

Geologische Auswertung von hydrogeologischen Erkundungsbohrungen als Grundlage für eine erfolgreiche Tiefengrundwassererschließung im Neogen des nördlichen Burgenlandes

Walter Kollmann¹, Gerhard Bieber², Stjepan Ćorić³, Jenó Hadfi⁴, Gerhard Hobiger⁵,
Beatrix Moshhammer⁶, Julia Rabeder⁶ & Alexander Römer²

33 Abbildungen, 12 Tabellen, 4 Tafeln

Österreichische Karte 1:50.000
Blatt 61 Hainburg an der Donau
Blatt 78 Rust
Blatt 79 Neusiedl am See

Rust-Formation
Sedimentologie
Weißbemessung
Hydrogeologie
Hydrochemie
Stratigraphie
Pannonium
Geochemie
Leithakalk
Geophysik
Badenium

Inhalt

Zusammenfassung	352
Abstract	352
Einleitung	352
Argumente für die Festlegung der Bohransatzpunkte	352
Geographische Lage und geologisches Umfeld der Bohransatzpunkte	354
Geophysikalische Vorerkundungen	355
Geoelektrische Messkonfiguration	355
Messgebiet Oggau	355
Messgebiet Kittsee	357
Durchführung der Bohrungen und Probenahmen	359
Lithologische Bohrprofile mit Eintragung der Gesteins- und Wasserproben	360
Geologische Zuordnung der Bohrprofile mit zusammengefassten Ergebnissen der mikropaläontologischen, sedimentpetrographischen und rohstoffgeologischen Untersuchungen	360
Bohrung Oggau (90 m tief): Miozän (Badenium, Karpatium), Kristallinbasis	360
Bohrung Gols (130 m tief): Miozän (Pannonium)	365
Bohrung Kittsee (112 m tief): Quartär (Gänserndorfer Terrasse), Miozän (Pannonium)	365
Granulometrie	366
Methodik	366
Bohrung Oggau	367
Bohrung Gols	367
Bohrung Kittsee	368
Mikropaläontologische Ausarbeitung	368
Methodik	368
Biogeninhalt und stratigraphische Auswertung	368
Auflistung des Nannoplanktons und Lithologie der mikropaläontologischen Proben aus den drei Bohrungen	369
Rohstoffeigenschaften des beprobten Leithakalkes der Bohrung Oggau	370
Probenahme und Methoden	370
Ergebnisse der Geochemie und Weißmetrik	371
Kurzbeschreibung der Proben anhand der Untersuchung unter dem Binokular	374

1 Walter Kollmann: Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Hydrogeologie, Neulinggasse 38, 1030 Wien. Walter.Kollmann@geologie.ac.at
 2 Gerhard Bieber, Alexander Römer: Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Geophysik, Neulinggasse 38, 1030 Wien. Gerhard.Bieber@geologie.ac.at
 3 Stjepan Ćorić: Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Sedimentgeologie, Neulinggasse 38, 1030 Wien.
 4 Jenó Hadfi: Sopron és környéke víz (Wasserwerke Sopronkőhida), Bartók Béla u. 42, 9400 Sopron.
 5 Gerhard Hobiger: Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Geochemie, Neulinggasse 38, 1030 Wien.
 6 Beatrix Moshhammer, Julia Rabeder: Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Rohstoffgeologie, Neulinggasse 38, 1030 Wien.

Kommentar aus hydrogeologischer Sicht zu Loginterpretationen	375
Bohrung Oggau	375
Bohrung Gols	376
Bohrung Kittsee	376
Pumpversuche und Wasseranalysen	377
Bohrung Oggau	377
Bohrung Gols	379
Bohrung Kittsee	379
Resümee der Untersuchungen	382
Dank	382
Literatur	382

Zusammenfassung

Drei Bohrungen, die im Jahr 2009 im nördlichen Burgenland zur Erkundung tieferer Grundwasser führender Horizonte erfolgreich ausgeführt wurden, werden unter den Aspekten der Festlegung der Bohransatzpunkte unter Zuhilfenahme geophysikalischer Methoden, der Wasserführung (Wasserquantität und Wasserqualität) sowie ihres geologischen Informationspotentials vorgestellt.

An ihrem im trockenen Imlochhammer- (Oggau) bzw. im Spülbohrungsverfahren (Gols, Kittsee) gewonnenen Bohrgut wurden sedimentpetrographische und biostratigraphische Untersuchungen durchgeführt. Sie dienen dazu, die hydrogeologischen Verhältnisse zu interpretieren und, ebenso wie die anhand der Bohrungen geeichten geophysikalischen Informationen, die Kenntnis der regionalen Geologie zu detaillieren. Cuttings-Proben aus dem Leithakalk wurden genutzt, um geochemische und weißmetrische Eigenschaften zu eruieren. Unter Einbeziehung der Ergebnisse der bisherigen Kurzzeitpumpversuche und des Wasserchemismus sowie ausgeführter Bohrlochgeophysik wird die angepeilte Trinkwassernutzung erörtert und werden Vorschläge zum optimalen Ausbau der vorgesehenen Großbrunnen als dem praktischen Ziel dieser Studie gemacht.

Als Aquifere fungieren die kiesig-sandige Rust-Formation des Karpatium in der Bohrung Oggau sowie die sandigen Einschaltungen in der sonst überwiegend feinklastischeren Abfolge des Pannonium in Gols und Kittsee. Die in Oggau durchteufte Abfolge aus Leithakalk im Hangenden der Rust-Formation wird dagegen zur Grundwassernutzung vorläufig nicht empfohlen.

Successful Utilization of Deep Groundwater-Horizons in the Neogene of the Northern Burgenland Based on the Hydrogeological Wells Oggau, Gols and Kittsee

Abstract

To explore and uncover water reservoirs in northern Burgenland (Austria) repeated projects together with Hungary have been organised, according to their location partly in connection with the Hungarian water board at Sopronkőhida and Fertőrákos. The most recent investigations comprise three deeper boreholes, situated at Oggau, Gols and Kittsee, with depths between 90 and 130 m targeting deeper groundwater horizons. The search for drinking water in the Neogene sediments (Badenian Leithakalk, Karpatian Rust-Formation as well as overall finer clastics of the Pannonian sequence) proved quite successful concerning the quantity and – with minor restrictions – also the quality of the discovered water. Prior geoelectric surveys presented very useful results to choose the so far most productive drilling locations. Apart from the sections of the boreholes the results of the short-term pumping tests as well as the chemistry of different water samples are presented. Although the drilled sediment samples show crushing, diversified knowledge was gathered out of grain-size analyses and stratigraphic determinations utilizing calcareous nannoplankton in particular. Unlike the other two (hydraulic circulation drillings at Gols and at Kittsee) the borehole at Oggau was carried out in the dry down-the-hole-hammer drilling method. From here some samples of Leithakalk were also tested for their geochemistry and colorimetry, and revealed different quartz content and a measurable tint of yellowish colour.

Advice is given regarding the localization and the construction of the finally designated drinking water wells. They include a critical comment on the currently inserted filter drains tapping the water horizons which could be improved due to our hydrogeological background in the final constructions.

Einleitung

Auf der Suche nach tiefen Grundwasserleitern zur Sicherung der gegenwärtigen Trinkwasserversorgung aus Grundwasser und Quellwasser im nördlichen Burgenland veranlasste der Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland, der die drei politischen Bezirke Mattersburg, Eisenstadt und Neusiedl versorgt, im Rahmen des EU-Projektes „Aqua Burgenland – Sopron“ 2009 die Abteufung von drei Erkundungsbohrungen in hydrogeologisch geeigneten Gebieten (Abb. 1). Die Vorarbeiten für die Beurteilung der Absenkungstrichter von Brunnen des ungarischen Wasserwerkes in Sopronkőhida gehen bereits auf die ersten bilateralen EU-Interreg-III-Projekte seit 2002 zurück (Kollmann & Hadfi, 2003). Vorausgehende rasterelektronenmikroskopische und Porositäts-Untersuchungen an Kalkareniten der Leithakalk-Formation im ungarischen Steinbruch Boglárhegy (NNW Fertőrákos) begründeten die wasserwirtschaftliche Relevanz (Boldizsár et al., 1991).

Argumente für die Festlegung der Bohransatzpunkte

Nach geophysikalischen Voruntersuchungen werden aus hydrogeologischer und hygienischer Sicht zur Festlegung zukünftiger Trinkwasserbrunnen insgesamt drei Erkundungsbohrungen empfohlen. Der entsprechend dem bisherigen Stand des Wissens und der Technik im Anschluss an das Puzta-Projekt (Kollmann & Hadfi, 2003; Kollmann et al., 2005) empfohlene Erschließungsplan musste aus zweierlei Gründen (6 km Abstand zur Staatsgrenze, Rand des WVA-Absenkungstrichters) aufgegeben werden. Daraufhin wurde folgender wasserwirtschaftlich-hydrogeologischer Vorschlag gemacht:

- Abrücken außerhalb des bilateral vereinbarten Bauwuchs (= Abstandsfläche) entlang der Staatsgrenze,
- neue Grundwasserprospektion außerhalb des Absenkungstrichters des Wasserwerkes Sopronkőhida, da sonst durch eine Neuerschließung dessen Ergiebigkeit hätte beeinträchtigt werden können.

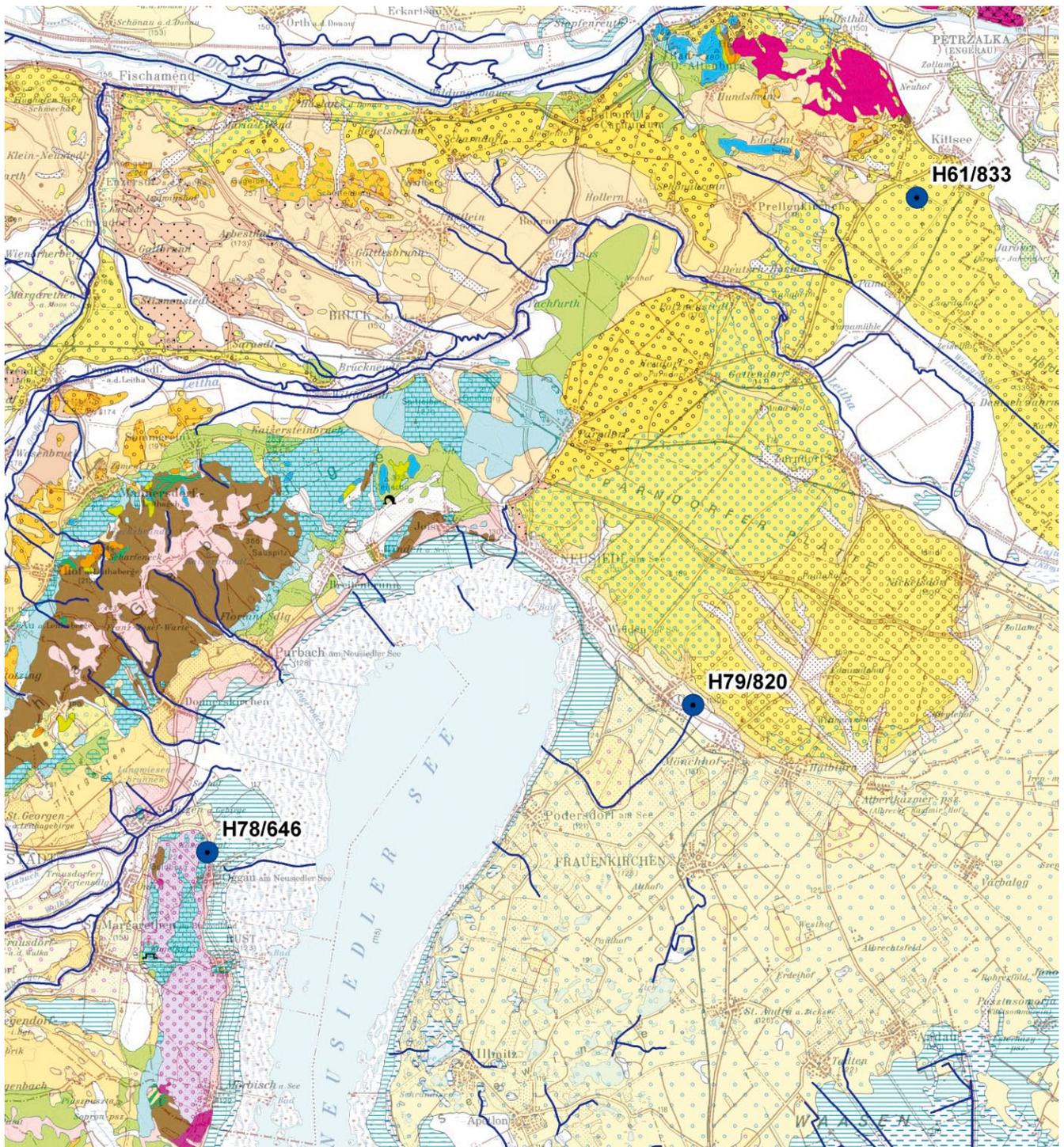


Abb. 1.
 Lage der Bohrpunkte auf einem Ausschnitt der Geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000 (Pascher et al., 1999).
 GBA-H61/833 = Bohrung Kittsee, GBA-H78/646 = Bohrung Oggau, GBA-H79/820 = Bohrung Gols; geographische Koordinaten siehe Tab. 5; Wasserläufe (blau) deutlicher hervorgehoben.

Als neues Untersuchungsgebiet wurde zunächst der nördlich anschließende Einzugsbereich des St. Margarether Nodbaches als aussichtsreich ausgewählt. Als erschließungswürdig wurde dort ein Bohrpunkt auf dem sogenannten „Günter-Pascher-Horizont“ im Ortsgebiet von St. Margarethen empfohlen (Kollmann, 2008). Da aber dieser Horizont dort noch recht seicht unter Gelände liegt und aus diesem Grund auch wegen des bebauten Ortsgebietes eine in puncto Hygiene nicht einwandfreie Schutzgebietsabgrenzung hätte erfolgen können, wurde ein weiteres,

neues Untersuchungsgebiet im Einfall dieser Schicht nördlich davon angeraten.

Nach erfolgten geoelektrischen Messungen am Westhang des Ruster Hügels bis Oslip hinauf konnte dieser Horizont in der größer-klastischen, GW-höffigen Sedimentausbildung nicht mehr vorgefunden werden (Bieber & Römer, 2009a).

Nichtsdestoweniger ist der obertägig anstehende Leithakalk wegen hoher Trennfugendurchlässigkeit als hydro-

geologisch äußerst interessant erkundet worden. Aus diesem Grund wurde von der Fachabteilung Geophysik der Geologischen Bundesanstalt das Gebiet westlich Oggau bis weiter nach Osten inklusive des Brunnenfeldes Oggau weiter erforscht (Bieber & Römer, 2009b). Dabei wurde eine Empfehlung für eine aussichtsreiche Tiefbohrung am Westrand des Brunnenfeldes Oggau abgegeben. Der bestehende Brunnen nützt bereits den Leithakalk, der im oberflächennahen Bereich jedoch kontaminationsgefährdet ist. Dieser liegt im Bereich der ehemaligen Iselquelle, deren Aufschließungsgeschichte zuletzt Häusler (2010) beschreibt.

Weiters wurden für eine Realisierung im Rahmen des EU-Aqua-Sopron-Projekts die bereits in ehemaligen Bund-Bundesländer-Kooperationsberichten (Bieber et al., 2008; Bieber & Römer, 2008) vorgeschlagenen Bohrpunkte Kittsee (südlich des Brunnenfeldes) und Gols (nördlich des Brunnenfeldes) zur Abteufung dringend angeraten.

