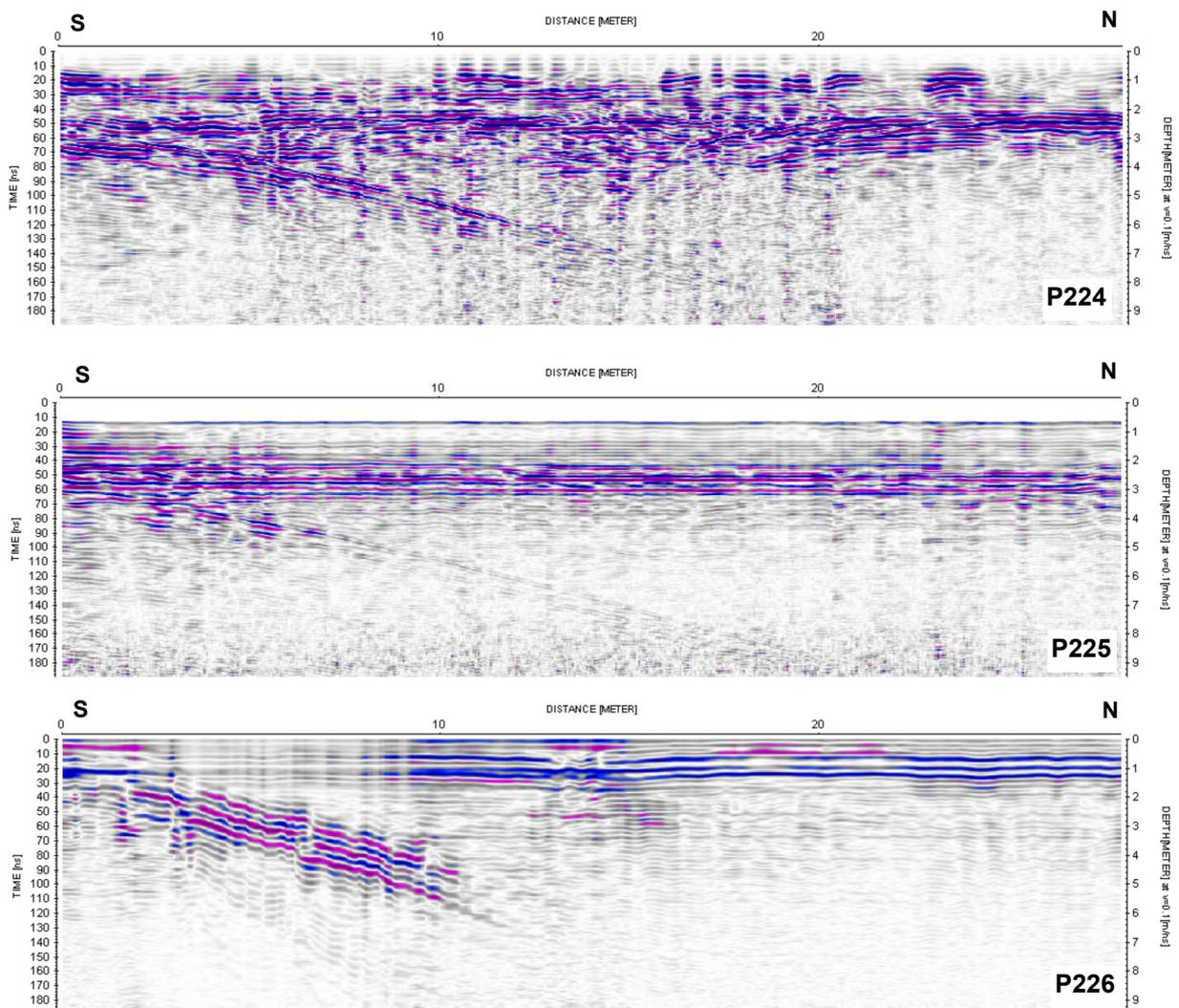
Abbildung 4-5: Lage der GPR Profile (Skizze Kohlbeck)



Abbildung 4-6: Blick auf die Radarmessungen im Hof der Schule

Die Profile P224, P225 und P226 liegen parallel zueinander. Sie zeigen auffällige Reflexionen welche vom linken Rand bis über die Profilmitte reichen. Es handelt sich dabei um über die Luft übertragene Reflexionen. In Profilrichtung liegt das Zentrum jeweils auf Höhe der Gebäudenordseite. Die laterale Entfernung von Profil P224 und P225 beträgt ca.8m, Profil P226 endet beim Objekt. An dieser Stelle befindet sich ein Kanalschacht, ein weiterer auf diesem Profil bei 14m. Auf Profil P224 ist mit Scheitel bei Metrierung 19m und bei einer Tiefe von 3m ein schwach reflektierendes Objekt. Auf dem gleichen Profil sind bis 4m Tiefe Schichtstrukturen erkennbar. An den anderen Profilen sind keine Strukturen sichtbar. Geringfügige Schichtstrukturen sind auf Profil P227 am Anfang und auch auf Profil P228 bis 4m Tiefe erkennbar. Ergebnisse siehe Abbildung 4-7

200MHz Antenne



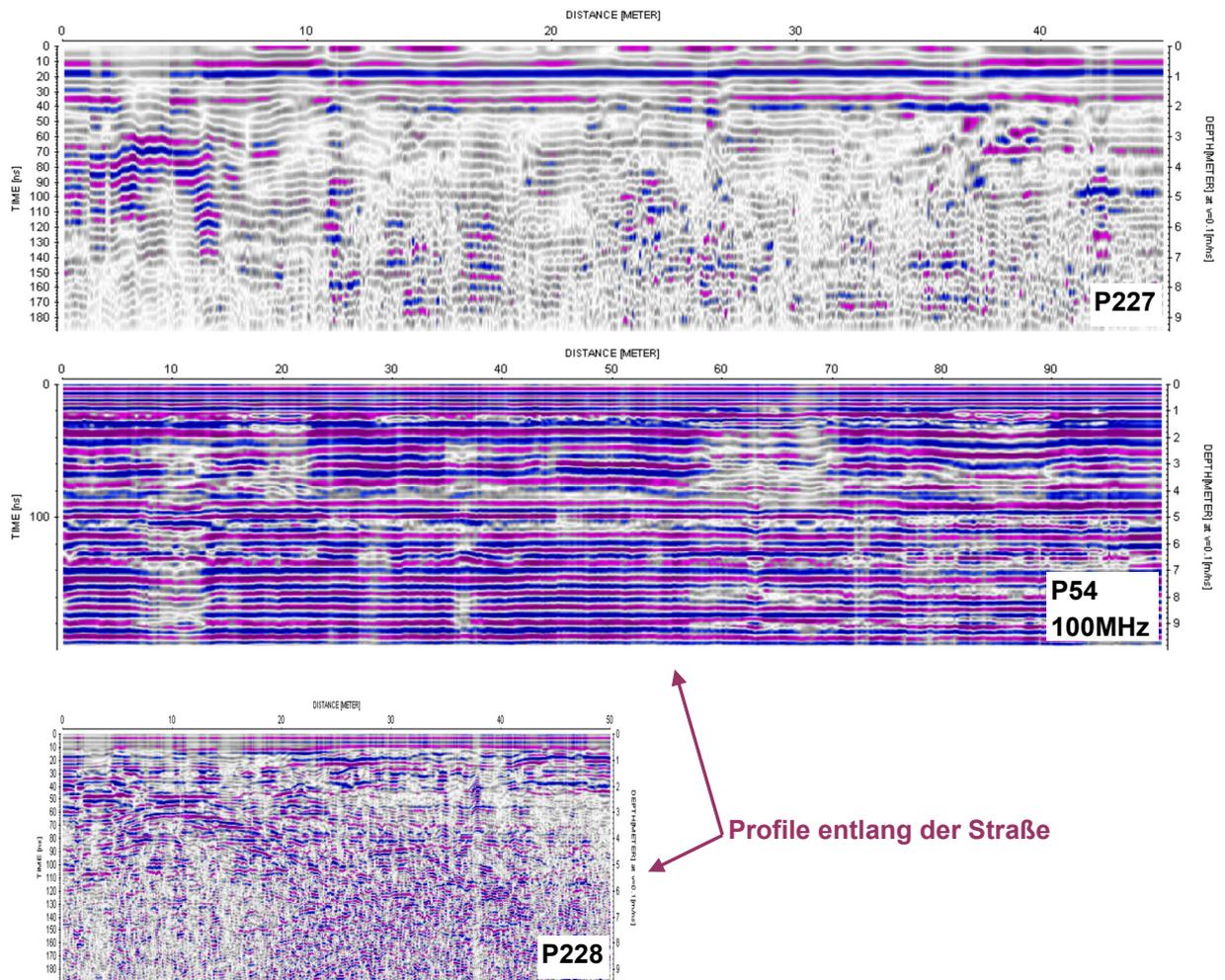


Abbildung 4-7: Ergebnisse der verschiedenen Radarmessungen im Bereich der Schule

Für die Georadarmessungen muss festgehalten werden, dass die gewünschte Struktur des Untergrundes nicht gefunden werden konnte, da die Eindringtiefe wegen der hohen elektrischen Leitfähigkeit des Untergrundes zu gering war. Einige Einbauten wurden gefunden, doch war das nicht die Fragestellung.