Begonnen wurde im Jahr 2009 mit der Bohrung Oggau. Sie traf bei einer Gesamtteufe von 90,2 m zuerst etwa 60 m Leithakalk-Formation und darunter Kiessande der Rust-Formation an und erreichte gerade die Kristallinoberkante. Die Bohrung Gols war ursprünglich auf 100 m Tiefe angesetzt, wurde jedoch noch während des Bohrens auf 130 m vertieft und erreichte dadurch noch einen zweiten Grundwasserleiter. Sie durchörtert ausschließlich unterschiedlich tonige bis sandige Sedimente des Pannonium und endet in diesen Schichten. Die Bohrung Kittsee erreichte 112 m Tiefe und schloss im Liegenden der ca. 10 m mächtigen grobkörnigeren Terrassensedimente des Riß eine limnisch-fluviatile Wechselfolge des Pannonium auf, in der sie endete. Abweichend zur Bohrung Gols wurden bei Kittsee auch dünne Kohlelagen nachgewiesen. Den Bohrungen Oggau und Kittsee ging eine detaillierte geophysikalische Vorerkundung voraus (siehe Kapitel „Geophysikalische Vorerkundungen“). Alle drei Bohrungen waren hydrologisch fündig und erschlossen tiefere wasserführende Horizonte im Neogen (Kollmann et al., 2010).

Hinsichtlich der Bohrtechnik nimmt die Bohrung Oggau eine Sonderstellung ein. Dort wurde nämlich trocken im Lufthebeverfahren mittels Imlochhammer gebohrt, während die beiden anderen Bohrungen Spülbohrungen darstellten, die mit einem Roll- und/oder Stufenmeißel bohrten. Nach Fertigstellung der Bohrungen wurde jeweils ein kurzzeitiger Pumpversuch angeschlossen, um die Ergiebigkeiten zu eruieren (siehe Tab. 5 und Kapitel „Pumpversuche und Wasseranalysen“). Die übergeordnete Bohraufsicht, Wasserbeprobung und Hydrochemie sowie die Untersuchung des Bohrgutes und die Auswertung der Pumpversuchsergebnisse wurden der Geologischen Bundesanstalt unter Federführung der Fachabteilung Hydrogeologie übertragen. Auch in der Planungsphase war die Geologische Bundesanstalt eingebunden (FA Hydrogeologie, FA Geochemie, FA Geophysik). Für die Festlegung der Bohrstandorte wurde, abgesehen von Gols, wo kein räumlicher Spielraum vorhanden war, eine Vermessung mittels geophysikalischer Methoden durchgeführt, um optimale hydrogeologische Untergrundverhältnisse zu finden. Geoelektrische Profile, geeicht an teilweise vorhandenen älteren Bohrungen und Sonden, wurden im Rahmen von Projekten der Bund-Bundesländerkooperation im Vorfeld gemessen, und die Ergebnisse liegen als Berichte vor (Römer & Bieber, 2007; Bieber & Römer, 2009b).

Die Auswertung der Daten aus den drei Erkundungsbohrungen Oggau, Gols und Kittsee erfolgte in erster Linie nach Aspekten der Hydrogeologie und Wasserwirtschaft, bot aber auch Gelegenheit, litho- und biostratigraphische sowie rohstoffkundliche Aspekte zu untersuchen. Die Ergebnisse sind im Detail dokumentiert und in Datenbanken verarbeitet. In der vorliegenden Arbeit werden die einzelnen Untersuchungsansätze vorgestellt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse miteinander in Verbindung gesetzt.

Geographische Lage und geologisches Umfeld der Bohransatzpunkte

Abb. 1 gibt Auskunft über die Lage der drei abgeteuften Erkundungsbohrungen, die genauen Koordinaten sowie die wichtigsten Kenndaten aus den Pumpversuchen sind Tab. 5 zu entnehmen.

Der Standort der Bohrung Oggau (H078/646) an der Westseite des Neusiedler Sees liegt im bestehenden Brunnenfeld des Wasserleitungsverbands Nördliches Burgenland unweit des Horizontalfilterrohrbrunnens von Oggau, ca. 1 km nördlich der Ortschaft, in 120 m SH. Innerhalb des Brunnenfeldes befindet sich ein älterer, nicht mehr genutzter tiefer Brunnen, und im näheren Umfeld sind zehn Sonden situiert. Bohrziel war die Durchörterung des Leithakalks mit hydraulischem Test der liegenden Schotter der Rust-Formation. Um den optimalen Standort für die Erkundungsbohrung zu eruieren, wurde der Aufbau des Untergrundes mittels geoelektrischer Vermessung in einem 690 m langen West-Ost-Profilsschnitt, neben kurzen, stärker fokussierenden Begleitprofilen, bis auf etwa 150 m Tiefe auf mögliche wasserführende Horizonte ausgewertet (vgl. Abb. 2–4).

Geologisch gesehen befindet sich der Bohrpunkt am nördlichen Ausläufer des Ruster Höhenzuges, der aus einem pultartigen Kristallinsockel und auflagernder neogener Schichtfolge aus vorwiegend karpatischem Schotter der Rust-Formation im Liegenden und aus badenischem Leithakalk im Hangenden besteht. Mit zunehmender Entfernung von der Grundgebirgsauftragung verzahnt der Leithakalk je nach paläogeographischer Lage mit Sanden, Sandsteinen, Schottern und beckenwärts mit Tonen des Badenium (Badener Tegel). Ablagerungen jüngerer neogener und quartärer Sedimente auf dem Grundgebirgsrücken selbst sind kaum vorhanden. Im Bereich der Bohrung sind auf der Geologischen Karte Blatt 78 Rust (Herrmann et al., 1993) Seetone ausgeschieden, die in der Bohrung selbst jedoch nicht angetroffen wurden. Ebenso ist die Verbreitung des oberirdisch anstehenden Leithakalks nach den geoelektrischen Bodenmessungen weitflächiger. Auch die Gesteinsprofile aus den zehn Sonden zeigen eine weitere Verbreitung von Leithakalk gegenüber der kiesig-sandigen Rust-Formation, als in der geologischen Karte dargestellt. Dazu treten, nur aus den Bohrungen und der Geoelektrik ableitbar, unweit südlich und unmittelbar östlich des Brunnenfeldes tiefgreifende Störungen mit großer Sprunghöhe und einer Absenkung nach Osten auf, an denen Leithakalk tektonisch an pannonische Sedimente der Tiefscholle grenzt. Bei der Wahl des Bohransatzpunktes wurde vom Ausbiss dieses Störungssystems so weit wie möglich nach Westen an die Westbegrenzung des Brunnenfeldes abgerückt, da ansonsten CO₂- und Mineralwasserascendenz

zu befürchten gewesen wäre. Infolge der salinaren Genese des in der Tiefe nicht gefluschten Leithakalks wird hier, im Gegensatz zu Häusler (2010), eine Aufstiegshypothese vertreten.

Die Bohrung an der Nordostseite des Neusiedlersees in Gols (H079/820) wurde ebenfalls in der Nähe des bestehenden Horizontalfilterrohrbrunnens im Brunnenfeld nahe der Hauptschule in ca. 125 m SH abgeteuft. Hier war durch das bestehende Schutzgebiet der Bohrstandort von vornherein festgelegt. Das geologische Umfeld wird durch die nördliche Parndorfer Platte, in deren Böschungsfuß sich der Bohrpunkt befindet, und die südlich anschließende Ebene des Seewinkels bestimmt. Wie der Geologischen Karte Blatt 79 Neusiedl am See (Fuchs et al., 1985a) zu entnehmen ist, zeigt die Parndorfer Platte einen nahezu allseitig rundum aufgeschlossenen Körper aus pontischen Sanden und Tonen, selten Ligniten und Süßwasserkalken; die Platte selbst wird von mindelzeitlichen Terrassensedimenten bedeckt, die aber in einem höheren Niveau liegen als der Bohrpunkt. Weiter im Westen setzt sich die neogene, tonig-sandige Schichtfolge kontinuierlich, das Paläorelief abbildend, ins Liegende – Sarmatium und Badenium – fort. Die Seewinkelschotter der südlich anschließenden Ebene entsprechen der würmzeitlichen Niederterrasse. Die rißzeitlichen Schotter der Gänserndorfer Terrasse sind als Alluvialfächer an die Parndorfer Platte anschließend erst weiter im Osten erhalten. Im Bereich von Gols ist bereichsweise mit mächtigeren holozänen Lehm-Sand-Schotter-Auflagen zu rechnen, die in der Bohrung selbst aber nur durch 2 m Mächtigkeit vertreten sind.

Der Bohransatzpunkt der Bohrung Kittsee (H061/833), im äußersten Norden des Bundeslandes, befindet sich in der Flur Straßenäckler in 137 m SH, ca. 2 km südwestlich des Ortszentrums und hatte ebenfalls das Ziel, tiefere neogene Grundwasserleiter aufzuschließen. In nur knapp 5 km Distanz zur Donau und in unmittelbarer Nachbarschaft von Petržalka gelegen, befindet sich Kittsee in der rißzeitlichen Niederung der Gänserndorfer Terrasse und am Übergang zum heutigen Talboden des Postglazials, wobei die Nie-

derterrasse tektonisch fehlt (vgl. Geologische Karte Blatt 61 Hainburg an der Donau; Fuchs et al., 1985b). Kittsee liegt östlich des aus den quartären und neogenen Sedimenten aufragenden Grundgebirges mit den Erhebungen von Hundsheimer Berg, Königswarte und Spitzer Berg, die durch die breite Talfurche von Leitha und Leithakanal von der Parndorfer Platte getrennt werden. Auch hier wurden geophysikalische Untersuchungen durchgeführt, um potentielle wasserhöfliche Aquifere im tieferen Untergrund zu finden und um den optimalen Standort für eine Erkundungsbohrung zu bestimmen (siehe Abb. 5–7).

Geophysikalische Vorerkundungen

Geoelektrische Messkonfiguration

Die geoelektrischen Messungen (Gleichstromgeoelektrik/ Direct Current DC) wurden mit dem Messsystem GEOMON 4D, einer Eigenentwicklung der Geologischen Bundesanstalt, durchgeführt. Als Ergebnis erhält man den Widerstandsaufbau des Untergrundes in Form eines Profilschnittes, wobei die Topographie entlang der Profile berücksichtigt wird. Dieser Widerstandsaufbau wurde geologisch-lithologisch interpretiert und als geologischer Profilschnitt (Abb. 4 und Abb. 7) für mögliche Wasser führende Horizonte dargestellt.

Messgebiet Oggau

Durchführung

Im Rahmen wasserwirtschaftlicher Untersuchungen im Grenzraum zu Ungarn wurden in den Jahren 2003 bis 2009 insgesamt 25 geoelektrische Profile mit einer Gesamtlänge von 23 km im Bereich des Ruster Höhenzuges vermessen. Das Ziel lag darin, bis in eine Tiefe von 150 m ab GOK grundwasserrelevante Strukturen im Verzahnungsbereich unterschiedlicher Grundwassersysteme (Porenaquifer der pannonen Lockersedimente mit Poren-/Karstaquifer des Ruster Höhenzuges) für eine zukünftige Tiefenwasserentnahme zu erkunden. Zu diesem Zweck wurden im Nahbe-

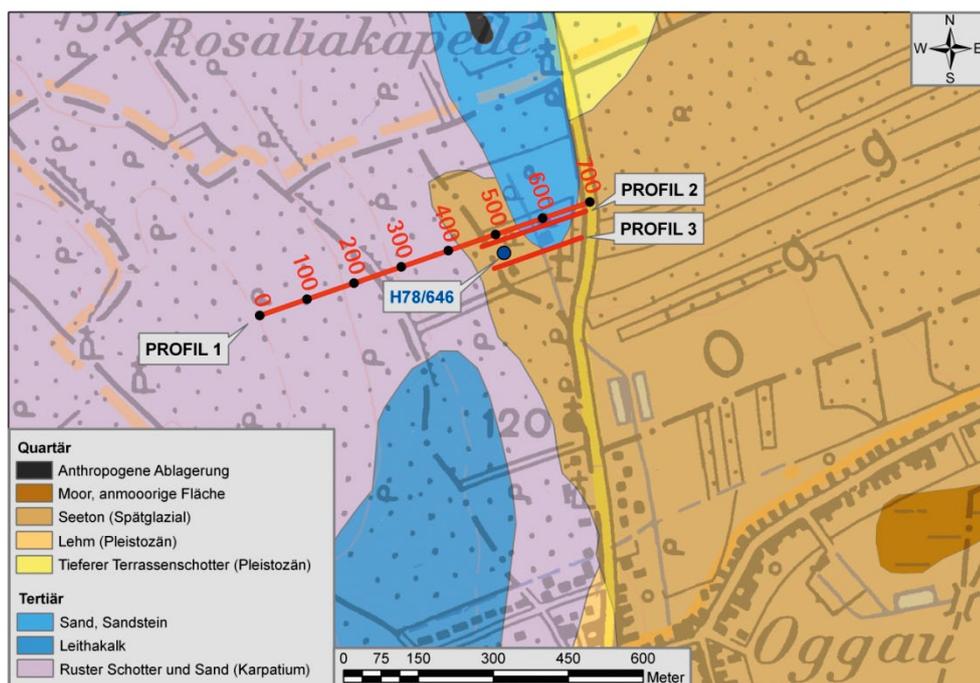


Abb. 2. Lage der Geoelektrikprofile, Profil 1 bis 3, auf einem Ausschnitt (Legende farblich verändert) der Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 78 Rust (Herrmann et al., 1993).

reich des bestehenden Brunnenfeldes Oggau drei Geoelektrikprofile vermessen. Basierend auf den Ergebnissen der geophysikalischen Vermessung und der hydrogeologischen Interpretation wurde ein Bohransatzpunkt festgelegt. Die Lage der Geoelektrikprofile ist Abb. 2 zu entnehmen. Das für die Interpretation maßgebende Profil 1 ist mit einer Metrierung versehen.

Der Elektrodenabstand für Profil 1 wurde mit 7,5 m festgelegt, um bei einer Anzahl von 93 Elektroden eine gute Auflösung der Widerstandsverhältnisse bei einer möglichst großen Eindringtiefe zu gewährleisten. Das Geoelektrikprofil 1 erfasst grundwasserrelevante Strukturen über eine laterale Erstreckung von 690 m bis zu einer maximalen Tiefe von 150 m, wobei zwei Drittel des Profils im vermutlichen Einzugsgebiet des Ruster Höhenzuges situiert sind (Abb. 2). Für Detailuntersuchungen bis zu einer Tiefe von 40 m wurde bei Profil 2 und 3 ein Elektrodenabstand von 2 m gewählt. Zusätzlich wurden zwei Pegelsonden bohrlochgeophysikalisch vermessen.

Tab. 1 beschreibt die Spezifikation der vermessenen Geoelektrikprofile aus dem Jahr 2009 im Messgebiet Oggau. In Abb. 3 ist das Ergebnis der geoelektrischen Inversionsrechnung als Widerstandsverteilung mit der Tiefe für das Geoelektrikprofil 1 ersichtlich. Abb. 4 stellt die geologische Interpretation der geoelektrischen Ergebnisse von Profil 1 nach Abteufung der Erkundungsbohrung Oggau (GBA-H78/646) dar.

Profilbezeichnung	Länge [m]	Elektrodenabstand [m]	Erkundungstiefe [m]	Messpunktanzahl
Profil 1	690	7,5	150	3378
Profil 2	216	2	40	4811
Profil 3	184	2	40	3378
Ges.-länge	1090			

Tabelle 1.
Spezifikation der DC-Profile, Messgebiet Oggau, 2009.

Interpretation

Für die hydrogeologische Interpretation der geophysikalischen Messungen standen geologische Bohrprofile von 10 seichten Erkundungsbohrungen (Endteufen rund 30 m), das Bohrprofil des Horizontalfilterrohrbrunnens Oggau (Endteufe 16 m) und die Bohrbeschreibung des alten, nicht mehr genutzten Vertikalfilterrohrbrunnens (Endteufe rund 81 m) zur Verfügung. Die Auswertung aller verfügba-

ren Bohrdaten zeigt, dass in den Bohraufschlüssen Leithakalk (als Kalkstein bzw. Kalksandsteinlagen) bereits oberflächennah angetroffen wurde. Im alten Filterrohrbrunnen wurde Leithakalk bis in eine Tiefe von 64 m ab GOK durchörtert, im Liegenden bis zur Endteufe von 81,35 m wurden rescher Sand und lettiger Schotter angetroffen. Im Hangenden wird der Kalkstein bzw. Kalkarenit von wechselagernden Kiesen, Sanden und z.T. auch Schlufflagen im Meterbereich überlagert.

Unter Einbeziehung der neuen Erkundungsbohrung Oggau (GBA-H78/646) ergibt sich folgender Interpretationsansatz: Basierend auf den unterstützenden Auswertungen der Bohrgutaufnahmen liegt im Geoelektrikprofil 1 zwischen Profilmeter 0 und 500 unter bis zu maximal 25 Meter mächtigen Sanden und Kiesen (= roter, höherohmiger Widerstandsbereich im Hangenden – 130 bis 400 Ohmm) wassergesättigter Leithakalk mit Mergellagen (= grüner bis blauer, niedrigohmiger Widerstandsbereich – 40 bis 105 Ohmm) vor.

Die in dieser Bohrung beschriebenen, in einer Tiefe von 62,7 m bis 89,8 m angetroffenen, sandig bis kiesigen Sedimente werden als Rust-Formation interpretiert und zeigen elektrische Widerstände von 105 bis 130 Ohmm (gelber Bereich).

Der im Liegenden ab einer Tiefe von 70 bis 90 m bis zur Endteufe höhere Widerstandsbereich (= oranger Widerstandskörper – >130 Ohmm) wird als Kristallin (Feinkorngranitgneis) angesprochen. Im Liegenden ist ab Profilmeter 220 gegen Westen, gegenüber dem erbohrten Kristallin im Osten, ein deutlich niedrigohmiger Widerstandsbereich entwickelt (Abb. 3: 70–100 Ohmm, grün, und Abb. 4). Strukturell könnte dieser niedrigohmige Widerstandsbereich im Liegenden auch einem tropisch verwitterten Schotter der Rust-Formation oder einem Kristallin in anderer Zusammensetzung zugeordnet werden.

Der gegen Osten deutlich erkennbare Wechsel von höherohmigen Widerstandsbereichen zu niederohmigen Widerständen (in blauer Farbe ausgeschieden) weist auf die Ausbildung einer Seerandstörung in diesem Bereich hin, die die Sedimente des Badenium gegen Osten in die Tief-scholle (Pannonisches Becken) unter das feinklastisch ausgebildete Pannonium (40 bis 70 Ohmm) absetzt.

Tab. 2 fasst die lithologisch-geologische Situation und die sich aus den Bohraufnahmen und der bodengeoelektrischen Messung ergebenden Charakteristika zusammen.

Schicht	Geologie/Stratigraphie	Petrographie	durchschnittliche Mächtigkeit [m]	elektr. Widerstandsbereich [Ohmm]
1	Seeton/Spätglazial	fS, U, T	0–5,0	<40
2	Feinklastika, Pannonium ?	fS, U, t	>30	40–70
3	Schotter/Badenium ?	G, s, u	6,0–25,0	130–400
4	Leithakalk/Badenium	Kst, g, s, u	40,0–60,0	40–105
5	Schotter der Rust-Formation/ Karpantium	G, S, fs, u	20,0–30,0	105–130
6	Kristallin, aufgelockert	Z	>50	130–200

Tabelle 2.
Lithologisch-geologische Prognose des Untergrundes aus der Geoelektrik für die Erkundungsbohrung Oggau (GBA-H78/646).
Gesteinssymbolik nach Önorm B 4401 (1985).

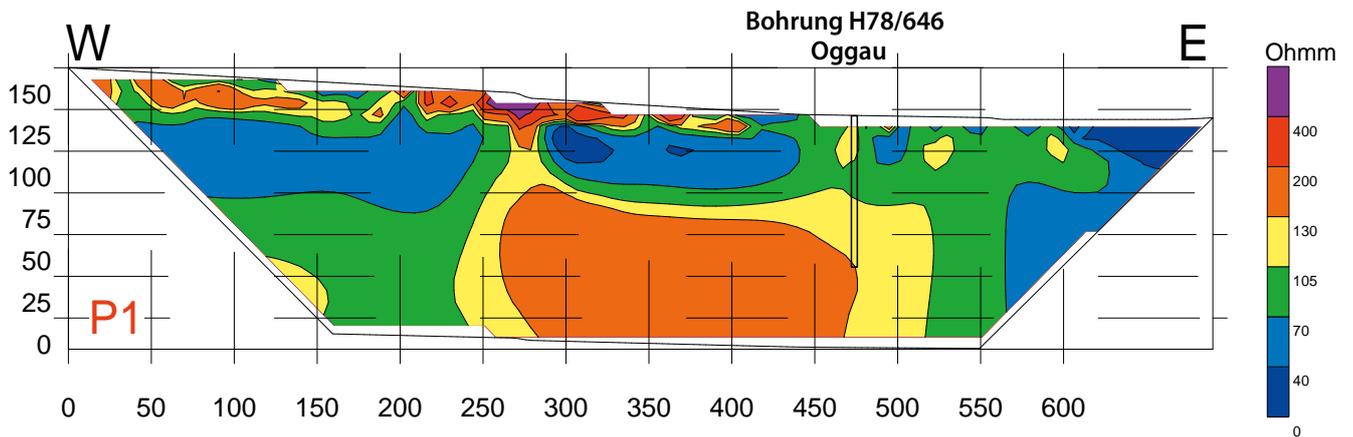


Abb. 3. Inversionsergebnis Geoelektrikprofil P1 in Oggau (Angaben in m).

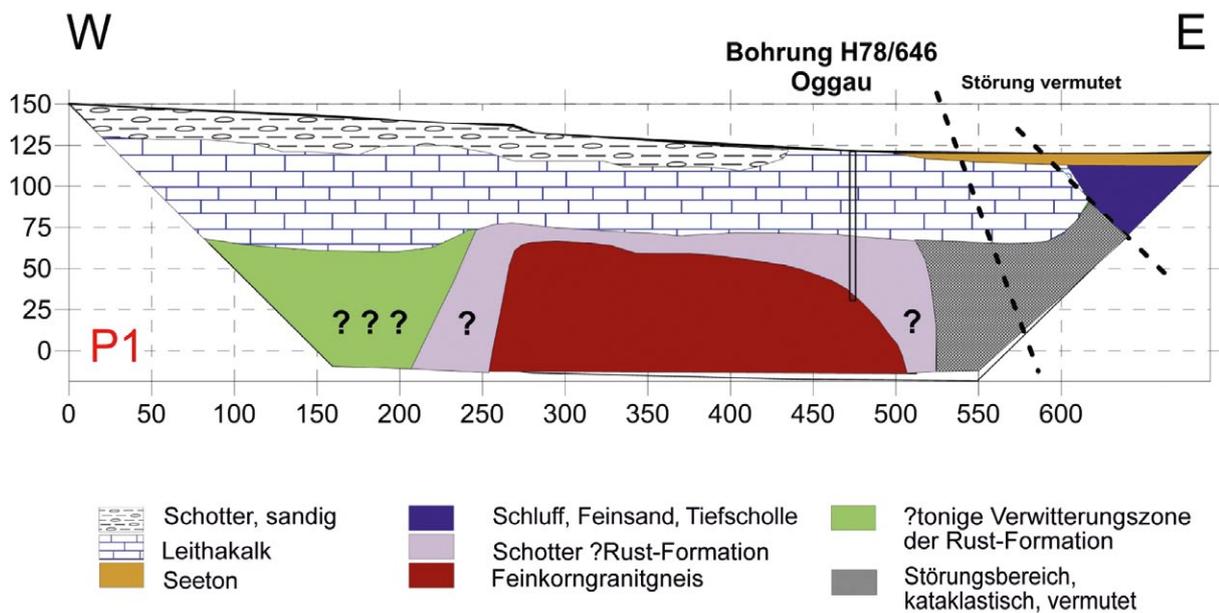


Abb. 4. Geologische Interpretation der Inversionsergebnisse des Geoelektrikprofils P1 in Oggau (Angaben in m).

Als wissenschaftliches und hydrogeologisch relevantes Ergebnis ist von Interesse, dass die Verbreitung des Leithakalkes durch die geophysikalischen Ergebnisse weiter nach Westen verfolgt werden kann. Gegen Osten, im Bereich des Seerand-Störungssystems, ist ein stauender Effekt durch die Ausbildung feinklastischer Sedimente des Pannonium (Tiefscholle) zu erwarten. Interessant, und hinsichtlich ihrer stratigraphischen Einteilung neu zu bewerten, sind auch die flächig verbreiteten, kiesigen Sedimente im Hangenden des Leithakalkes, die in der Abb. 4 als „Schotter, sandig“ bezeichnet werden. Auf der Geologischen Karte 1:50.000, Blatt 78 Rust sind hier Ruster Schotter (Karpantium) ausgewiesen, was im Gelände überprüft werden sollte. In Tab. 2 wird diese Überlagerung des Leithakalkes als (?)Pannonium interpretiert. Eine andere Interpretation wäre, dass für diese hochohmige oberflächennahe Lage klastische Sedimente des Sarmatium (inklusive des detritären Leithakalkes) verantwortlich sind, die außerhalb des Kartenausschnittes von Abb. 2 kleinräumig auftreten. Laut Häusler (2010, S. 37) zeigen sie in

diesem Gebiet jedoch größere Verbreitung. Die Bohrung wurde östlich des höherohmigen Horizonts abgeteufelt, traf unter der Bodenbildung direkt auf Leithakalk und konnte somit zur Klärung dieser Problematik nicht beitragen.

Messgebiet Kittsee

Durchführung

Für die wasserwirtschaftliche Beurteilung von noch nicht erschlossenen tieferen Grundwasserhorizonten im Bearbeitungsgebiet Pama – Kittsee (Nordburgenland) wurden im Rahmen des geohydrologischen Forschungsprojektes BA 18: „Geohydrologie der Parndorfer Platte“ der Bund-Bundesländer-Kooperation und weiteren Vorlanduntersuchungen in den Jahren 2006 und 2007 insgesamt 13 geoelektrische Profile mit einer Gesamtlänge von 11 km vermessen. Das vorrangige Ziel bestand darin, bis in eine Tiefe von 150 m ab GOK grundwasserrelevante Strukturen eines zweiten bzw. dritten Grundwasserhorizontes in den porösen Hangendserien des Neogens („gelbe“ und

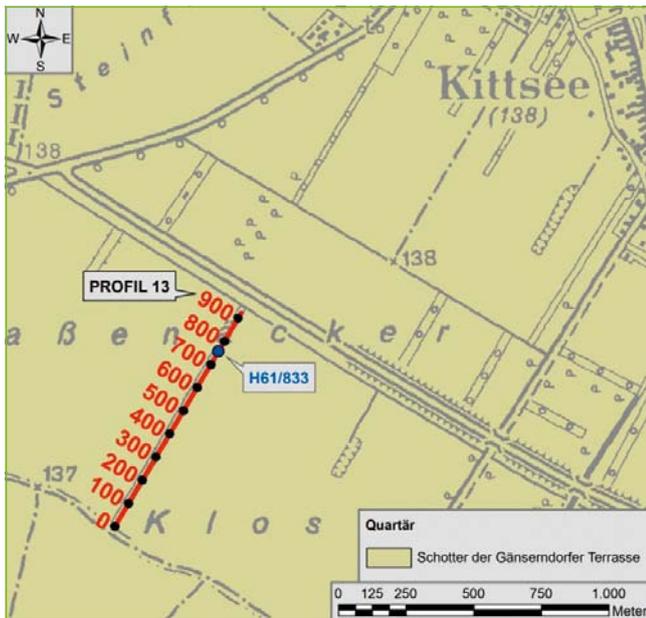


Abb. 5. Lage des Geoelektrikprofils 13 und der Erkundungsbohrung Kittsee (GBA-H61/833) auf einem Ausschnitt (Legende farblich verändert) der Geologischen Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 61 Hainburg an der Donau (Fuchs et al., 1985b).

„blaue“ Serie im Pannonium) für eine zukünftige Tiefenwasserentnahme zu erkunden. Basierend auf den Ergebnissen aller Geoelektrikprofile wurden insgesamt drei Bohransatzpunkte für Erkundungsbohrungen vorgeschlagen. Aus geophysikalischer und hydrogeologischer Sicht wurde daraufhin am Profil 13 bei der Stationierung 400 m ein Bohransatzpunkt für eine Erkundungsbohrung auf 110 m Endteufe festgelegt. Eine Grundstücksoption für den Bohransatzpunkt konnte schlussendlich aber nur bei der Stationierung 760 m verhandelt werden. Die Lage des Geoelektrikprofils 13 und die Lage der Erkundungsbohrung Kittsee (GBA-H61/833) sind Abb. 5 zu entnehmen.

Der Elektrodenabstand für Profil 13 wurde mit 10 m festgelegt, um bei einer Anzahl von 93 Elektroden eine gute Auflösung der Widerstandsverhältnisse bei einer möglichst großen Eindringtiefe zu gewährleisten. Das Geoelektrikprofil 13 erfasst grundwasserrelevante Strukturen über eine laterale Erstreckung von 920 m bis zu einer maximalen Tiefe von 180 m und ist im Bereich des quartären Sand-Kieskörpers der Gänserndorfer Terrasse (Hochterrasse), die von mächtigen neogenen Sedimenten des Pannonium unterlagert wird, situiert.

Tab. 3 beschreibt die Spezifikation des vermessenen Geoelektrikprofils 13 im Messgebiet Kittsee. In Abb. 6 ist das Ergebnis der geoelektrischen Inversionsrechnung als Widerstandsverteilung mit der Tiefe für das Geoelektrikprofil 13 ersichtlich. Abb. 7 stellt die geologische Interpretation der geoelektrischen Ergebnisse von Profil 13 nach Abteufung der Erkundungsbohrung Kittsee (GBA-H61/833) dar.

Profilbezeichnung	Länge [m]	Elektrodenabstand [m]	Erkundungstiefe [m]	Messpunktanzahl
Profil 13	920	10,0	180	3534
Gesamtlänge	920			

Tabelle 3. Spezifikation des DC-Profiles, Messgebiet Kittsee, 2007.