4.2 Tonmineralogie

4.2.1 Korngrößenanalysen

Die Ergebnisse der Korngrößenanalysen sind in der **Tabelle T-04** zusammengefasst und in den Abbildungen 4-8 bis 4-14 graphisch dargestellt. Die analysierten Proben können aufgrund der Stratigraphie und der Ergebnisse der Korngrößenanalysen in drei Bereiche eingeteilt werden:

1. Bereich 0 – 2,0 m (Quartär)
2. Bereich 2,0 - 9,70 m (Zellerndorf Formation)
3. Bereich 9,70 – 15,0 m (Zogelsdorf Formation)

Tabelle 04: Ergebnisse der Korngrößenanalysen in Masse%

Nr.	Bezeichnung	IAG Lab.Nr.	Kies	Sand	Silt	Ton
	Schurf S 1/2 – 1,30 m	7470	2,1	4,5	70,4	23
	Schurf S 3/1 – 0,80 m	7475	1,8	8,6	38,3	51,3
1	KB 1,8 – 2,0 m	7583	1,3	2,8	44,8	51,1
2	KB 2,8 – 3,0 m	7584	6,1	18,6	33,9	41,4
3	KB 4,5 – 5,0 m	7585		23,2	42,1	34,7
4	KB 6,8 – 7,8 m	7586				
5	KB 9,0 – 9,2 m	7587	41,5	23,6	41,5	23,6
5a	KB 9,2 – 9,3 m	7597	0,2	23,8	42,8	33,2
6	KB 9,7 – 9,8 m	7588	5,8	50,6	20	23,6
8	KB 11,0 – 11,2 m	7590	1,7	45,4	23,6	29,3
9	KB 11,8 – 12,0 m	7592	13,3	35	23,5	28,2
11	KB 13,8 – 14,0 m	7594	0,1	55	33,2	34,2
13	KB 14,6 – 14,7 m	7596	4,5	48,8	34,2	12,5

1. Bereich 0 – 2,0 m (Quartär)

Die Proben wurden (7470, 7475 und 7583) aus der Kernbohrung und den beiden Schürfen S1 und S3 entnommen. Dieser Bereich ist durch sehr geringe Kiesgehalte (1,3 – 2,1 Masse%) charakterisiert. Auch der Sandanteil (2,8 – 8,6 Masse%) ist relativ niedrig. Der Gehalt an Silt und Ton beträgt zusammen zum Teil mehr als 90 Masse%. Das Verhältnis von Silt zu Ton kann aber stark variieren. Der Siltgehalt in Probe 7475 beträgt 38,3 Masse%, während er in der Probe darunter (7583) 70,4 Masse% ausmacht. Der höchste Tonanteil wurde in der oberflächennahen Probe 7475 (Tiefe 80 cm) gemessen. Der Median der Korngrößenverteilung der Proben 7475 und 7583 liegt bei 0,9 μm , das sind die niedrigsten Werte aller untersuchten Proben. Der Median von Probe 7470 liegt bei 9 μm . (cf. **Abbildung 4-8 und 4-9**)