Interpretation

Die hydrogeologische Interpretation der geophysikalischen Messungen wurde durch Bohrkernbeschreibungen aus naheliegenden Bohrungen und durch die Bohrgutaufnahmen der CF-Bohrungen im Bereich Parndorf im Jahre 1952 unterstützt. Eine Auswertung der Daten aus diesen Bohrungen, die Endteufen zwischen 250 und 300 m erreichten, zeigt, dass im Hangenden quartäre Schotter der Gänserndorfer Terrasse (Hochterrasse) mit Mächtigkeiten von 15 bis 20 m vorhanden sind. Im Liegenden werden diese Terrassenschotter von mächtigen, feinklastischen neogenen Ablagerungen des Pannonium abgelöst, in die in Teufen von 14 bis 98 m bis zu 20 m mächtige gröberklastische Sedimente eingeschaltet sind.

Unter Einbeziehung der neuen Erkundungsbohrung Kittsee (GBA-H61/833) ergibt sich folgender Interpretationsansatz: Das geologisch-lithologische Bild wird von der geoelektrischen Vermessung bestätigt (Abb. 6, Abb. 7). Basierend auf den Auswertungen der Bohrkernaufnahmen wird die hochohmige Widerstandsverteilung (= violetter Widerstandsbereich – >500 Ohmm) im Hangenden mit einer maximalen Mächtigkeit von 20 m dem Schotter der Gänserndorfer Terrasse zugeordnet.

Die in der Bohrung Kittsee (GBA-H61/833) beschriebenen, in einer Tiefe von 28 bis 32 m, 54 bis 61 m und 74 bis 81 m durchörterten, schluffigen Feinsande grenzen sich als höherohmiger Widerstandskörper (= oranger, roter Widerstandsbereich – 125 bis 400 Ohmm) von der feinklastischen Ausbildung des Pannonium mit niedrigohmigen Widerstandswerten <50 Ohmm (= blauer Widerstandsbereich) ab.

Der Elektrodenabstand von 10 Meter gewährleistet bei einer Anzahl von 93 Elektroden eine Erkundungstiefe von etwa 180 m. Der Nachteil ist, dass dadurch geringmächtige Widerstandskörper mit geringem Widerstandscontrast nicht erfasst werden können. Dies betrifft den Feinsandhorizont in einer Tiefe von 28 bis 32 m. Ebenso werden die beiden Feinsandhorizonte in einer Tiefe von 54 bis 61 m und 74 bis 81 m nicht getrennt, sondern summiert als ein höherohmiger Sedimentkörper angesprochen. Durch die Wahl eines geringeren Elektrodenabstandes wäre zwar die Auflösungsgenauigkeit erhöht, die Erkundungstiefe aber verringert worden.

Dieses Ergebnis ist hydrogeologisch dahingehend zu interpretieren, dass der generell über das ganze Profil im Tiefenbereich zwischen 50 und 100 m vorhandene, höherohmige Horizont auf zusammenhängende, mittel- bis

Schicht	Geologie/Stratigraphie	Petrographie	durchschnittliche Mächtigkeit [m]	elektr. Widerstandsbereich [Ohmm]
1	Kies/Sand (Hochterrasse)	fG, gG, s, u	15,0–20,0	>400
2	Pannonium, feinklastisch	T, U	>100,0	20–50
3	Pannonium, sandig-kiesig	fS, g, u	15,0–50,0	125–400

Tabelle 4. Lithologisch-geologische Beschreibung und Spezifikation aus der Geoelektrik, insbesondere des DC-Profiles 13, für die Erkundungsbohrung Kittsee (GBA-H61/833).

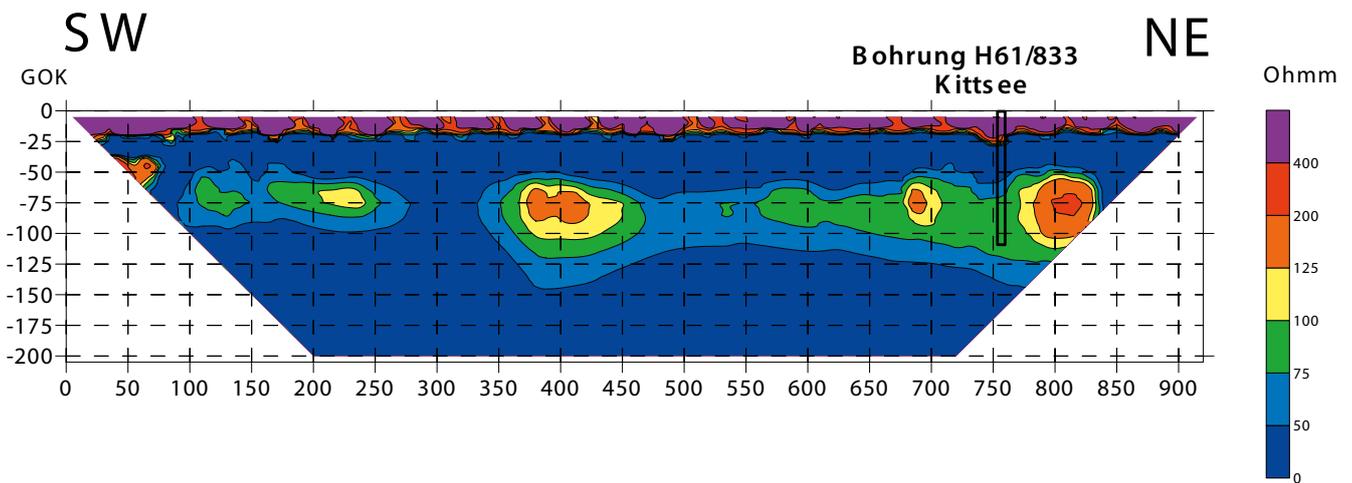


Abb. 6. Inversionsergebnis Geoelektrikprofil 13 in Kittsee (Angaben in m).

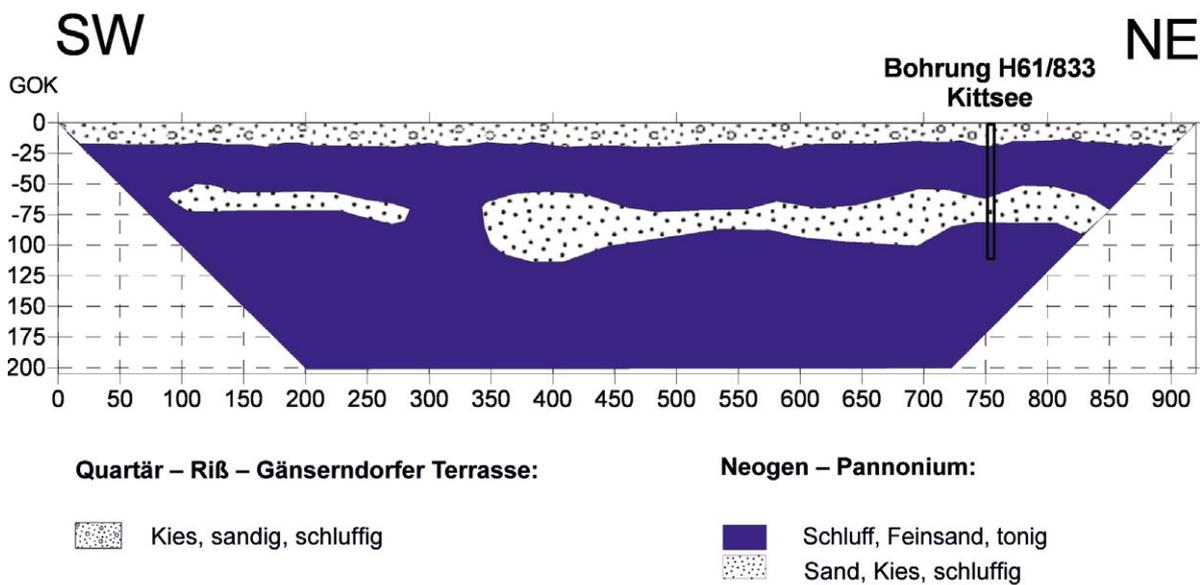


Abb. 7. Geologische Interpretation der Inversionsergebnisse des Geoelektrikprofils 13 in Kittsee (Angaben in m).

gröberklastische Sedimentkörper hinweist, die für eine Tiefenwasserentnahme geeignete Strukturen darstellen.

Tab. 4 fasst die lithologisch-geologische Situation und die sich aus den Bohraufnahmen und der bodengeoelektrischen Messung ergebenden Charakteristika zusammen.

Durchführung der Bohrungen und Probenahmen

Die drei Bohrungen wurden von der Firma HABAU abgeteuft. Es handelt sich bei der ersten Sondierung in Oggau um eine Imlochhammer-Bohrung im Lufthebeverfahren zur Förderung von Bohrgut (Cuttings) (siehe Abb. 8). Gleichzeitig wurde eine Hilfsverrohrung gesetzt. Festgestein sowie gröberes Lockergestein wurden aufgrund dieser Bohrmethode bis auf cm³-Größe zerkleinert. Der Bohrschmand konnte durchgehend, von der Geländeoberkante weg bis zur Endteufe, gewonnen werden. Im Fall der Bohrung Og-



Abb. 8. Bohrung Oggau mit Hilfsverrohrung und Förderung des Bohrgutes im Lufthebeverfahren.

Lage	Ort	Gols	Oggau	Kittsee
	GBA-H-Nr.	079/820	078/646	061/833
	Hochwert (M34)	794235	774821	803193
	Rechtswert (M34)	306378	300426	326887
	GOK (müA)	124,25	120,26	136,84
	Endteufe (m unter GOK)	130	90,2	112
Probenbezeichnung		VFB Gols (Mischwasser aus Pumpversuch 5 l/s)	VFB Oggau (Mischwasser aus Pumpversuch 3 l/s)	VFB Kittsee (Mischwasser aus Pumpversuch 4,5 l/s)
Zeitpunkt der Probenahme		25.11.2009, 11:42	01.12.2009, 15:15	09.12.2009, 14:00
Probenehmer		Schubert	Schubert	Berka, Schubert
Feldparameter	Wassertemp. (°C)	14,3	13,5	13,3
	LF (µS/cm)	625	688	572
	pH	7,3	7,2	7,4
	Gerät	WTW-GCH PH/LF09	WTW-GCH PH/LF09	WTW-GCH PH/LF10

Tabelle 5.
Relevante Kenndaten für die Wasserproben bei den Pumpversuchen.

gau wurde das Bohrgut Meter um Meter in Kisten gelagert, während bei den Spülbohrungen Gols und Kittsee das Material pro Bohrmeter auf eine Teilmenge von ca. 3 dm³ reduziert wurde und in Fächerkisten aufbewahrt wird.

In allen drei Bohrungen wurde nach dem Niederbringen der Bohrung und fertiggestellter Verrohrung ein Kurzzeit-Pumpversuch angeschlossen und dabei pro Bohrung je eine Mischwasserprobe gezogen (siehe Tab. 5).

Bei der Bohrung Oggau wurden zusätzlich bereits während des Bohrvortriebes vier Wasserproben vom jeweiligen Bohrungstiefsten, jeweils unterhalb der Schneide der Hilfsverrohrung genommen.

Von allen genommenen Proben wurden Feldparameter (Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert) bestimmt und eine hydrochemische Analyse durchgeführt. Die Mischwasserproben werden derzeit auch isopenhydrologisch analysiert. Die Ergebnisse dieser Analysen werden in Kapitel „Pumpversuche und Wasseranalysen“ beschrieben (vgl. Tab. 10–12).

Neben den Wasserproben wurden aus dem Bohrgut Gesteinsproben nach lithologischen und hydrogeologischen Kriterien (Grobfraktionen) zur Bestimmung von Korngrößenparametern genommen, und zwar zwei Proben pro Bohrung. Ebenso wurden Proben aus Erfolg versprechenden Gesteinstypen für die stratigraphische Untersuchung gezogen (sechs Proben von Oggau, sieben Proben von Gols und acht Proben von Kittsee). Von der Bohrung Oggau wurden weiters fünf Proben zur Karbonatgesteinsuntersuchung genommen. Davon wurden zwei Kalksteinproben geochemisch und weißmetrisch analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in den Kapiteln „Granulometrie“, „Mikropaläontologische Ausarbeitung“ und „Rohstoffeigenschaften des beprobten Leithakalkes der Bohrung Oggau“ vorgestellt.

Lithologische Bohrprofile mit Eintragung der Gesteins- und Wasserproben

Im Folgenden werden die Profile der drei Bohrungen wiedergegeben. Die lithologische Beschreibung stammt aus der Bohrungsdokumentation (Spalten „Petrographie“ und „Bezeichnung“). Dem angefügt wurde die geologische Interpretation (Spalte „Geologie“) sowie die Eintragung der nachträglich aus den Kisten gezogenen Proben mit der Angabe ihrer Teufe. Die Abkürzungen in der Spalte „Proben“ bedeuten: „KG“ für Korngrößenuntersuchungen, „MP“ für mikropaläontologische Untersuchungen und „Roh“ für Rohstoffuntersuchungen; darüber hinaus sind die in der Bohrung Oggau während des Bohrens genommenen Wasserproben mit „WA“ (Wasseranalytik) gekennzeichnet.

Für die maßstabsgetreue Wiedergabe der Säulenprofile wurde das Programm WELLMASTER AV (Reitner, 2000; Lipiarski & Reitner, 1998) herangezogen bzw. graphisch adaptiert.

Geologische Zuordnung der Bohrprofile mit zusammengefassten Ergebnissen der mikropaläontologischen, sedimentpetrographischen und rohstoffgeologischen Untersuchungen

Die lithologische Beschreibung fußt auf der Bohrdokumentation (siehe Abb. 9–11).

Bohrung Oggau, GBA-H78/646 (90,2 m tief): Miozän (Badenium, Karpatium), Kristallinbasis

Zusammengefasstes Bohrprofil:

Teufe 0–1,4 m, Mächtigkeit 1,4 m: Anschüttung und Bodenbildung

Teufe 1,4–62,7 m, Mächtigkeit 61,3 m: Leithakalk

Teufe 62,7–89,8 m, Mächtigkeit 27,1 m: Schotter der Rust-Formation

Teufe 89,8–90,2 m, Mächtigkeit 0,4 m: Feinkorngranitgneis

BOHRUNG OGGAU (GBA-Nummer GBA-H78/646)

Teufe (m)	LOG	Petrographie	Bezeichnung	Geologie	Proben: m
0,4		Anschüttung	Bruchschotter	Anschüttung	
1,4		Mutterboden	braun	Boden	
5,8		Kalkstein, sandig	Leithakalk, sandig, feucht, locker, weiß, grau	Leithakalk	
9,3		Kalkstein	Leithakalk, trocken, mitteldicht, grau, gelb	Leithakalk	MP: 7
		Kalkstein, schluffig	Leithakalk, schluffig, nass, mitteldicht, grau, gelb	Leithakalk	MP: 33, Roh: 23,5 und 30,5
36,5		Kalkstein, sandig, kiesig	Leithakalk, sandig, kiesig, mitteldicht, grau	Leithakalk	MP: 38
39,4		Kalkstein, sandig	Leithakalk, sandig, mitteldicht, grau	Leithakalk	Roh: 40
41,8		Schluff, sandig	feucht, weich, hell, grau	Leithakalk	Roh: 42, MP: 43
44,5		Kalkstein, sandig	Leithakalk, sandig, grau	Leithakalk	MP: 58 und 62,6 WA: 51 und 61
62,7		Grobsand	locker, grau	Rust-Formation	KG: 63-63,3 Roh: 63 WA: 66
73,5		Grobsand, Mittelkies	locker, grau	Rust-Formation	
82,2		Feinsand, schluffig, kiesig	fest, grau	Rust-Formation	KG: 89-90
89,8		Fels allgemein	Feinkorngranitgneis, hart, grau	Feinkorngranitgneis	MP: 90, WA: 90
90,2		Fels allgemein	Feinkorngranitgneis, hart, grau	Feinkorngranitgneis	

Abb. 9. Bohrprofil Oggau GBA-H78/646.

BOHRUNG GOLS (GBA-Nummer GBA-H79/820)

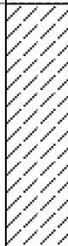
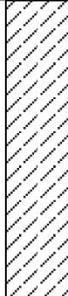
Teufe (m)	LOG	Petrographie	Bezeichnung	Geologie	Proben: m
0,2		Mutterboden	locker, braun	Boden	
2		Schluff, sandig	fest, braun	Pannonium	
8		Ton, Schluff	fest, hell, braun	Pannonium	MP: 5-6
16		Feinsand, schluffig	fest, grau, braun	Pannonium	
33		Ton, schluffig	fest, grau	Pannonium	MP: 27-28
40		Feinsand, schluffig	fest, grau	Pannonium	KG: 38-39
82		Ton, schluffig	fest, grau	Pannonium	MP: 41-42 und 64-65
101		Schluff, Feinsand	fest, grau	Pannonium	MP: 85-86 und 100-101
102		Feinsand, kiesig	mitteldicht, grau	Pannonium	
108		Feinsand	fest, grau	Pannonium	KG: 102-103
130		Schluff, feinsandig	fest, grau	Pannonium	MP: 129-130

Abb. 10.
Bohrprofil Gols GBA-
H79/820.

BOHRUNG KITTSEE (GBA-Nummer GBA-H61/833)

Teufe (m)	LOG	Petrographie	Bezeichnung	Geologie	Proben: m
0,3		Mutterboden	locker, braun	Boden	
0,8		Feinsand, Schluff	fest, braun	Holozän	
11		Feinkies, Grobkies, sandig	mitteldicht, grau, braun	Gänsersdorfer Terrasse	
15,5		Feinsand, kiesig, schluffig	mitteldicht, braun	Gänsersdorfer Terrasse	
28		Ton, Schluff	fest, blau, grau	Pannonium	MP: 17
32		Feinsand, Schluff	fest, blau, grau	Pannonium	MP: 28
35		Ton, Schluff	fest, blau, grau	Pannonium	MP: 33
36		Ton, Kohle	fest, grau, schwarz	Pannonium	
40		Ton, Schluff	fest, blau, grau	Pannonium	
41		Ton, Kohle	fest, grau, schwarz	Pannonium	
54		Ton, Schluff	fest, grau, schwarz	Pannonium	
61		Feinsand, schluffig	fest, grau	Pannonium	KG: 57-58 MP: 54
74		Ton, Schluff	fest, grau	Pannonium	MP: 62
81		Feinsand, schluffig	fest, grau	Pannonium	MP: 74, KG: 77-78
83		Schluff, Feinsand	fest, grau	Pannonium	
112		Ton, Schluff	fest, dunkel, grau	Pannonium	MP: 84 und 112

Abb. 11.
Bohrprofil Kittsee
GBA-H61/833.



Abb. 12.
Leithakalk aus 6–7 m.



Abb. 13.
Leithakalk aus 33–34 m.



Abb. 14.
Leithakalk aus 58–59 m.



Abb. 15.
Übergangsbereich LK – Rust-Formation in 62–63 m.



Abb. 16.
Übergangsbereich LK – Rust-Formation in 63–64 m.



Abb. 17.
Rust-Formation in 88–89 m.

In der Bohrung wird unter sehr geringmächtiger Überlagerung ca. 60 m mächtiger Leithakalk (LK) angetroffen, der in seinem Auftreten mittels kalkiger Nannoflora im mittleren/oberen Badenium bestätigt wurde. Liegende, ca. 27 m mächtige Sande und Kiese aus metamorphem Einzugsgebiet werden als Rust-Formation (Karpatum) interpretiert. Die Bohrung erreicht den Kristallinsokkel in Form von Feinkorngranitgneis.

Chemische Analysen an zwei ausgewählten Proben aus der Leithakalk-Abfolge zeigen, dass es sich um wenig bis leicht siliziklastisch bzw. durch Quarz verunreinigte Kalksteine handelt. Im bereits makroskopisch erkennbar reinen und optisch helleren, zerriebenen Kalkstein aus 30,5 m Tiefe wurden 52,1 % CaO, 2,0 % MgO und 2,9 % Nichtkarbonate (von diesen entfallen 1,9 % auf SiO₂) gemessen. In der seichteren Probe aus 23,5 m Tiefe wurden im stärker gelblichen Kalkstein 49,0 % CaO, 2,5 % MgO und 7,8 % Nichtkarbonate (darin sind 5,3 % SiO₂ enthalten) gemessen. Die weißmetrische Analyse zeigt für den tieferen und reineren Kalk einen Hellbezugswert Y von 84 (D65/10°)

und einen Gelbwert von 12. Für den stärker Silikat und Dolomit führenden Kalkstein aus der geringeren Tiefe liegen diese Werte bei 77,7 für Y und 18 für den Gelbwert.

Diese stichprobenartigen Ergebnisse lassen nicht auf eine höherwertige Rohstoffqualität im Sinne einer Füllstoffverwendung schließen. Damit ist im Einzugs-/Rechargegebiet in Zukunft nicht mit rohstoffabbaubedingten Risiken für das Kluffgrundwasserregime zu rechnen. Ganz abgesehen davon hat, wie diese Studie zeigt, die hydrogeologische Qualität des Leithakalks für die Wasserversorgung prominente raumplanerische Priorität.

Die granulometrisch untersuchten Proben aus der Rust-Formation ergeben:

Probe 63–63,3 m: kiesiger Sand; Sortierung schlecht.

Probe 89–90 m: siltig-kiesiger Sand; Sortierung extrem schlecht.

In den Abbildungen 12 bis 17 werden Ausschnitte aus der Bohrung Oggau anhand des Bohrmaterials gezeigt. Je nach Wasserzutritt während des Bohrens und Gesteins-



Abb. 18.
Fächerkisten mit dem Bohrgut der Bohrung Gols.

beschaffenheit handelt es sich um feinere bis gröbere bzw. wässrige bis nur bergfeuchte Cuttings. Die Fotos stammen von der Probenahme für die paläontologischen und granulometrischen Untersuchungen.

**Bohrung Gols, GBA-H79/820 (130 m tief):
Miozän (Pannonium)**

Zusammengefasstes Bohrprofil:

Teufe 0–0,2 m, Mächtigkeit 0,2 m: Bodenbildung

Teufe 0,2–130 m, Mächtigkeit 129,8 m: Pannonium.

Bis ca. 80 m Teufe tritt eine vorwiegend tonige Serie auf, die siltige Anteile und untergeordnet feinsandige Abschnitte aufweist. Nach der mikropaläontologischen Beschreibung wurde auch Mergel festgestellt (MP 27–28 m). Ab ca. 80 m wurde kein Ton mehr ausgewiesen, sondern Silte und Feinsande. Bei 101–102 m wurde sogar kiesiger Feinsand beschrieben. Die gesamte Schichtfolge ist grau gefärbt. Abb. 18 vermittelt einen Eindruck dieses Bohrgutes.

Meist enthalten die Proben kein kalkiges Nannoplankton. Jedoch bei 27–28 m sowie bei 64–65 m konnten ältere umgelagerte oder Durchläuferformen nachgewiesen werden. Da im Pannonium fluviatile und lakustrine Sedimente, nicht aber marine Sedimente zu erwarten sind, passt die allochthone Nannoflora in diesen Zeitabschnitt.

Betrachtet man die Oberflächengeologie, so lässt sich aus der kürzesten Distanz zu den nächst älteren sarmatischen Sedimenten, die in der Gegend von Parndorf auftreten, und aus einer anzunehmenden Mindestmächtigkeit des Pannonium von 130 m in Gols auf eine sehr geringe Neigung der Sarmat-Pannon-Grenze von nur 0,7° gegen Osten schließen.

Der Hinweis auf die umgelagerte Form des Paläogens zeigt dessen ehemalige weitere Verbreitung auf. Heute sind pa-

läogene hochmarine Kalke lediglich im Bereich Neufeld in einem sehr kleinen Bereich erhalten (vgl. Sedimente von Wimpassing an der Leitha; Schnabel, W., 2002).

Die granulometrisch untersuchten Proben in der Bohrung Gols ergeben:

Probe 38–39 m: siltiger Sand; Sortierung extrem schlecht.

Probe 102–103 m: ebenso, wenngleich etwas tonhaltiger.

**Bohrung Kittsee, GBA-H61/833 (112 m tief):
Quartär (Gänserndorfer Terrasse),
Miozän (Pannonium)**

Zusammengefasstes Bohrprofil (siehe auch Abb. 19):

Teufe 0–0,8 m, Mächtigkeit 0,8 m: holozäne Überlagerung
Teufe 0,8–15,5 m, Mächtigkeit 14,7 m: Gänserndorfer Terrasse

Teufe 15,5–112 m, Mächtigkeit 96,5 m: Pannonium.

Ca. 1 m mächtige holozäne Überlagerung aus Bodenbildung und Silt/Feinsand.

Darunter liegen ca. 15 m mächtige, braune, gering siltige, umso mehr sandig-kiesige Terrassensedimente, die zur tektonisch abgesenkten rißzeitlichen Gänserndorfer Terrasse gestellt werden.

Ab 15,5 m bis zum Bohrende in 112 m Tiefe folgt die Schichtfolge des Pannonium. Es handelt sich um eine vorwiegend tonig-siltige Abfolge, in der einige, maximal etwa 7 m mächtige, feinsandige Abschnitte eingeschaltet sind. Die Lithologie des Bohrprofils kombiniert mit den mikropaläontologischen Ergebnissen zeigt, dass, abgesehen von der sehr quartärnahen Probe (17 m), immer ein gewisser Kalkgehalt vorhanden ist. Charakteristisch für diese Schichtfolge sind außerdem zwei kohlige, jeweils 1 m mächtige Lagen bei 35 und 40 m Teufe. Die einzige Nannoplankton führende Probe liegt knapp darüber (33 m) und



Abb. 19. Bohrgut der Spülbohrung Kittsee 0–112 m. Deutlich sichtbar die bräunlichen hangenden Terrassensedimente sowie in der pannonen stahlgrauen Abfolge die schwarzen Kohleeinschlusungen bei 36 und 40 m.

zeigt ein umgelagertes Formenspektrum mit stratigraphischem Umfang von Oberkreide bis Miozän. Ihr Fossilinhalt kann durch Umlagerung bzw. Aufarbeitung des entsprechenden Hinterlandes interpretiert werden. Die darin enthaltenen diversifizierten paläogenen Formen sind hier speziell dem Eozän zuzuordnen. Die an den lithologischen Übergängen gezogenen weiteren Proben zeichnen sich zum Teil durch Glimmerreichtum aus (54 m Teufe). In den weiteren, tiefer folgenden vier Proben treten kohlige Pflanzenreste auf.

Das Fehlen des marinen Nannoplanktons, die feinkörnigen Sedimente und die Kohlelagen weisen auch hier auf Pannonium in seiner limnisch-fluviatilen Fazies hin.

Die granulometrisch untersuchten Proben in der Bohrung Kittsee ergeben:

Probe 57–58 m: Sand; Sortierung extrem schlecht.

Probe 77–78 m: siltiger Sand; Sortierung extrem schlecht.

Granulometrie

Methodik

Die Korngrößenverteilung wurde durch Kombination von Nasssiebung der Fraktion >32 µm mit einem Siebsatz bestehend aus Sieben mit den Maschenweiten 2 mm, 1 mm, 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm und 32 µm und automatischer Sedimentationsanalyse der Fraktion <32 µm mittels SEDIGRAPH 5000 ET der Firma Micromeritics ermittelt.

Aus der Kornsummenkurve des Sedigraphs und den Siebdaten der Nasssiebung wurde die Korngrößenverteilung der Gesamtprobe mit Hilfe des Programmes SEDPAK (Maclecki, 1985) ermittelt. Dabei wurden die Proben nach dem jeweiligen Anteil an Kies, Sand, Silt und Ton in Konzentrationsdreiecken nach Müller (1961) und Füchtbauer (1959) klassifiziert. Ebenso wurde eine Berechnung der sedimentologisch wesentlichen Parameter Mittelwert, Standardabweichung und Schiefe der Kornverteilung nach dem Moment-Berechnungsverfahren und zum Vergleich auch

Probenbezeichnung	Labornummer	Benennung	Gewichtsprozent													
			Sand-Silt-Ton				Kies			Sand			Silt			Ton
			Kies-Sand-Silt				Gkies	Mkies	Fkies	Gsand	Msand	Fsand	Gsilt	Msilt	Fsilt	
Kies	Sand	Silt	Ton													
Gols, H79/820	G 38-39m	siltiger Sand	7,4	79,3	9,0	4,3			7,4	38,3	35,5	5,5	2,8	3,0	3,3	4,3
Gols, H79/820	G 102-103m	siltiger Sand	7,3	72,1	13,6	7,0			7,3	26,0	33,6	12,5	4,3	4,7	4,5	7,0
Kittsee, H61/833	K 57-58m	Sand	0,2	85,2	8,9	5,7			0,2	0,9	76,7	7,6	2,3	3,0	3,6	5,7
Kittsee, H61/833	K 77-78m	siltiger Sand	0,1	80,8	11,3	7,9			0,1	0,3	72,9	7,6	2,9	3,7	4,7	7,9
Oggau, H78/646	O 63-63,3m	kiesiger Sand	12,4	84,2	2,5	0,9			12,4	37,1	42,6	4,5	0,8	1,0	0,7	0,9
Oggau, H78/646	O 89-90m	siltig-kiesiger Sand	12,2	71,4	11,6	4,7			12,2	31,8	27,6	12,0	3,6	4,3	3,7	4,7

Tabelle 6. Kornverteilung der Proben aus den Bohrungen Gols, Kittsee und Oggau.

Probenbezeichnung	Labornummer	Sortierung	Statistische Parameter								
			Momentverfahren			Folk, R.L. & Ward, W. (1957)			U	k-Werte (m/s)	
			Arithmet. Mittelwert	Standard-Abweichung	Schiefe	Arithmet. Mittelwert	Standard-Abweichung	Schiefe		Beier	Bialas
Gols, H79/820	G 38-39m	extrem schlecht sortiert	1,62	3,03	2,26	1,14	2,35	0,45	50,49	1,10E-6	1,20E-4
Gols, H79/820	G 102-103m	extrem schlecht sortiert	2,45	3,53	1,67	2,32	3,19	0,52	122,02	1,20E-7	5,10E-6
Kittsee, H61/833	K 57-58m	extrem schlecht sortiert	2,69	2,84	2,62	2,24	1,81	0,70	41,59	3,50E-7	4,40E-5
Kittsee, H61/833	K 77-78m	extrem schlecht sortiert	3,07	3,19	2,18	3,03	2,53	0,83	87,93	7,20E-8	9,90E-6
Oggau, H78/646	O 63-63,3m	schlecht sortiert	0,78	1,90	3,17	0,53	1,32	-0,08	3,41	5,00E-4	3,30E-4
Oggau, H78/646	O 89-90m	extrem schlecht sortiert	1,85	3,27	1,78	1,42	2,78	0,40	79,01	4,90E-7	1,80E-5

Tabelle 7. Statistische Parameter und Durchlässigkeitsbeiwerte der Proben aus den Bohrungen Gols, Kittsee und Oggau.

nach dem Verfahren von Folk & Ward (1957) sowie der Durchlässigkeitsbeiwerte nach Formeln von Beyer und Bialas (siehe Hölting, 1980) durchgeführt.