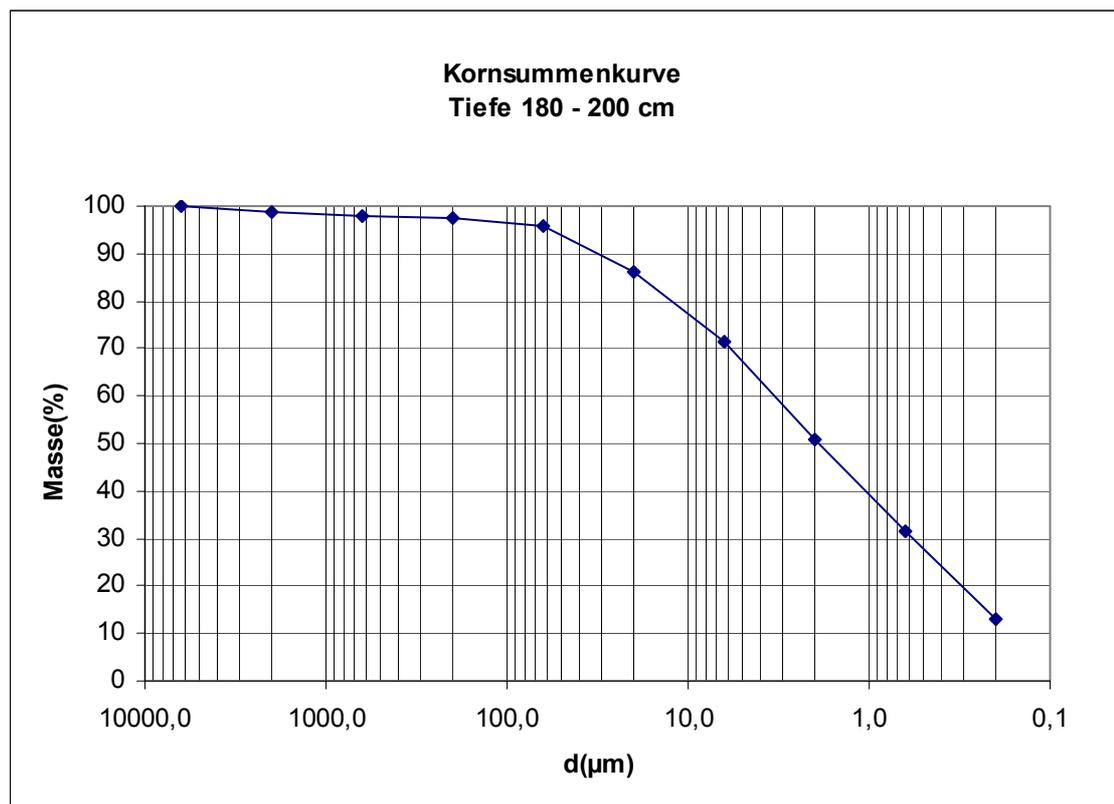


Abbildung 4-8: Probe 7583

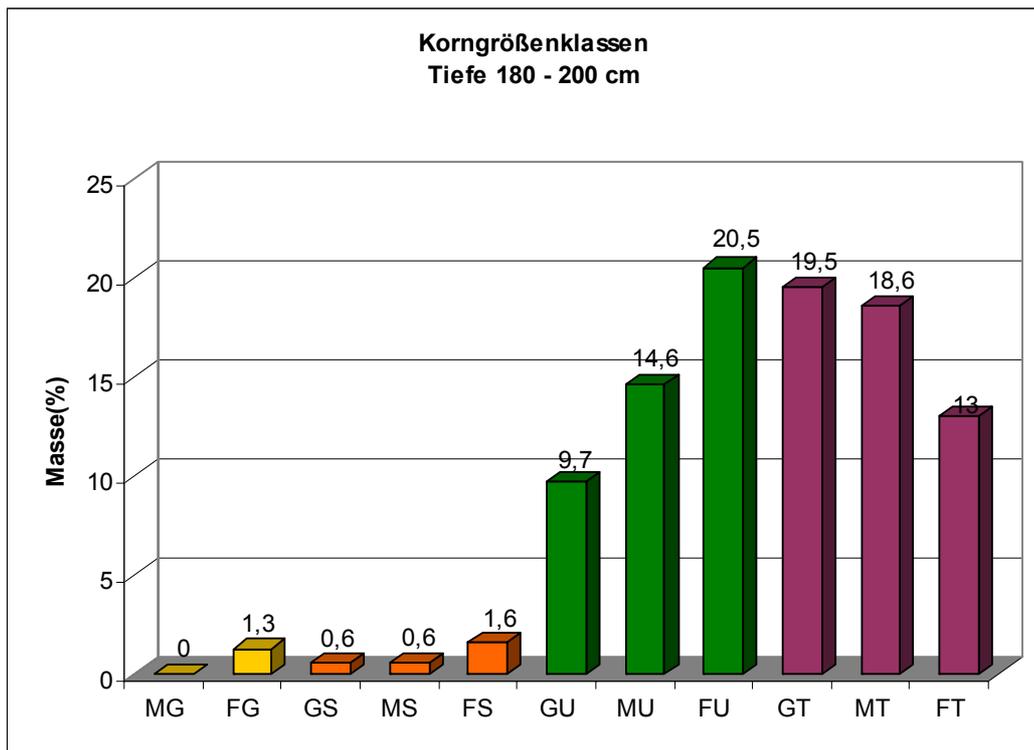


Abbildung 4-9: Probe 7583

2. Bereich 2,0 – 9,70 m (Zellerndorf Formation)

Die Kornverteilung der Proben (7584, 7585, 7587 und 7597) dieses Bereichs ist durch stark wechselnde Kiesanteile (0 – 6,1 Masse%) und deutliche höhere Sandanteile (18,6 – 38,4 Masse%) gegenüber den Proben aus dem **Quartär** gekennzeichnet. Die Ton- und Siltanteile sind dagegen niedriger als im Bereich oberhalb. Silt schwankt zwischen 33,9 und 42,8 Masse%. Als Tonanteil wurden 24,1 bis maximal 41,4 Masse% gemessen. Die Mediane dieser Kornverteilungen weisen mit Werten zwischen 4 und 34 μm einerseits auf schwankende Zusammensetzung hin, und gegenüber den Proben darüber eine deutlich gröbere Korngrößenverteilung (cf. **Abbildung 4-10 und 4-11**).

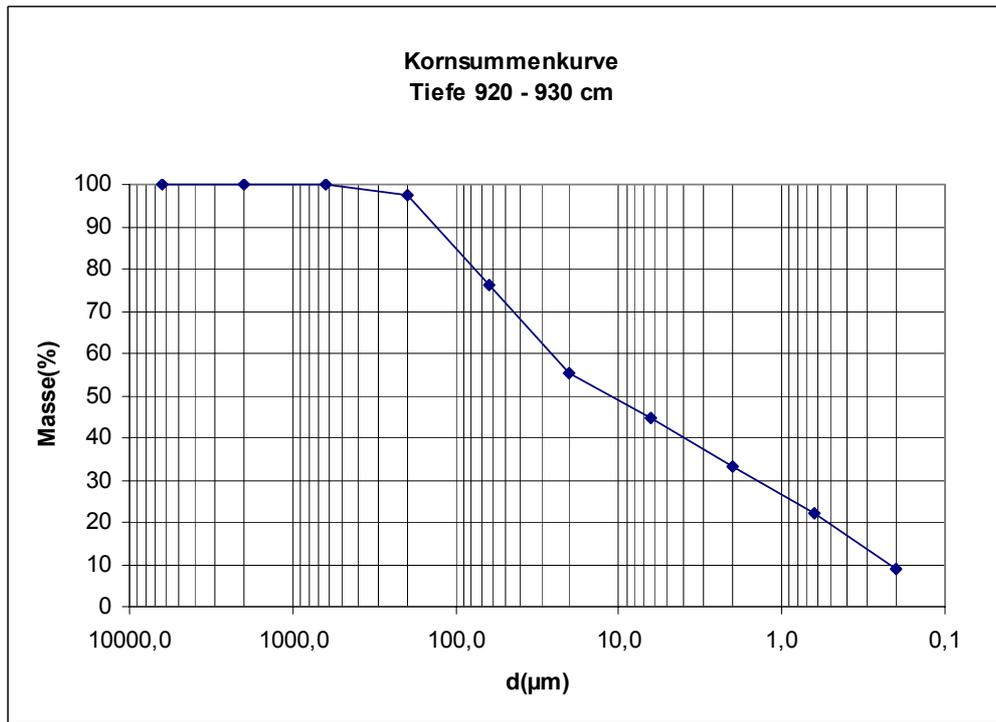


Abbildung 4-10: Probe 7597

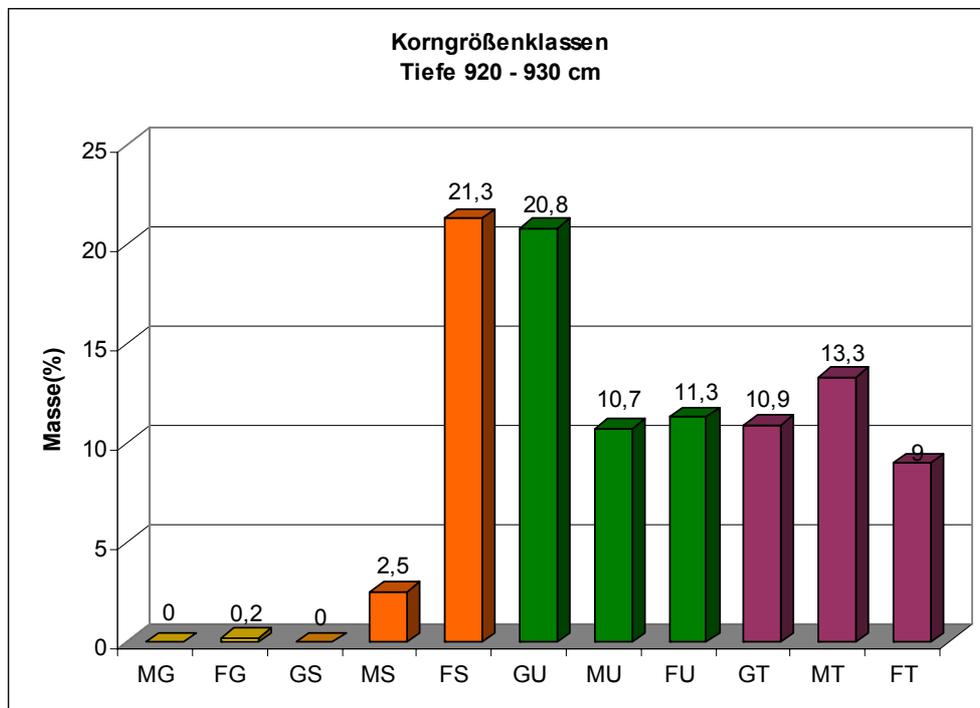


Abbildung 4-11: Probe 7597

3. Bereich 9,70 – 15 m (Zogelsdorf Formation)

Aus diesem Bereich der Kernbohrung wurden fünf Proben (7588, 7590, 7592, 7594 und 7596) zur Bewertung herangezogen. Auch dieser Bereich ist durch stark variierende Kiesanteile (0,1 – 13,3 Masse%) gekennzeichnet. Der Sandgehalt erreicht Maximalwerte bis 55 Masse%. Auch der Siltgehalt liegt mit 20 – 34 Masse% niedriger als in der **Zellerndorf Formation**. Dasselbe gilt auch für die Tonanteile der untersuchten Proben aus der **Zogelsdorf Formation**. Sie liegen zwischen 11,7 und 29,3 Masse%. Auch die Mediane der Korngrößenverteilung verweisen auf die größten Sedimente der gesamten Bohrung (cf. **Abbildung 4-12 und 4-13**).