Die Ergebnisse der Korngrößenuntersuchungen sind in Tabellenform dargestellt (siehe Tab. 6 und Tab. 7). Zusätzlich erfolgte eine graphische Darstellung in Form von Kornsummenkurven mit Hilfe des Programmes SedPakWin (Reitner et al., 2005) (siehe Abb. 20–22).

Bohrung Oggau

Aus der Bohrung Oggau (GBA-H78/646) wurden für die Korngrößenanalyse zwei Proben herangezogen, wobei die Probe Oggau 63–63,3 m aus den hangendsten Bereichen der Rust-Formation in unmittelbarer Nähe zum überlagernden Leithakalk stammt, und die Probe Oggau 89–90 m die liegendsten Partien der Rust-Formation im Bereich zum Übergang zum unterlagernden Kristallin repräsentiert. Die Probe Oggau 63–63,3 m ist als kiesiger Sand anzusprechen und zeigt eine relativ gute Sortierung im Mittel- und

Grobsandbereich. Von allen untersuchten Proben weist sie den hydrogeologisch günstigsten Ungleichförmigkeitsfaktor (U) und k_f -Wert auf. Die Probe Oggau 89–90 m ist als siltig-kiesiger Sand klassifiziert. Bei beiden Proben kann eine durch das gewählte Bohrverfahren (Imlochhammerbohrung mit Lufthebeverfahren) bedingte Kornzertrümmerung nicht ausgeschlossen werden.

Bohrung Gols

Aus der Bohrung Gols (GBA-H79/820), die eine Wechselfolge von pannonen Tonen, Silten und Sanden durchörterte, wurden zwei schluffige Feinsandhorizonte beprobt. Die Proben Gols 38–39 m und Gols 102–103 m können beide als siltige Sande klassifiziert werden, wobei sich die Probe Gols 102–103 m durch einen geringfügig höheren Silt- und Tonanteil auszeichnet. Das Maximum der Korngrößenverteilung beider Proben liegt im Mittel- und Grobsandbereich; dieser Bereich des Korngrößenspektrums zeigt vor allem bei Probe Gols 38–39 m eine gute Sortierung (steiler Verlauf der Kornsummenkurve).

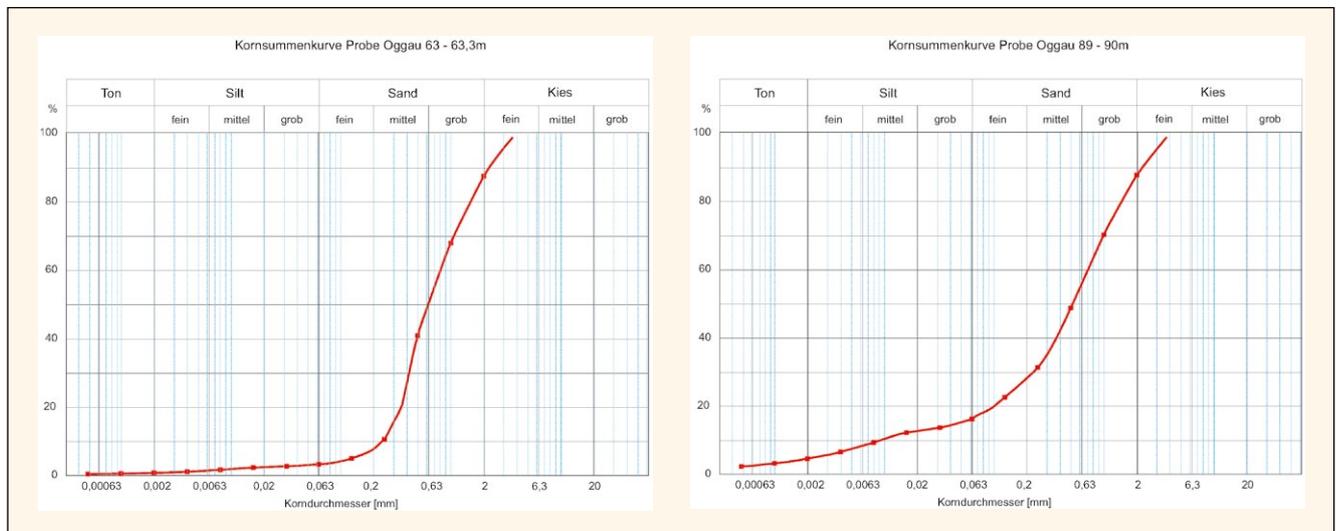


Abb. 20. Kornsummenkurven der Proben Oggau 63–63,3 m und Oggau 89–90 m.

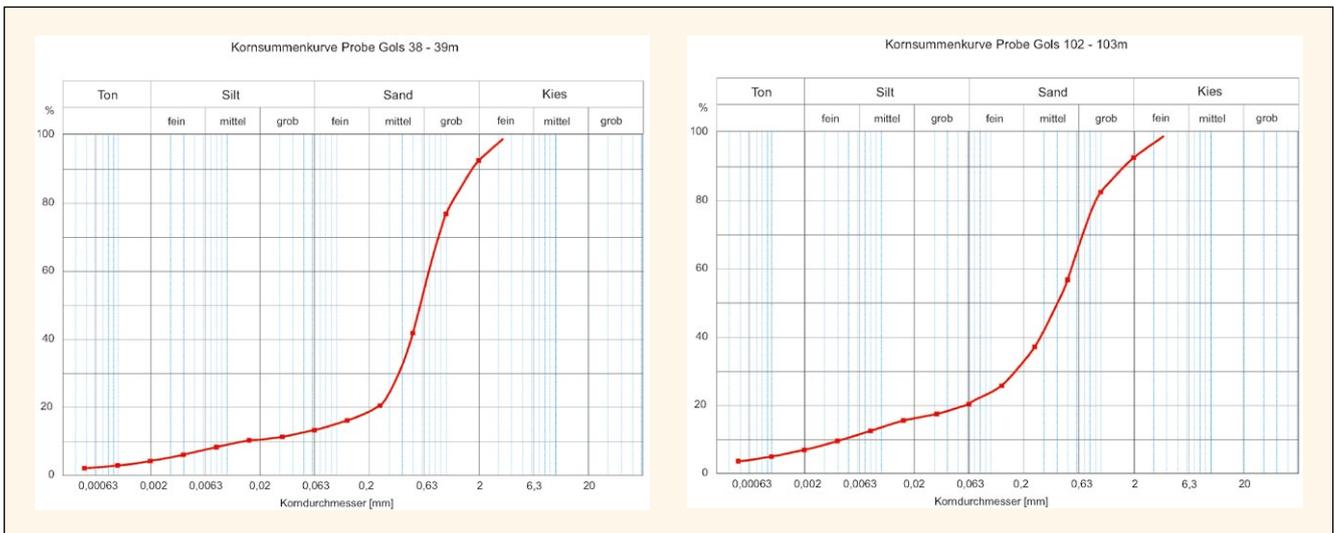


Abb. 21.
Kornsummenkurven der Proben Gols 38–39 m und 102–103 m.

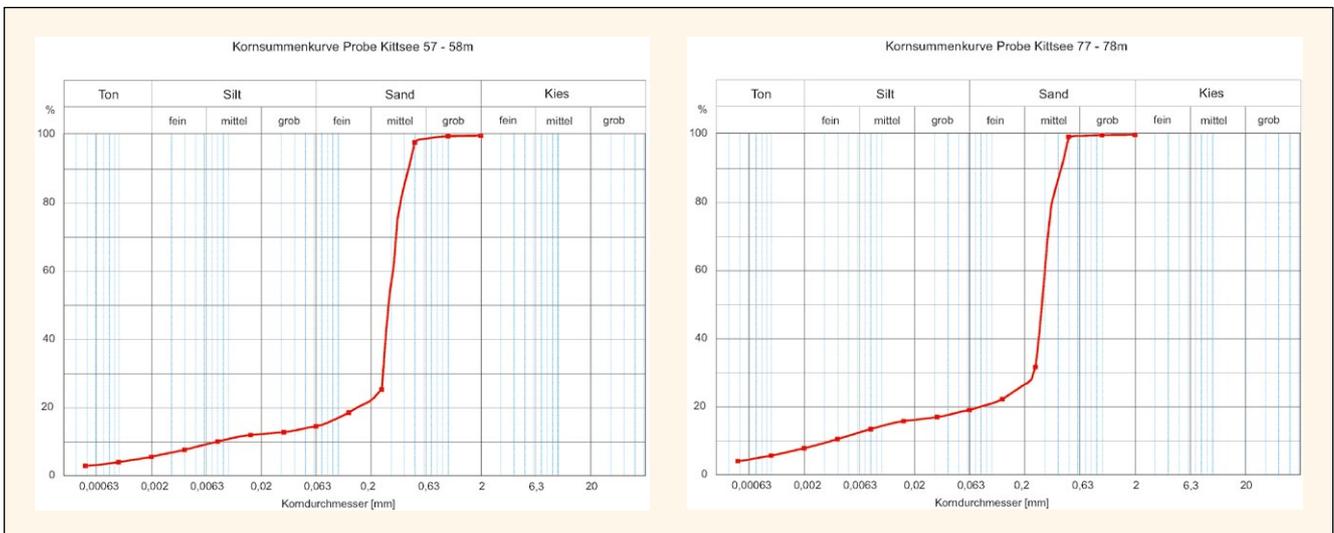


Abb. 22.
Kornsummenkurven der Proben Kittsee 57-58 m und 77-78 m.

Bohrung Kittsee

Aus der Bohrung Kittsee (GBA-H61/833) wurden für die Korngrößenanalyse zwei Proben aus schluffigen Mittelsandhorizonten innerhalb der meist tonig-siltig dominierten pannonen Abfolge ausgewählt. Die Probe Kittsee 57–58 m ist als Sand, die Probe Kittsee 77–78 m als siltiger Sand anzusprechen. Beide Proben zeichnen sich durch ein signifikantes Maximum (mit Anteilen von über 70 Gew-% am Korngrößenspektrum) im Mittelsandbereich aus, während gröbere Fraktionen fast vollständig fehlen.

Mikropaläontologische Ausarbeitung

Methodik

Für die Untersuchung und stratigraphische Auswertung von kalkigem Nannoplankton wurden von den Sedimentproben – Cuttingsproben im Fall der Bohrung Oggau – Spülproben aus den Bohrungen Gols und Kittsee – Smear-slide-Präparate hergestellt. Nach kurzer Ultraschallbehandlung wurden sie unter dem Lichtmikroskop LEICA, DMLP mit 1000facher Vergrößerung auf ihren Fossilinhalt an kalkigem Nannoplankton untersucht.

Biogehalt und stratigraphische Auswertung

Bohrung Oggau

Die Bohrung Oggau (GBA-H78/646) zeigt in drei von sieben Proben seltene, aber gut erhaltene Nannofossilien mit ähnlichen Vergesellschaftungen aus *Coccolithus pelagicus*, *Cyclargolithus floridanus*, *Coronocyclus nitescens*, *Geminolithella rotula*, *Reticulofenestra gelida* und *Reticulofenestra pseudumbilica*. Es sind dies die Proben aus 7 m, 58 m und 62,6 m Tiefe, die alle samt Corallinaceenkalke der Leithakalk-Formation darstellen. Als steril erwiesen sich die, ebenfalls aus dem Leithakalk stammenden Proben bei 33 m, 38 m und 43 m Tiefe und schließlich die Sand-Kies-Probe aus den fluviatilen Schottern der Rust-Formation aus 90 m Tiefe.

Die stratigraphische Einstufung basiert auf der typischen mittelmiozänen Nannoplanktonvergesellschaftung mit *Reticulofenestra gelida*, *R. pseudumbilica*, *Geminolithella rotula* und *Triquetrorhabdulus milowii*. Die Abwesenheiten von *Sphenolithus heteromorphus* und *Helicosphaera ampliapertura* erlauben die Einstufung in die Nannoplankton-Zone NN6 (Martini, 1971). Das entspricht mittlerem/oberem Badenium. In den un-

tersuchten Sedimenten wurde auch *Cyclicargolithus floridanus* gefunden. Diese Form hat ihr Letztaufreten in der unteren NN6-Zone, datiert mit 13,33 Ma nach Lourens et al. (2004).

Bohrung Gols

Von den insgesamt sieben untersuchten Proben erwiesen sich zwei als fossilführend. Es handelt sich zum einen um die Probe 27–28 m, deren Mergelanteil seltene und schlecht erhaltene Nannofossilien mit *Coccolithus pelagicus* und *Reticulofenestra minuta* aufweist. Da diese Formen eine lange stratigraphische Reichweite besitzen, tragen sie wenig zur stratigraphischen Einstufung bei. Allerdings enthält diese Probe auch resedimentierte Formen aus der Kreide.

In der zweiten fossilführenden Probe, einem Feinsand aus 64–65 m Tiefe, wurden ebenfalls und ausschließlich umgelagerte Formen, und zwar aus dem Bereich Kreide – Paläogen – Untermiozän, gefunden. Alle weiteren Proben sind steril und enthalten keine Fossilhinweise.

Stratigraphisch wird die Gesamtabfolge, aus der die Proben stammen, aufgrund des relativ häufigen Auftretens der umgelagerten Formen und wegen des Fehlens vollmarinen Nannoplanktons ins Pannonium gestellt.

Bohrung Kittsee

Von acht überwiegend siltig-sandigen und in der Tiefe Pflanzenhäcksel führenden Proben enthielt einzig die Probe aus 33 m Tiefe eine Nannoplanktonflora. Sie umfasst Formen der Oberkreide (*Arkhangelskiella cymbiformis*, *Micula decussata*, *Prediscosphaera cretacea*, *Retecapsa crenulata* etc.), des Eozän (*Campulosphaera dela*, *Clausiococcus fenestratus*, *Cribrorotundum reticulatum*, *Reticulofenestra dictyoda*) und des Miozän (*Reticulofenestra pseudumbilicus*). Da sich alle anderen untersuchten Proben als steril erwiesen, handelt es sich auch bei diesen Arten um umgelagerte Formen, die keine stratigraphische Einstufung des Sediments erlauben. Es wird daher generell die Sedimentfolge ins Pannonium gestellt.

Auflistung des Nannoplanktons und Lithologie der mikropaläontologischen Proben aus den drei Bohrungen

Ausgewählte Vertreter dieses fossilen Biogenspektrums sind auf Taf. 1 abgebildet.

Bohrung Oggau

Probe 7 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke, Echinidenstachel, Kalzit
Seltene, schlecht erhaltene Nannofossilien (rekristallisiert)
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1871) Schiller, 1930
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971
Geminilithella rotula Kamptner, 1956
Reticulofenestra gelida (Geitzenauer, 1972) Backman, 1978
Reticulofenestra pseudumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969
Sphenolithus moriformis (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967
Stratigraphische Einstufung: NN6 (unterer Teil): Mittel-/Oberbadanium

Probe 33 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke
Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 38 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke, Pectinidenreste
Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 43 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke
Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 58 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke
Seltene, schlecht bis mäßig gut erhaltene Nannofossilien (rekristallisiert)
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1871) Schiller, 1930
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971
Geminilithella rotula Kamptner, 1956
Reticulofenestra gelida (Geitzenauer, 1972) Backman, 1978
Triquetrorhabdulus milowii Bukry, 1971
Stratigraphische Einstufung: NN6 (unterer Teil): Mittel-/Oberbadanium

Probe 62,6 m:

Lithologie: Corallinaceenkalke
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1871) Schiller, 1930
Coronocyclus nitescens (Kamptner, 1963) Bramlette & Wilcoxon, 1967
Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971
Reticulofenestra gelida (Geitzenauer, 1972) Backman, 1978
Reticulofenestra haqii Backman, 1978
Reticulofenestra pseudumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969
Stratigraphische Einstufung: NN6 (unterer Teil): Mittel-/Oberbadanium

Probe 90 m:

Lithologie: Sand, Kies, Quarz, Quarzit
Kalkfrei, die Probe enthält keine Nannofossilien.