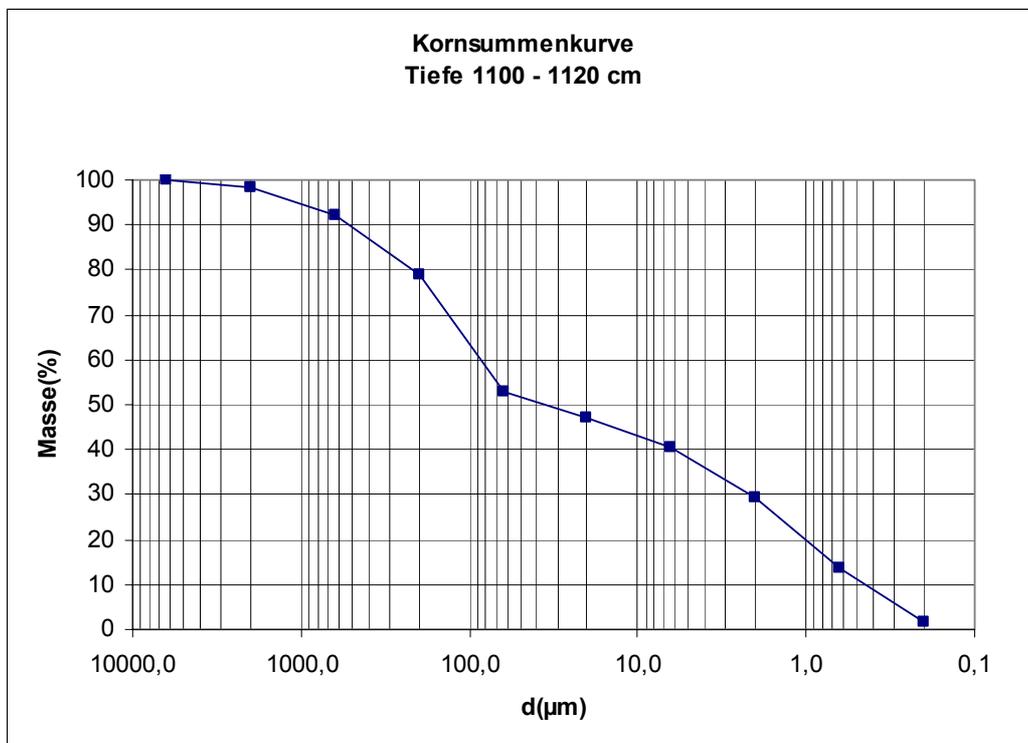


Abbildung 4-12: Probe 7590

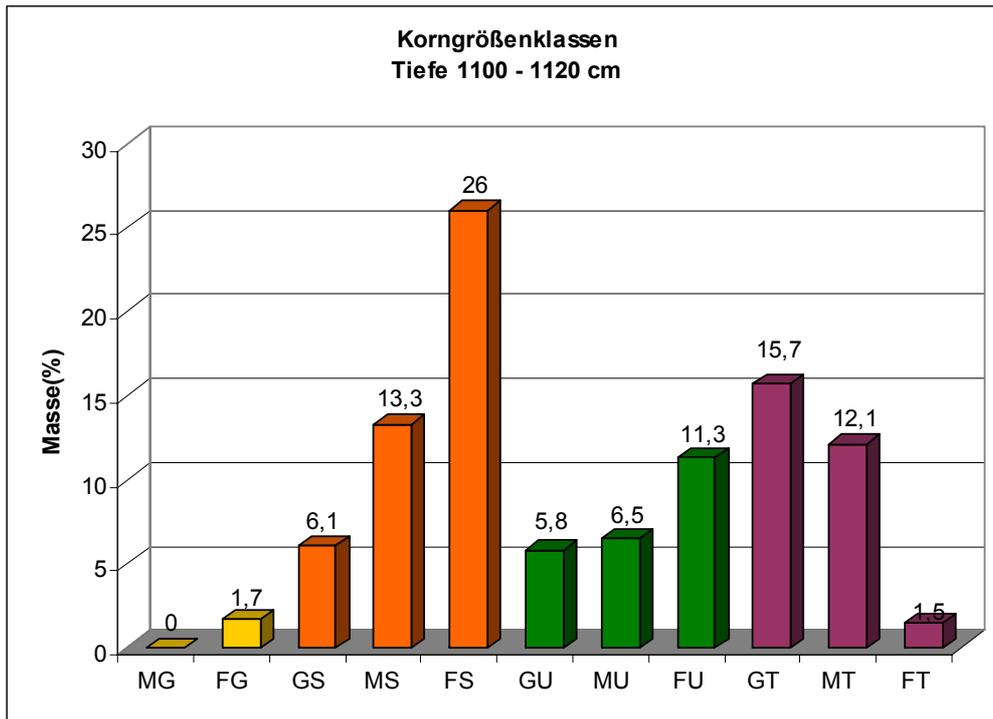


Abbildung 4-13: Probe 7590

4.2.2 Gesamtmineralanalysen

Die Gesteine werden wieder wie bei der Korngrößenanalyse in den drei stratigraphischen Gruppen besprochen (*cf.* **Tabelle T-05**).

Tabelle 05: Ergebnisse der Gesamtmineralanalyse

Lab.Nr.	Bodentiefe	Kurzbezeichnung	14Å	Glimmer	Chlorit Kaolinit	∑ Schicht- silikate	Quarz	Kali- feldspat	Plagio- klas	Kalzit	Dolomit	Pyrit	∑ Karbonat in %
7475	0,8 m	Plastischer gelber Schlier	*	.	.	**	**	.	*	.	.		4
7470	- 1,3 m	Gelber sandiger Schlier	.	*	.	*	**	**	**	*	**		19
7583	1,8 – 2,0 m	Plastischer gelber Schlier	.	*	.	*	**		*	.	.		7
7584	2,8 – 3,0 m	Plastischer gelber Schlier	.	*	.	**	**		*	*	.		10
7585	4,5 – 5,0 m	Gelber sandiger Schlier	.	.		**	**	*	**	.	.		4
7586	6,8 – 7,0 m	Plastischer dunkelgrauer Schlier	*	*	.	**	*	.	*			**	-
7587	9,0 – 9,2 m	Grüngrauer Schlier Ausblühungen		.		**	**	*	**		.	**	2
7597	9,2 – 9,3 m	Plastischer dunkelgrauer Schlier	.	.	.	**	**	.	*	.		*	2
7588	9,7 – 9,8 m	Grauer sandiger Schlier		.		*	**	.	**	**		**	24
7589	10,3 – 10,4 m	Grauer Kalkstein		*	***		.	98
7590	11,0 – 11,2 m	Grauer sandiger Schlier		.	.	.	*	**	**	**		**	60
7592	11,8 – 12,0 m	Grauer sandiger Schlier		.	.		*	*	**	***		*	64
7594	13,8 – 14,0 m	Grauer sandiger Schlier		.	.	.	**	*	**	**	.	.	17
7596	14,6 – 14,7 m	Grauer sandiger Schlier		.	.	*	**	**	**	**		.	27

Zeichenerklärung: · in Spuren vorhanden; * geringe Mengen; ** mittlere Mengen; *** große Mengen

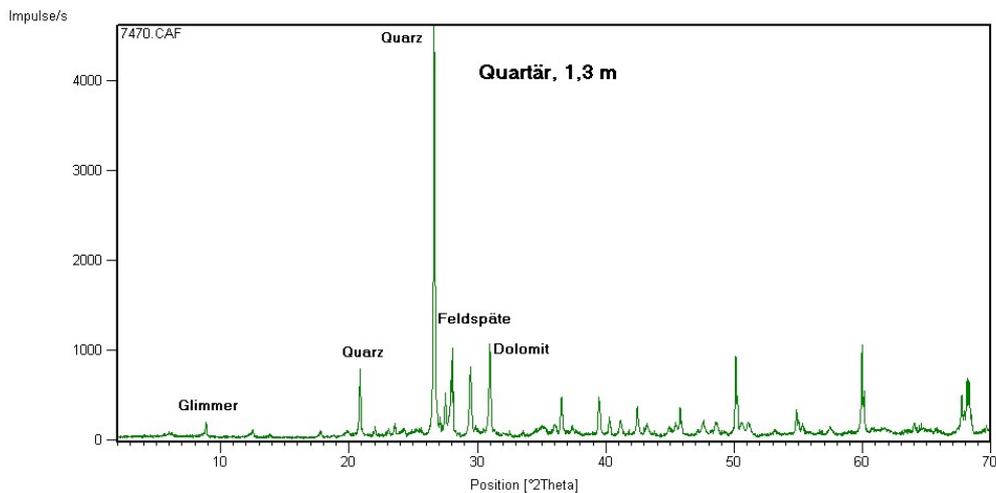
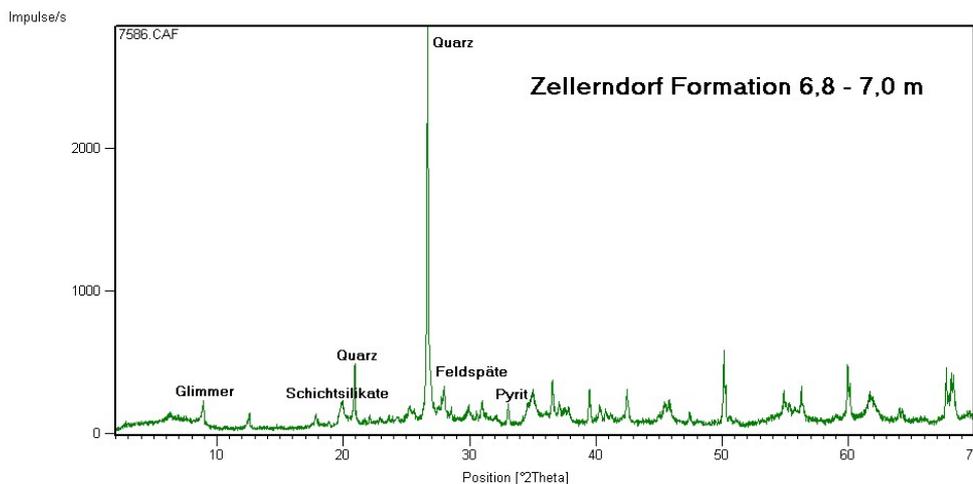


Abbildung 4-14:

Diffraktogramm Gesamtmineralverteilung einer Probe aus dem Bereich 0 – 2,0 m

1. Bereich 0 – 2,0 m (Quartär)

Die gesamtmineralogische Zusammensetzung der obersten 2 m ist relativ uneinheitlich. Generell sind geringe Mengen an Glimmer vorhanden. Die Summe der Schichtsilikate zeigt in der oberflächennahen Probe 7475 den höchsten Anteil. Quarz ist in allen Proben in mittleren Mengen vertreten, während die Feldspäte, sowohl Kalifeldspat als auch Plagioclase, horizontal sehr unregelmäßig auftreten. Auffällig sind die gegenüber den anderen Proben erhöhten Mengen bei 1,3 m. Dieselbe Probe fällt auch aufgrund ihres deutlich höheren Karbonatgehaltes von 19 Masse% auf. Der Karbonatanteil dieser Probe wird in erster Linie von Dolomit ausgemacht. In sämtlichen anderen Proben der Bohrung ist das dominierende Karbonatmaterial Kalzit. Pyrit konnte nicht nachgewiesen werden. Ein klarer Hinweis auf oxidative Bedingungen in den oberflächennahen Schichten (*cf.* **Abbildung 4-14**).

**Abbildung 4-15:**

Diffraktogramm Gesamtmineralverteilung einer Probe aus dem Bereich 2,0 – 9,70m

2. Bereich 2,0 – 9,70 m (Zellerndorf Formation)

Ein Charakteristikum dieser Formation sind gegenüber der quartären Ablagerung deutlich höhere Schichtsilikatanteile. Glimmer tritt etwas zurück, meist ist er nur in Spuren vertreten. Sehr wechselhaft ist das Auftreten der Feldspäte. Kalifeldspat fehlt entweder gänzlich oder ist nur in geringen Mengen vorhanden. Plagioklas ist in jeder Probe nachweisbar. Außer im Übergangsbereich sind kaum Karbonatminerale nachzuweisen. Ab einer Tiefe von 6,8 m ist Pyrit eindeutig in deutlichen Mengen vorhanden, welcher aufgrund der bekannten Graufärbung den Übergang vom oxidativen zum reduktiven Bereich anzeigt (cf. **Abbildung 4-15**).

3. Bereich 9,70 – 15,0 m (Zogelsdorf Formation)

Die gesamtmineralogische Zusammensetzung dieser Formation ist durch stark erhöhte Gehalte an Kalzit charakterisiert. Kalzitwerte bis 64 Masse% können auftreten. Bemerkenswert ist das Vorhandensein des eher seltenen Karbonatminerals Aragonit (CaCO_3), welches von den Schalen der fossilen Muscheln und Schnecken des ehemaligen Tertiärmeeres stammt. Feldspäte, sowohl Kalifeldspat als auch Plagioklase, sind in deutlichen Mengen nachweisbar. Der Gehalt an Schichtsilikaten ist sehr gering. In wechselnden Mengen ist Pyrit in diesen Schichten vertreten (cf. **Abbildung 4-16**). Ein ebenfalls analysierter Kalkstein weist 98 Masse% Kalzit auf. Sämtliche anderen Minerale in diesem Kalkstein sind nur in Spuren vertreten.

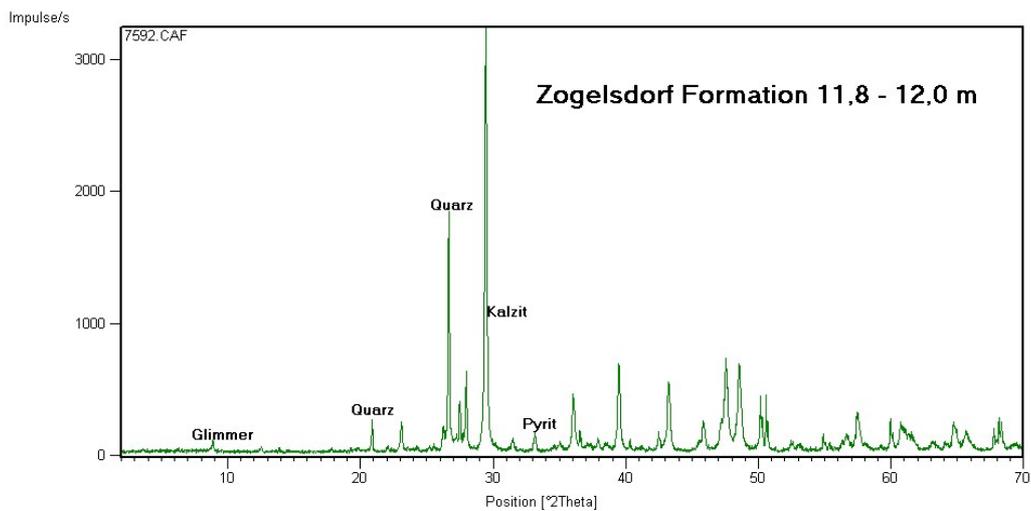


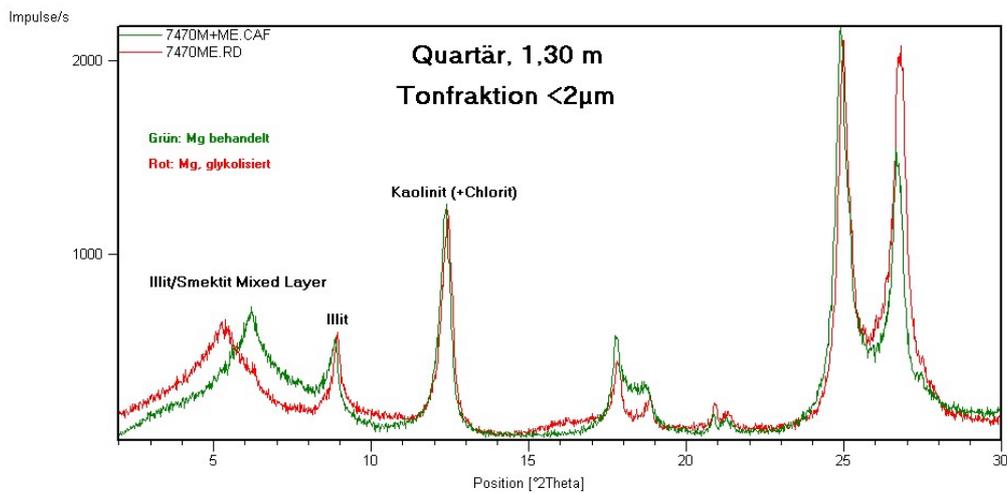
Abbildung 4-16:
Diffraktogramm der Gesamtmineralverteilung einer Probe aus dem Bereich 9,70 – 15,0m

4.2.3 Tonmineralanalyse

Die Ergebnisse der Tonmineralanalysen sind in der **Tabelle T-06** zusammengefasst und in den Abbildungen 4-17 bis 4-19 auszugsweise graphisch dargestellt.

Tabelle 06: Ergebnisse der Tonmineralanalyse, Angaben in Masse %; semiquantitativ

Bezeichnung in Meter	IAG Lab.Nr.	Vermikulit	Smektit	Illit	Kaolinit	Chlorit
80	7475	0	66	19	10	5
130	7470	0	34	23	39	4
180 – 200	7583	0	67	22	11	0
280 – 300	7584	0	79	17	4	0
450 – 500	7585	0	85	12	2	0
680 – 700	7586	0	77	16	7	0
920 – 930	7597	0	74	23	4	0
970 – 980	7588	0	37	54	2	7
1100 – 1120	7590	0	40	40	0	20
1180 – 1200	7592	0	40	40	0	20
1390 – 1400	7594	0	52	26	0	22
1460 – 1470	7596	0	51	27	0	22

**Abbildung 4-17:**

Diffraktogramm der Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$ einer Probe aus dem Bereich 0 – 2,0 m

1. Bereich 0 – 2,0 m (Quartär)

Die Proben der quartären Serie sind durch deutliche Anteile quellbarer Tonminerale charakterisiert. Auf dem ersten Blick scheint Smektit vorzuliegen, aber bei genauerer Betrachtung kann dieses quellbare Tonmineral eindeutig als unregelmäßiges Smektit-Illit-Mixed-Layer Mineral mit einem Illitanteil von etwa 20 Masse% bestimmt werden. Der Mengenanteil liegt zwischen 34 und 67 Masse%. Weiters ist Illit mit Mengen zwischen 19 und 22 Masse% vertreten sowie Chlorit bis maximal 5 Masse%. Auffällig ist die Verteilung von Kaolinit in den Proben. In der Probe bei 1,30 m weist er einen auffällig hohen Wert von 39 Masse% auf, das ist gegenüber den anderen Kaolinitwerten von 10 – 11 Masse% benahe der 4-fache Wert (cf. **Abbildung 4-17**).