Bohrung Gols

Probe 5–6 m:

Lithologie: dunkelgrauer Ton
Kalkfrei, Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 27–28 m:

Lithologie: heller Mergel, dunkler Tonmergel und quarzreicher Feinsand
Nannopräparat wurde aus hellem Mergel angefertigt. Seltene und schlecht erhaltene Formen.
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1871) Schiller, 1930
Reticulofenestra minuta Roth, 1970
Mesozoikum:
Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968
Zeugrhabdodus diplogramus (Deflandre, 1954) Burnett, 1996

Probe 41–42 m:

Lithologie: Feinsand, sehr selten dunkelgrauer Silt
Kalkfrei, Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 64–65 m:

Lithologie: hellgrauer Feinsand
Paläogen–Untermiozän:
Zygrhablithus bijugatus (Deflandre, 1954) Deflandre, 1959
Mesozoikum:
Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968

Probe 85–86 m:

Lithologie: hellgrauer Feinsand
Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 100–101 m:
Lithologie: Mittelsand, Quarzgerölle bis 5 mm, gut gerundet
Probe enthält keine Nannofossilien.

Probe 129–130 m:
Lithologie: hellgrauer Feinsand
Probe enthält keine Nannofossilien.

Bohrung Kittsee

Probe 17 m:
Lithologie: Feinsand, Quarzit, Kristallingerölle bis 3 cm, gut gerundet
Keine Fossilien, steril, kalkfrei

Probe 28 m:
Lithologie: Silt/Feinsand, hellgrau
Keine Fossilien, steril, kalkfrei

Probe 33 m:
Lithologie: Silt/Feinsand, grau
Kalkiges Nannoplankton selten, mäßig bis gut erhalten:

Miozän:

Reticulofenestra pseudumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969

Paläogen–Miozän:

Coccolithus pelagicus (Wallich, 1871) Schiller, 1930

Cyclargolithus floridanus (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971

Paläogen:

Campulosphaera dela (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay & Mohler, 1967

Clausiococcus fenestratus (Deflandre & Fert, 1954) Prin, 1979

Cribricentrum reticulatum (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen, 1971

Discoaster sp.,

Reticulofenestra dictyoda (Deflandre, 1954) Stradner, 1968

Toweius sp.

Oberkreide:

Arkhangelskiella cymbiformis Vekshina, 1959

Micula decussata Vekshina, 1959

Prediscosphaera cretacea (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968

Retecapsa crenulata (Bramlette & Martini, 1964) Grün, 1975

Watznaueria barnesae (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968

Zeugrhabdotus embergeri (Noel, 1959) Perch-Nielsen, 1984

Zeugrhabdotus diplogramus (Deflandre, 1954) Burnett, 1996

Probe 54 m:
Lithologie: Mittel-/Grobsand, sehr glimmerreich
Keine Fossilien, steril, kalkhaltig

Probe 62 m:
Lithologie: Silt/Feinsand, verkohlte Pflanzenreste
Keine Fossilien, steril, kalkhaltig

Probe 74 m:
Lithologie: Feinsand, hellgrau, verkohlte Pflanzenreste
Keine Fossilien, steril, kalkhaltig

Probe 84 m:
Lithologie: Feinsand, hellgrau, verkohlte Pflanzenreste
Keine Fossilien, steril, kalkhaltig

Probe 112 m:
Lithologie: dunkelgrauer Silt, verkohlte Pflanzenreste
Keine Fossilien, steril, kalkhaltig

Rohstoffeigenschaften des beprobten Leithakalkes der Bohrung Oggau

Probenahme und Methoden

Der vorwiegend aus Kalkalgen im Küsten- und Flachwasserbereich um die Grundgebirgsinseln entstandene Leithakalk zeigt ein variables Spektrum hinsichtlich vieler Merkmale wie Mächtigkeit, Porosität, Festigkeit und Fossilinhalt, Zwischenschaltung von Mergellagen und Anteil an terrigenen Bestandteilen (z.B. Quarz). Entsprechend dieser Vielfalt variieren auch seine rohstoffrelevanten Eigenschaften, von denen hier, punktuell anhand der genommenen Proben, die chemische Zusammensetzung sowie die Färbung untersucht und quantifiziert wurden. Es wird vorausgeschickt, dass diese Untersuchungen keine konkrete Rohstoffnutzung zum Ziel haben, sondern dass hier von der nicht allzu häufigen Gelegenheit Gebrauch gemacht wurde, einen Leithakalk, der nicht dem oberflächennahen Verwitterungseinfluss ausgesetzt war, untersuchen zu können. Diese Analyseergebnisse ergänzen einen Chemie- und Weiße-Datensatz und können so mit denjenigen von Leithakalken anderer Vorkommen verglichen werden. Die durchgeführten Rohstoffuntersuchungen sind somit informativer Natur, denn der Leithakalk im Bohrungsumfeld dieser Studie ist, wie die Projektergebnisse untermauern, in erster Linie als hydrologischer Speicher von Interesse.

Aus den Bohrkisten wurde unterschiedlich aussehender Bohrschmand aus mehreren Teufen beprobt:

- aus 23,5 m (Probe 091203–091): gelblicher, relativ wenig zerriebener, zentimeterstückiger Kalkstein, darunter auch eine größere Quarzit-Komponente,
- aus 30,5 m (Probe 091203–092): beige-gelblicher, zerriebener, zentimeterstückiger Kalkstein und Schluff),
- aus 40 m (Probe 091203–088): grauer, sandig-feinkiesiger, zerriebener Kalkstein,
- aus 42 m (Probe 091203–089): gelblich-grauer Schluff mit millimetergroßen Kalkstein-Stücken und
- aus 63 m (Probe 091203–090): grau-grünlicher, siliziklastischer Grobsand-Kies.

Die genauere lithologische Beschreibung ist am Ende des Kapitels angeführt und illustriert (Abb. 27–31).

Von den fünf Proben wurden die oberen vier zum Leithakalk gestellt und die tiefste als Schotter der Rust-Formation angesprochen. Die Konsistenz des Bohrgutes wurde maßgeblich durch die Bohrmethode – trockene Imlochhammer-Bohrung mit Lufthebeverfahren – erzeugt. Die wässrigen schluffigen Anteile gehen auf Poren- und Kluftwasserführung zurück. Eine geringe Verschleppung des Materials, z.B. von resistenten Komponenten, wird nicht ausgeschlossen.

Die Proben aus 23,5 und 30,5 m Teufe wurden mittels Mahlen und Trockensieben weiter aufbereitet. An deren 0–63- μ m-Fraktion wurden die nachstehenden Analysen durchgeführt.

Für die Weißmessung wurden aus dem trockenen Pulver der Fraktion 0–63 μ m Pulvertabletten gepresst. Mittels eines Spektralphotometers (ELREPHO 3300) wurde das im sichtbaren Bereich liegende Spektrum (zwischen 400 und 700 nm Wellenlänge) gemessen (Zellcheming, 1990; Din 5033-9, 1982). Technische Daten: Messgeometrie $d/0^\circ$, eingebaute Glanzfalle und Aperturöffnung von 33 mm. Pro Probe wurden drei Pulvertabletten, als A, B, C bezeichnet,

hergestellt und ein- oder mehrfach gemessen. Die Messwerte pro Probe wurden gemittelt. Aus den Reflexionsspektren wurden die Farbparameter errechnet.

Ein Teil der gesiebten Fraktion 0–63 µm wurde für die an der Fachabteilung Geochemie unter der Leitung von G. Hoberger durchgeführte chemische Analyse verwendet. Dabei handelt es sich um eine Totalanalyse, die auf energiedispersiver Röntgenfluoreszenz (SPECTRO X-LAB 2000) beruht. Der Glühverlust (CO₂) wurde zusätzlich gravimetrisch ermittelt. Der Eisengehalt wurde ungeachtet seiner Wertigkeit als FeO notiert.

Ergebnisse der Geochemie und Weißmetrik

Vorausschickend wird festgestellt, dass die Ergebnisse weniger unter dem Aspekt der Repräsentativität dieses Vorkommens, sondern als punktuelle Informationen zu betrachten sind. Dazu kommt, dass zum einen aufgrund der Bohrmethode eine Materialkontamination in vertikaler Richtung nicht auszuschließen ist, und zum anderen die ca. 0,5 kg schweren Urproben vor dem Entnehmen der Laborprobe nicht weiter homogenisiert wurden.

Bei der Entnahme der vier Proben aus dem Leithakalk wurde, wie erwähnt, das Augenmerk auf die Erfassung verschiedener Typen gerichtet. Unter diesen fiel die Auswahl für die weitere Analytik auf sich voneinander stark unterscheidende Typen. Bereits makroskopisch zeigt die Probe aus 23,5 m Tiefe eine relativ intensive gelbliche Farbe und sie ist härter und weniger zerrieben als die Probe aus 30,5

m Tiefe, die stückig bis schluffig, aber heller kreidefarben erscheint.

Wie die chemische Analyse zeigt, ist der Kalkstein aus der geringeren Tiefe etwas weniger rein als der ca. 7 m tiefer entnommene, stückig bis schluffige Kalkstein. Der nicht-karbonatische Anteil, unter dem alle Elementoxide außer CaO, MgO und CO₂ zusammengefasst sind, beträgt in der höheren Probe ca. 8 %, gegenüber ca. 3 % in der tieferen. Gegenläufig enthält Erstere einen Kalziumkarbonat-Gehalt von 87,5 %, Letztere von 93 %. Aus den MgO-Gehalten wurden für Tab. 8 sowohl der theoretische Magnesit- als auch der theoretische Dolomitgehalt berechnet. Für die kalkärmere Probe liegen diese bei 5,2 % resp. 11,4 %, für die kalkreichere Probe bei 4,2 % bzw. 9,1 %. Generell zeigt die kalkärmere Probe einen bei allen Nebenelementen erhöhten Gehalt (Ausnahme bei SO₃). Spitzenreiter ist SiO₂, dessen Gehalt um ca. 3 % höher liegt, gefolgt von Al₂O₃ mit ca. 1 % Differenz. Auffällig ist, dass der Unterschied im MgO-Gehalt geringer ist, was vermuten lässt, dass in den Nichtkarbonaten zwar etwas Magnesium gebunden ist, z.B. in den durch Al₂O₃ angezeigten Schichtsilikaten, es aber auch im Kalzit eingebaut sein könnte oder auch als Dolomit vorliegt. Die SiO₂-Gehalte werden mineralogisch als Silikate, Quarz und Quarzit interpretiert.

Die analysierten Spurenelemente zeigen einen nennenswerten Strontiumgehalt sowie leicht erhöhte Bariumgehalte. Das mit dem Kalzium-Atom diadoche Strontium wird im Kalziumkarbonat eingebaut, insbesondere im Aragonit, wird aber bei dessen diagenetischer Umbildung in Kalzit

Hauptelemente Gew.-%	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
23,5 m (Nr. 91)	5,3	0,084	1,6	0,47	0,01	2,5	49,0
30,5 m (Nr. 92)	1,9	0,028	0,6	0,20	0,01	2,0	52,1

Hauptelemente Gew.-%	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	H ₂ O 110° C	H ₂ O ⁺	Sum
23,5 m (Nr. 91)	<0,148	0,3	0,07	0,03	40,7	0,2	0,5	100,9
30,5 m (Nr. 92)	<0,229	0,08	0,05	0,04	42,9	0,1	0,2	100,2

SpEl ppm	As	Ba	Co	Cr	Cs	Cu	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr	Sum
23,5 m (Nr. 91)	6	50	<5	9	<1,5	9	11	6	16	412	28	7	22	14	548
30,5 m (Nr. 92)	2	20	<5	4	<1,5	10	4	4	6	415	8	4	15	7	497

Berechnungen Gew.-%	CaMg(CO ₃) ₂	CaCO ₃	MgCO ₃	Summe Karbonat	Summe Nichtkarbonat
23,5 m (Nr. 91)	11,37	87,45	5,23	92,68	7,82
30,5 m (Nr. 92)	9,14	92,99	4,18	97,17	2,91

Dolomitberechnung auf Basis MgO-Gehalt
 Algorithmus zur CaCO₃-Berechnung: CaO*1,78477658
 Algorithmus zur MgCO₃-Berechnung: MgO*2,09193537
 Summe Karbonat = Summe aus CaCO₃ und MgCO₃
 Summe Nichtkarbonat = Summe aller Hauptelemente mit Ausnahme von CaO, MgO, H₂O und CO₂

Tabelle 8.
Ergebnis der geochemischen Analysen.

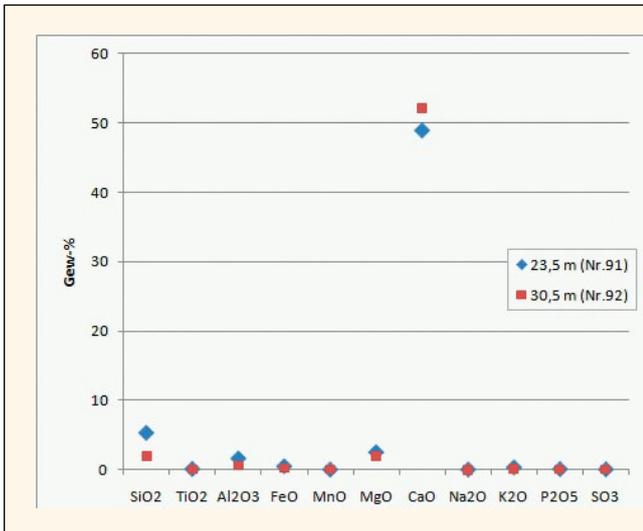


Abb. 23-1.
Hauptelemente in Gewichtsprozent der beiden Leithalkk-Proben.

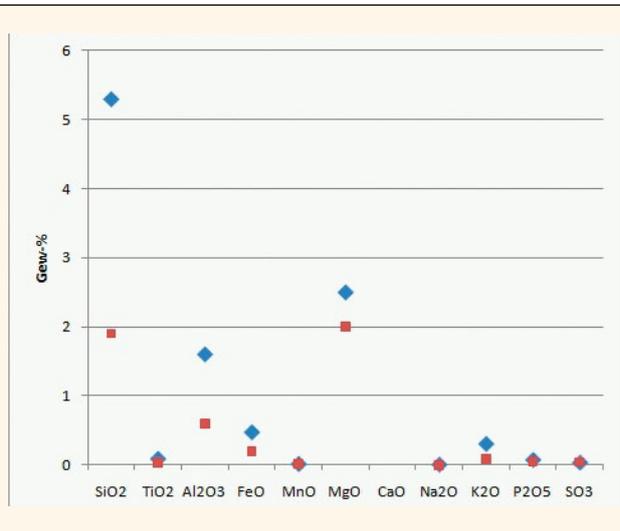


Abb. 23-2.
Dasselbe, aber mit gedehnter Skala unter Ausblendung der CaO-Gehalte.