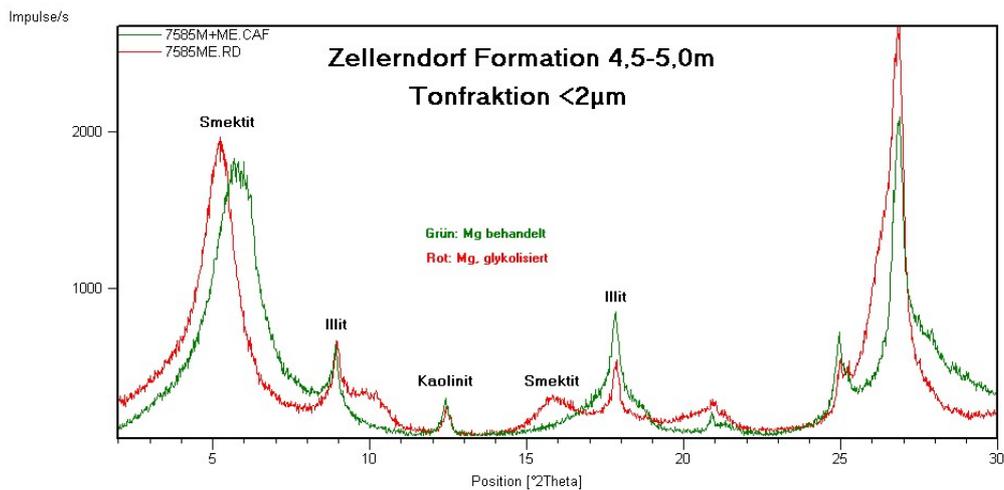


Abbildung 4-18:
 Diffraktogramm der Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$ einer Probe aus dem Bereich 2,0 – 9,70 m

2. Bereich 2,0 – 9,70 m (Zellerndorf Formation)

Die tonmineralogische Zusammensetzung des **Zellerndorfer Schliers** unterscheidet sich grundsätzlich von den quartären Schichten. In diesen Proben ist Smektit das weitaus dominierende Mineral. Sein Anteil beträgt bis zu 85 Masse%. Weiters kommt Illit zwischen 12 und 23 Masse% vor, sowie Kaolinit von 2 – 7 Masse%. Chlorit konnte in dieser Serie nicht nachgewiesen werden (cf: **Abbildung 4-18**).

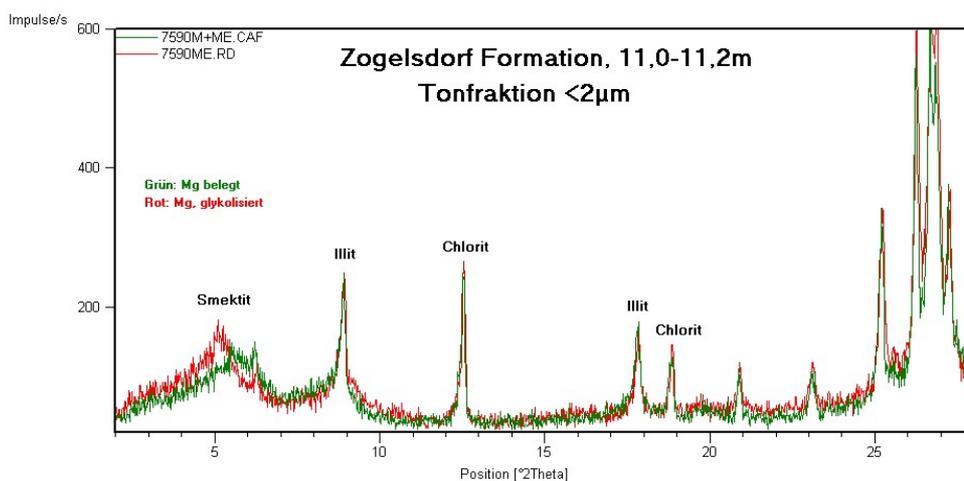


Abbildung 4-19:
 Diffraktogramm der Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$ einer Probe aus dem Bereich 9,70 – 15 m

3. Bereich 9,70 – 15 m (Zogelsdorf Formation)

Die Smektitgehalte der **Zogelsdorf Formation** liegen deutlich unter den in den darüberliegenden Schichten gemessenen Werten. Sie betragen 37 bis maximal 52 Masse%. Dagegen ist der Anteil an Illit deutlich erhöht, es tritt ein Maximalwert von 54 Masse% auf. Chlorit ist mit Mengen bis 22 Masse% ein wichtiger Bestandteil der Tonfraktion. Kaolinit ist mit Ausnahme der Übergangsprobe nicht nachweisbar (cf. **Abbildung 4-19**).

4.3 Geotechnik

4.3.1 Wassergehalte

Die Wassergehaltsbestimmung wurde von den Proben der drei Schürfe 1, 2 und 3 und der Kernbohrung vorgenommen. Zur Vermeidung von Wasserverlusten zwischen Gelände und Labor wurden die entnommenen Proben sofort luftdicht verpackt und noch am selben Tag im Labor zur Wassergehaltsbestimmung weiterverarbeitet. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle T-07** zusammengefasst.

Die Wassergehalte der Proben aus den drei Schürfen bewegen sich zwischen 19,8 und 28,1 Masse% Wasser. Die Wassergehalte der **Zellerndorf Formation** streuen etwas stärker und zeigen Werte von 17,3 bis 31,7 Masse% Wasser. Diese Variationen stehen im engen Zusammenhang mit der Feinkörnigkeit und der Tonmineralzusammensetzung. In einem sehr engen Bereich liegen dagegen die Werte der **Zogelsdorf Formation**, und zwar zwischen 19,6 und 21,3 Masse% Wasser.

Tabelle 07: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen, Angaben in Masse %

Bezeichnung	IAG Lab.Nr.	Wassergehalt
Schurf S 1/1 – 1,80 m	7469	23,6
Schurf S 1/2 – 1,30 m	7470	22,4
Schurf S 1/3 – 2,50 m	7471	23,6
Schurf S 1/4 – 3,00 m	7472	28,1
Schurf S 2/1 – 1,30 m	7473	21,2
Schurf S 2/2 – 3,00 m	7474	25,9
Schurf S 3/1 – 0,80 m	7475	22,1
Schurf S 3/2 – 1,80 m	7476	19,8
Schurf S 3/3 – 3,00 m	7477	24
KB 1,8 – 2,0 m	7583	22,7
KB 2,8 – 3,0 m	7584	25,5
KB 4,5 – 5,0 m	7585	21,3
KB 6,8 – 7,8 m	7586	31,7
KB 9,0 – 9,2 m	7587	18,7
KB 9,2 – 9,3 m	7597	17,3
KB 9,7 – 9,8 m	7588	19,7
KB 10,3 – 10,4 m	7589	keine Angabe
KB 11,0 – 11,2 m	7590	20,6
KB 11,2 – 11,3 m	7591	21,3
KB 11,8 – 12,0 m	7592	19,6
KB 13,3 m	7593	keine Angabe
KB 13,8 – 14,0 m	7594	19,6
KB 14,4 m	7595	keine Angabe
KB 14,6 – 14, 7 m	7596	20,8

4.3.2 Konsistenzgrenzen

Die Kenntnis der Konsistenzgrenzen und Konsistenzzahl ist für die Beurteilung von Massenbewegungen und Setzungsverhalten von Sedimenten von eminenter Bedeutung. Diese Werte wurden an ausgewählten Proben ermittelt. Die Ergebnisse sind in der **Tabelle T-08** ersichtlich. Wie aufgrund der vorhergehenden Untersuchungen zu erwarten ist, sind die Ergebnisse eine Folge der mineralogischen Zusammensetzung und der Korngrößenverteilung.

Die feinkörnigen Sedimente aus dem Quartär weisen zum Teil eine sehr hohe Fließgrenze bis 57,8 % auf, daraus ergibt sich auch eine hohe Plastizitätszahl (I_p) bis 42,5 %. Noch höhere Werte für die Fließgrenze (w_l) konnten in den Proben des **Zellerndorfer Schliers** gemessen werden. Der Maximalwert beträgt 71,1 %. Die Plastizitätszahl erreicht Werte bis 48,8 %.

Im krassen Gegensatz dazu liegen die Werte der **Zogelsdorf Formation**. Die Fließgrenzen im Bereich von 24,1 bis 27,1 % sind die niedrigsten aller gemessenen Werte, auch die Plastizitätszahlen derselben Serie liegen demgemäß sehr niedrig. Der niedrigste Wert von I_p 4,9 wurde bei der Probe 7594 ermittelt.

Die Konsistenzzahlen (I_c) zeigen in der Bohrung eine sehr breite Streuung und liegen zwischen 0,37/breig und 1,4/halfest.

4.3.3 Scherversuche

An zwei Proben der Kernbohrung wurden auch Scherversuche durchgeführt. Der Scherwinkel für den sehr feinen plastischen Schlier (7584) bei 2,8 – 3,0 m ist mit $11,0^\circ$ extrem niedrig, der Restscherwinkel liegt mit $7,8^\circ$ noch deutlich niedriger. Der gröbere Schlier (7587) bei 9 – 9,2 m weist mit einem Scherwinkel von $28,7^\circ$ und einem Restscherwinkel von $24,5^\circ$ deutlich höhere Scherfestigkeit auf.

Tabelle 08: Ergebnisse der Bestimmung der Konsistenzgrenzen und Konsistenzzahl

Reinrechtspölla Konsistenzgrenzen der Proben aus der Kernbohrung								Auswertung nach Kennzahlen
Zustandsgrenzen bindiger Böden (ÖNORM B 4411)								
ProbenNr.	Bodentiefe in cm	natürlicher Wassergehalt w in %	Fließgrenze w _L in %	Ausrollgrenze w _P in %	Plastizitätszahl I _P	Konsistenzzahl I _C		
7475	80	22.1	54.5	16.8	37.7	0,86/steif		ausgeprägt plastische Tone
7470	130	23.4	29.4	17.9	11.5	0,62/weich		Grenze Sand-Ton-Gemisch u. leicht plastische Tone
7583	180 - 200	22.7	57.8	15.3	42.5	0,82/steif		ausgeprägt plastische Tone
7585	450 - 500	21.3	35.85	19.9	15.9	0,9/steif		Grenze zu leicht plastische Tone
7586	680 - 700	31.7	71.1	25.4	45.7	0,86/steif		ausgeprägt plastische Tone
7597	920 - 930	17.0	43.6	16.0	27.6	0,96/steif		mittelpastische Tone
7588	970 - 980	19.7	27.1	16.9	10	0,72/weich		Sand-Ton-Gemische
7590	1100 - 1120	20.6	25	13.9	11.1	0,4/breiig		Sand-Ton-Gemische
7592	1180 -1200	19.6	24.1	12.2	11.9	0,37/breiig		Sand-Ton-Gemische
7594	1390 - 1400	19.6	26.9	22.0	4.9	1,4/halbfest		Grenze zwischen Sand-Schluffgemisch und leicht plastische Schluffe
7596	1460 - 1470	20.8	26.4	20.9	5.5	1,01/halbfest		Grenze zwischen Sand-Schluffgemisch und leicht plastische Schluffe

4.4 Zusammenfassung Geologie, Tonmineralogie und Geotechnik

Aufgrund der vorliegenden Analysen können die Proben des Untersuchungsgebietes gemäß der stratigraphischen Abfolge zusammengefasst und diskutiert werden.

- **Quartär**

Die obersten 2 m der Schürfe bzw. der Kernbohrung unterscheiden sich in vielen Eigenschaften von den darunterliegenden Schichten. Die Korngrößenverteilung zeigt sehr starke Inhomogenitäten, besonders im Ton- und Siltbereich. Weiters treten in der gesamtmineralogischen Zusammensetzung stärkere Unregelmäßigkeiten als in den tieferen Schichten auf. Im Bereich von 1,3 m kommt eine in den Schürfen und in der Bohrung angetroffene Schicht vor, die größere Mengen Dolomit enthält. Ebenfalls sind größere Mengen an Kalifeldspat vorhanden. Dolomit konnte in anderen Proben nicht oder nur in geringen Spuren angetroffen werden. Tonmineralogisch ist das Auftreten des Illit-Smektit-Mixed Layer Minerals bemerkenswert. Ebenfalls auffällig ist der stark schwankende Gehalt des Kaolinites. Diese mineralogischen Unregelmäßigkeiten sind mit Verwitterungs- und Umlagerungsvorgängen erklärbar. Für die vorliegende Fragestellung ist von besonderer Wichtigkeit auf die sehr hohen Anteile an quellbaren Tonmineralen hinzuweisen. Die starke reversible Quellfähigkeit wird in dieser Abfolge vom Illit-Smektit-Mixed Layer verursacht. Die Wasseraufnahme und die Quellfähigkeit dieser smektithältigen Tonminerale sind immens hoch. Die Volumszunahme durch Quellvorgänge bzw. Volumsabnahme durch Schrumpfungsvorgänge infolge der Wasserabgabe ist im vorliegenden Fall von großer Bedeutung. Die geotechnischen Parameter, wie Wassergehalt, Scherfestigkeit und Plastizität sind aufgrund der sedimentologischen Unregelmäßigkeiten stärker streuend. Hydrogeologisch kann man sich diese Schicht aufgrund der beschriebenen Inhomogenitäten auch in der Wasserführung als sehr inhomogen vorstellen. Eine Wasserzu- bzw. abfuhr in die darunter liegende Zellerndorf-Formation ist vorstellbar.

- **Zellerndorf Formation**

Die mineralogische Zusammensetzung des **Zellerndorfer Schliers** ist deutlich einheitlicher als die quartäre Überlagerung. Generell ist der Karbonatgehalt sehr niedrig bzw. die Proben sind karbonatfrei. Nur in den Übergangsbereichen treten höhere Karbonatanteile auf. Im reduktiven Bereich (Grüngraufärbung), tiefer als 5 m, treten sehr deutliche Mengen an Pyrit auf. Markant ist wieder der hohe Anteil an quellbaren Tonmineralen. In dieser Formation beträgt der Smektitanteil in der Tonfraktion bis zu 85 Masse%. Demzufolge kann es bei einer Wasserzufuhr zu starken Quellungen und Volumsvergrößerungen kommen. Die ermittelten Plastizitätswerte sind deshalb entsprechend sehr hoch. Die Scherfestigkeiten sind insbesondere abhängig von der Korngrößenverteilung. Im Übergangsbereich vom Quartär zum **Zellerndorfer Schlier** treten extrem niedrige Werte auf, in tieferen Schichten (Grenze Zellerndorf-Formation zu Zogelsdorf-Formation) wurden deutlich höhere Scherfestigkeiten gemessen worden.

- **Zogelsdorf Formation**

Die Korngrößenverteilung zeigt deutlich höhere Sandanteile, die feineren Korngrößenklassen Silt und Ton sind allgemein schwächer vertreten. Die mineralogische Zusammensetzung der **Zogelsdorf Formation** ist durch sehr hohe Karbonatgehalte und deutlich geringere Schichtsilikatanteile charakterisiert. In der Tonfraktion tritt Smektit deutlich zurück. Illit und Chlorit treten dafür stärker in Erscheinung. Das gänzliche Fehlen des Kaolinites ist auffällig.

5 Resumée

Das Resumée muss unter zwei Blickwinkeln gezogen werden; zum Einem als Ergebnisträger für die Untergrundbewertung, und zum Anderen, als einen Beitrag zur Methodenoptimierung zur Untersuchung von Rutschhängen und setzungsempfindlichen Baugründen.

Bezüglich der Untergrundfrage muss festgestellt werden:

Die von dem Gutachten MÜLLER (2004) festgestellte Untergrundproblematik im nämlichen Bereich wird zur Gänze im geotechnischen, tonmineralogischen und geophysikalischen Befund bestätigt. Die Lage der geologischen Schürfe, der Schneckenbohrungen und der Kernbohrung ist repräsentativ für das gesamte Untersuchungsgebiet. Die Baugrundbeurteilung im Gutachten MÜLLER (2004) ist stimmig mit den tonmineralogischen und geophysikalischen Ergebnissen. Bezüglich der notwendigen Sanierungsmaßnahmen zur Unterbindung von weiteren Bauschäden an der VS Reinprechtspölla wird auf das Gutachten MÜLLER (2004) verwiesen.

Bezüglich der Methodenoptimierung im gegenständlichen Projekt gilt:

Die Kombination einer tonmineralogischen Ansprache mit einer parallelen geophysikalischen Kampagne stellt den richtigen Lösungsansatz dar. Eine detaillierte und umfassende Materialansprache ist für die Klärung der vorliegenden komplexen geologischen Situation notwendig. Sehr kostengünstige Schürfe können detaillierte Informationen für die obersten 4 Meter bringen. Erkenntnisse über tiefere Bereiche können nur durch teure Kernbohrungen gewonnen werden. Im vorliegenden Projekt konnte durch die Kernbohrung der kritische Bereich nahe der Oberfläche genau definiert und lokalisiert werden und vom unkritischen Bereich tiefer unten unterschieden werden. Die Bohrung war ebenfalls für die Interpretation für die geoelektrischen Messungen sehr wichtig. Die Geophysik bildet bei der Bewertung von kritischen Baugründen eine Brücke zwischen den punktförmigen Detailaufnahmen und den notwendigen flächigen Interpretationen. Die Auswahl der Geoelektrik erfolgte in diesem Beispiel unter methodischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Für problematische Bauuntergründe, deren Ursache in quellfähigen Tonen zu suchen ist, wird eine Kombination von tonmineralogischen und geophysikalischen Untersuchungen strengstens empfohlen.

Bei Vorliegen einer komplexen geologischen und hydrogeologischen Situation wie bei der Volksschule Reinprechtspölla kann jedoch der amtseitig vorgesehene übliche finanzielle Rahmen für Voruntersuchungen nicht eingehalten werden. Allein die Durchführung einer Kernbohrung würde das vorgegebene Budget weit überziehen.

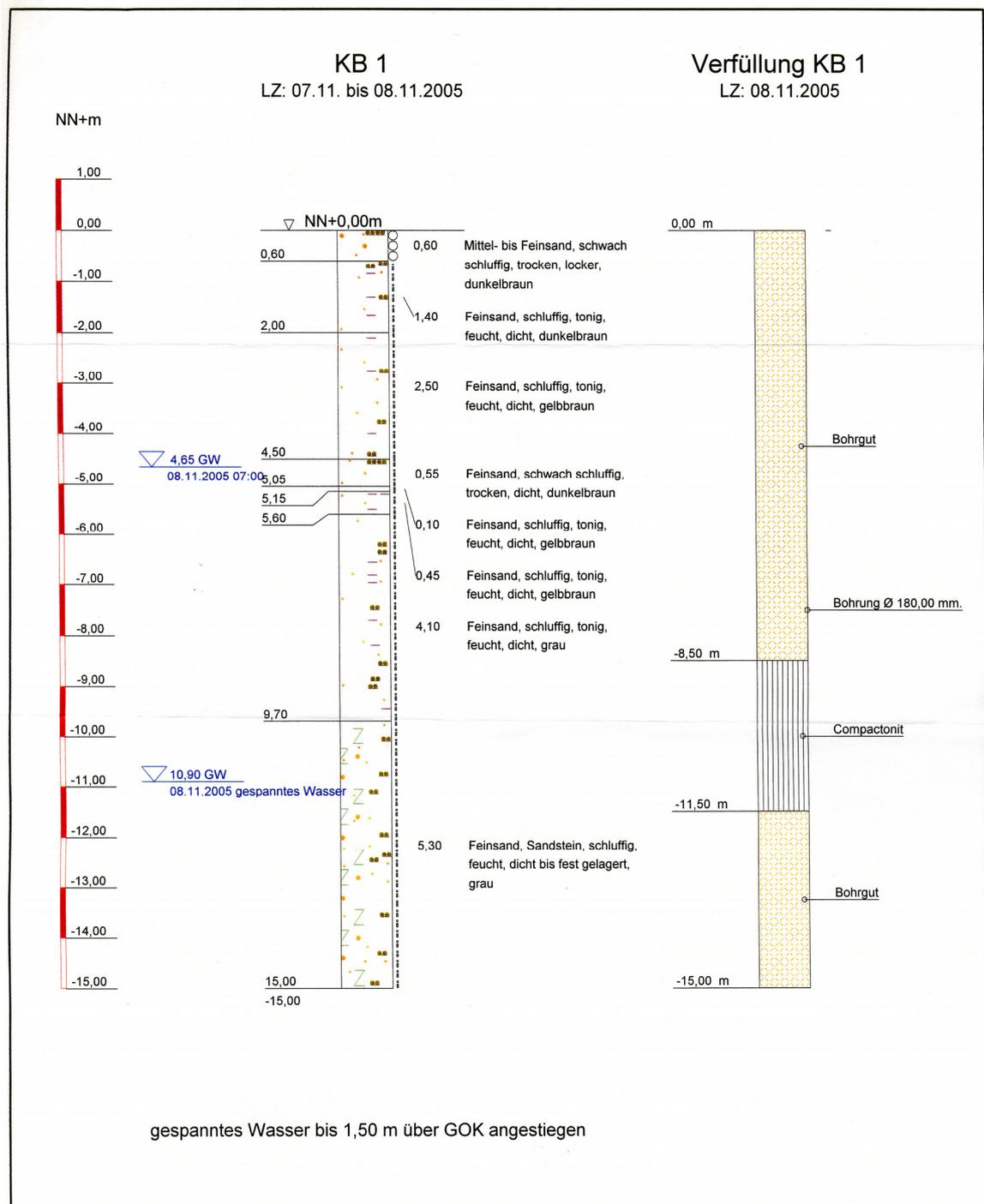
6 Literatur

- ADVANCED GEOSCIENCES, INC, 2006: Earthimager 2D
- BRINDLEY, G.W. & BROWN, G., 1980: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-Ray Identification. - Mineralogical Society, 495, London.
- EGGER, H., KRENMAYR, H.G., MANDL, G.W., MATURA, A., NOWOTNY, A., PASCHER, G., PESTAL, G., PISTOTNIK, J., ROCKENSCHAUB, M., SCHNABEL, W., 1999: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1: 2.000.000. GBA, Wien
- KOHLBECK, F., 2006: Bericht über Radarmessungen an zwei Gebäuden in Pernersdorf und Reinprechtspölla, sowie an einem Rutschhang nördlich von Schwertberg – Geophysikalisches Gutachten, Technische Universität Wien, 4 Seiten, Wien;
- LOKE, M.H 2004: Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys
- MACKENZIE, R. C., 1964. The thermal investigation of soil clays. In: Rich, C. I. & Kunze, G. W. (eds.). Soil clay mineralogy – A symposium. The University of North Carolina Press, Raleigh, North Carolina, 200 – 244;
- MOORE, D.M. & REYNOLDS, R. C., JR., 1997: X – Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. - Oxford Univ. Press, 378, New York
- MÜLLER, W., 2004: Über die Erkundung, Untersuchung und Begutachtung des Baugrundes und der Sanierung der Setzungsschäden für obiges Bauvorhaben [..Volksschule Reinprechtspölla..] – Geotechnisches Gutachten, GZ 2004/06, 1-8, Krems;
- ÖNORM B 4402: Erd- und Grundbau – geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke, [Ausgabe vom] 01.12.2003;
- ÖNORM B 4410: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung [Ausgabe vom] April 1960
- ÖNORM B 4411: Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze [Ausgabe vom] 01.12.1974
- ÖNORM B 4416: Erd und Grund – Untersuchung von Bodenproben – Grundsätze für die Durchführung und Auswertung von Scherversuchen [Ausgabe vom] 01.06.1978
- ÖNORM L 1084: Chemische Bodenuntersuchungen - Bestimmung von Carbonat [Ausgabe vom] 1. Jänner 1989
- ROETZEL, R., 1995: Volksschulgebäude in Reinprechtspölla, Senkung des Turmes im August-September 1994 – Gutachterliche Äusserung, 03.02.1995, GZ 204, Geologische Bundesanstalt Wien, 2 Seiten, Wien;

SCHNABEL, W., FUCHS, G., MATURA, A., ROETZEL, R., SCHARBERT, S., KRENMAYR, H.G., EGGER, H., BRYDA, G., MANDL, G.W., NOWOTNY, A., WESSELY, G., 2002: Geologische Karte von Niederösterreich 1: 200000 Nord und Süd. GBA, Wien

WILSON, M.J., 1987: A handbook of determinative methods in clay mineralogy. – Verlag Blackie, 308, Glasgow and London

Beilage



Ges.m.b.H

REISINGER
BRUNNENBAU und BOHRTECHNIK

Feldstraße 2
A-4482 Ennsdorf
Tel.: 07223/838 18-0
Fax: 07223/83818-83

Bauvorhaben:
Volksschule Reinprechtspölla bei Horn
Bodenaufschlussarbeiten

Planbezeichnung:
Kernbohrung KB 1

Plan-Nr:
Projekt-Nr:
Datum: 14.11.2005
Maßstab: 1 : 100
Bearbeiter: Hinterholzer

Copyright © 1994-2002 IDAT GmbH - T:\Bohrprofile und Pläne Gesamt\Aufschlußbohrungen\2005\B1009 VS Reinprechtspölla\KB 1.bop