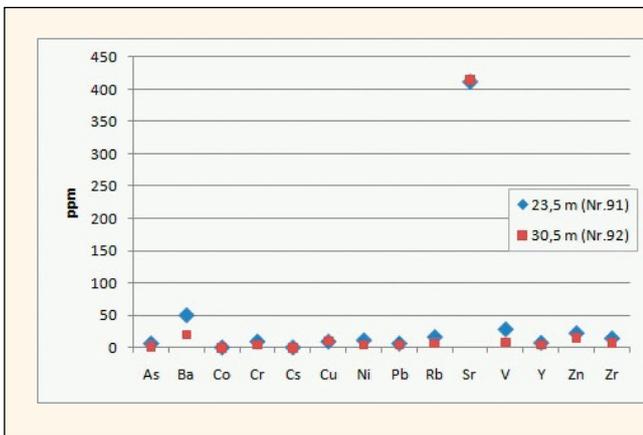


Abb. 24-1.
Analytierte Spurenelemente der Leithalkk-Proben in ppm.

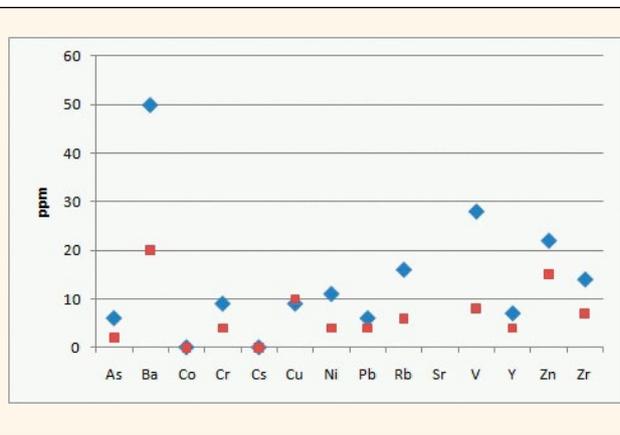


Abb. 24-2.
Dasselbe, aber mit gedehnter Skala unter Ausblendung der Sr-Gehalte.

mitübernommen. Es zeigt die zu erwartende positive Korrelation mit CaO. Alle anderen erfassten Spurenelemente treten nur in sehr geringem Ausmaß auf und sind an den nichtkarbonatischen Anteil gebunden, wie aus dem Vergleich der beiden Proben hervorgeht. Aufgrund des Nachweises in den Wasserproben wäre möglicherweise auch der Gehalt des Elementes Lithium im Sediment von Interesse, dessen Bestimmung jedoch eine andere Methode der Analyse erfordern würde. Die chemische Zusammensetzung der Proben ist in Tab. 8 und in den Abb. 23 und 24 erfasst.

Bei der spektralphotometrischen Messung der physikalischen Eigenschaft der Körperfarbe – im relativ hellen Bereich spricht man von Weißmessung – wird die Remission der normiert gepressten Pulverprobe im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes im Vergleich zu einem Standard gemessen. Das Ergebnis ist die Reflexionskurve, siehe Abb. 26. Die drei Farbvalenzen bzw. die valenzmetrische Umsetzung in Helligkeit, Farbton und Sättigung sind daraus errechnete Werte, die sich auf das Farberkennen des normierten menschlichen Auges beziehen. Sie werden in verschiedenen Farbsystemen und -räumen dargestellt.

Weit verbreitet sind das Normvalenzsystem CIE 1964 mit den Xy-Koordinaten sowie das L*a*b*-System. Beiden liegt hier der Normalbeobachter des 10°-Gesichtsfeldes mit Tageslicht von 6500 K zugrunde. Zur Füllstoff-Kennzeichnung werden neben den Normfarbwerten als Parameter mitunter der Gelbwert (Index nach Din 6167, 1980) und der Weißegrad der TAPPI-Norm (R_{457}) angeführt.

Wie in den Abb. 25-1 und 25-2 von den Ausschnitten aus den Farbäumen ersichtlich, werden in der Basisebene der Farbton und seine Intensität (= Sättigung) dargestellt – xy oder a*b*, während senkrecht dazu die Helligkeit als Y oder L* aufgetragen wird, die zwischen Schwarz = 0 und Weiß = 100 liegt. Den Referenzpunkt dieser Systeme bildet der Farbort des energiegleichen Spektrums (= Unbunt-punkt oder Idealweiß, Y = 100), der ebenfalls in den Diagrammen eingetragen ist.

Zu den Ergebnissen der zwei Proben ist festzustellen, dass ihr Hellbezugswert (Normfarbwert) Y von der gelblicheren Probe aus 23,5 m Tiefe bei ca. 78 liegt, von der helleren bei 84. Das wären, hätte man eine höherwertige Verwendung des unaufbereiteten Rohmaterials im Sinn, für Füllstoffzwecke inakzeptabel tiefe Werte. Die Gelbwerte sind dementsprechend mit 18 und 12 sehr hoch. Dies geht

Normvalenzsystem CIE 1964 (D65/10°)									
	X	Y	Stabw Y	Z	x	y	R _x	R _y	R _z
23,5 m (Nr. 91)	73,93	77,72	0,19	71,27	0,3316	0,3486	80,68	77,72	66,40
30,5 m (Nr. 92)	79,57	83,73	0,62	81,61	0,3249	0,3419	85,77	83,73	76,04
Unbuntpunkt	94,81	100,00	-	107,34	0,3138	0,3310	-	-	-

X, Y, Z: Normfarbwerte; x, y: Normfarbwertanteile; R_x, R_y, R_z: Reflexionsfaktoren. Stabw Y: Standardabweichung für den Normfarbwert Y (= Hellbezugswert) basierend auf drei Tabletten pro Probe.
Die Koordinaten des Unbuntpunktes sind Richter (1976; Tab. E) entnommen.

	Normvalenzsystem CIE 1964 und 1976 (D65/10°)					Normvalenzsystem CIE 1931 (C/2°)		WG TAPPI
	GW	Stabw GW	L*	a*	b*	Lambda	Sättigung	R ₄₅₇
23,5 m (Nr. 91)	18,39	0,08	90,65	0,51	9,38	576,22	0,92	67,24
30,5 m (Nr. 92)	11,65	0,25	93,33	0,37	5,94	576,48	0,58	76,65

GW: Gelbwert, Stabw: Standardabweichung; L*, a*, b*: Farbmaßzahlen CIE Lab-System 1976; Lambda & Sättigung: Helmholtzkoordinaten; WG TAPPI: Weißgrad der TAPPI-Norm (Remission bei 457 nm).

Tabelle 9.
Ergebnis der weißmetrischen Analysen von den beiden Pulverproben der Fraktion 0–63 µm.
Es handelt sich um Mittelwerte aus jeweils drei gemessenen Tabletten pro Probe.

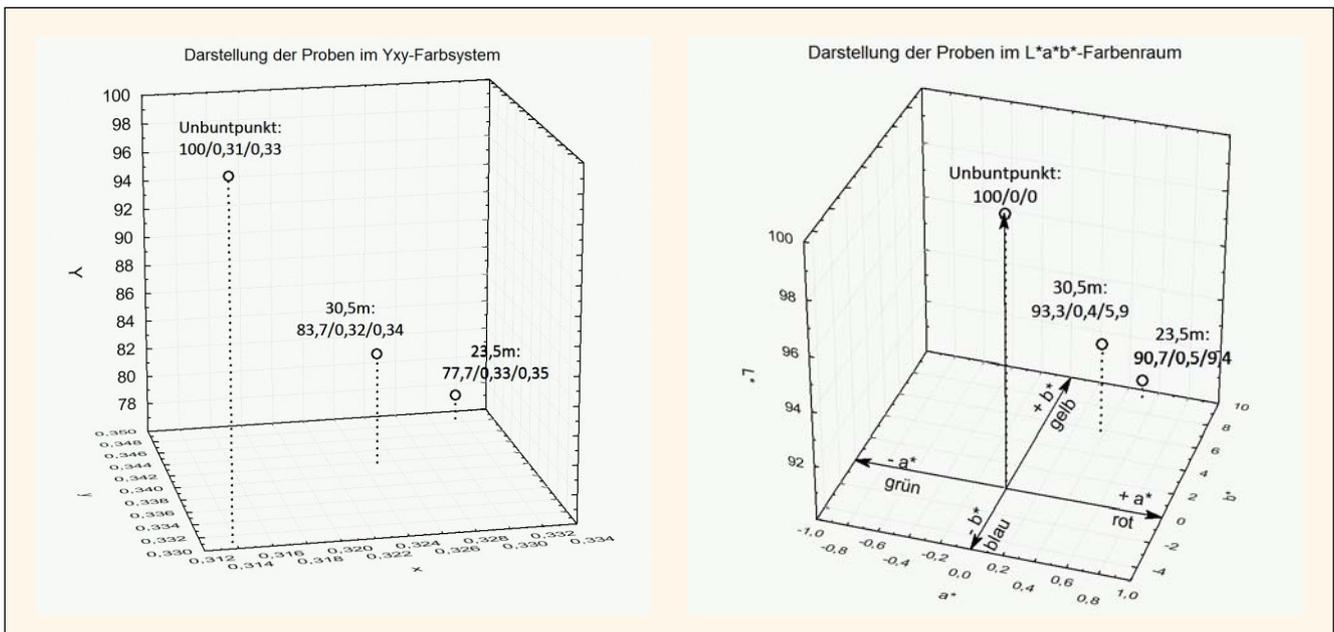


Abb. 25-1 und 25-2.
Ausschnitt aus dem Normvalenzsystem Y, x, y CIE 1964 (D65/10°) sowie dem Farbenraum L*a*b* CIE 1976 (D65/10°) mit Darstellung der zwei gemessenen Leithakalk-Proben und dem Unbuntpunkt.

auch deutlich aus dem L*a*b*-Diagramm der Abb. 25-2 hervor, wo die Proben im rot-gelben Quadranten, weithin verschoben in die Gelbrichtung, platziert sind. Aus den Reflexionsspektren in Abb. 26 lässt sich erkennen, dass die Streuung innerhalb der Proben, die sich in den Messwerten der drei aus derselben Probe hergestellten Press-tabletten zeigt, bei der helleren wesentlich deutlicher ausgeprägt ist (strichlierte Linien) als bei der dunkleren Probe (durchgezogene Linien), was auf stärkere Materialinhomogenität schließen lässt, vgl. auch die Standardabweichungen für Y und Gelbwert in Tab. 9.

Mittels dieser Weißmessung konnte somit der makroskopische Eindruck der gelblicheren sowie der kreidefarbenen helleren Probe quantifiziert werden. Es scheint, dass die geringere Helligkeit und intensivere Gelbfärbung mit den nichtkarbonatischen Bestandteilen zusammenhängen, was aber keine generelle Eigenschaft ist. Erwiesenermaßen nimmt die Helligkeit mit abnehmender Korngröße zu. So wird im Leithakalk-Abbau bei Müllendorf, südwestlich von Eisenstadt, der Rohstoff zu Produkten verarbeitet, deren durchschnittliche Korngröße u.a. deutlich <10 µm beträgt und dabei eine Weiße von R_y, C/2° (die ähnlich dem

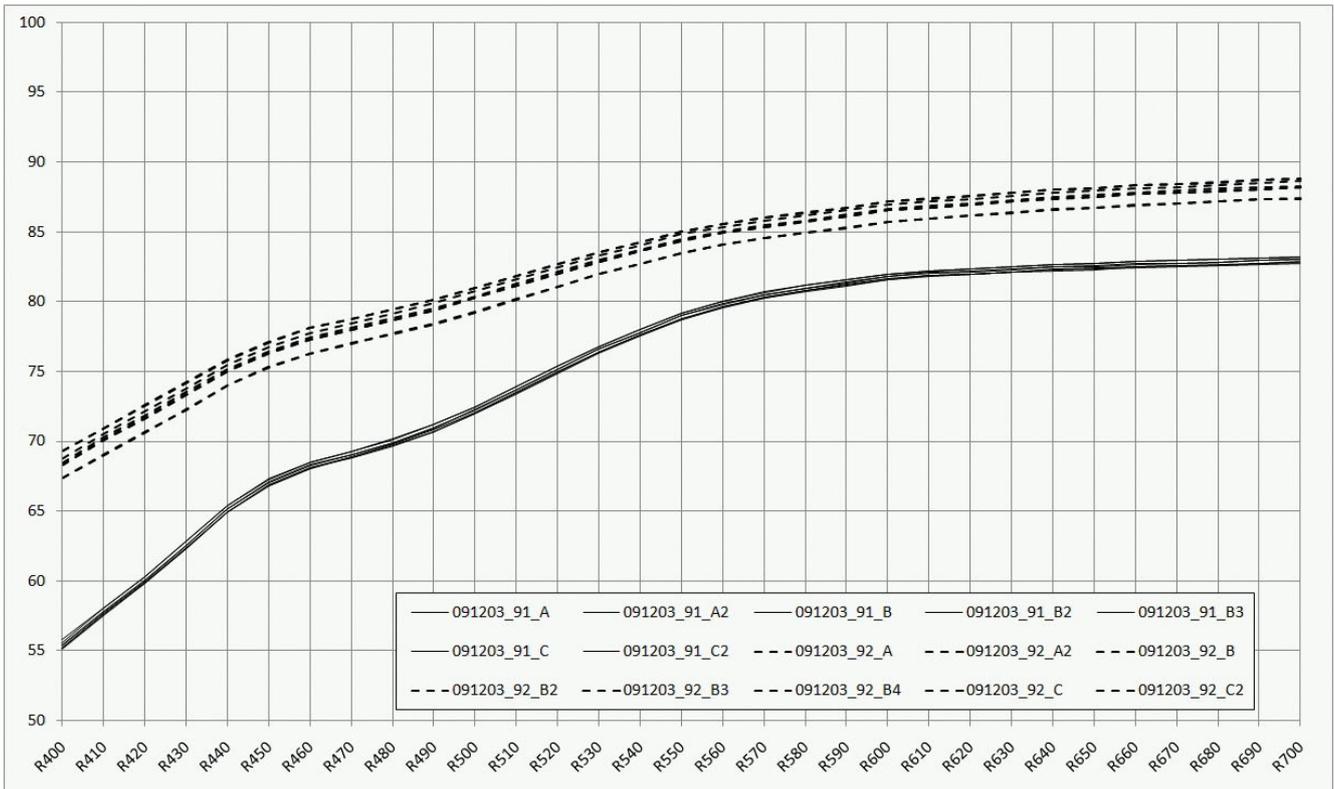


Abb. 26. Kurven der zwischen 400 und 700 nm gemessenen Reflexionswerte. Jede Kurve stellt eine Messung dar. Die dunklere Probe aus 23,5 m Tiefe (Nr. 91) ist durch 7 Messungen, die an drei Tabletten vorgenommen wurden, repräsentiert (durchgezogene Linien) und zeigt praktisch keine Streuung. Die hellere Probe aus 30,5 m Tiefe (Nr. 92) ist anhand der oberen, schwarz strichlierten Remissionskurven von 8 Messungen, wiederum von drei Tabletten stammend, abgebildet. Ihre wesentlich stärkere Streuung weist auf inhomogeneres Material hin.

Wert von R_y , $D65/10^\circ$ ist) bis zu 87 erzielt. Bei gleichzeitiger sehr guter chemischer Reinheit des Kalksteins, wie in diesem genutzten Vorkommen der Fall, ist damit ein Einsatz als Füllstoff für Papier, Kunststoff, Klebstoff und Farben möglich (vgl. Homepage der Mühlendorfer Kreidefabrik, 2010).

Kurzbeschreibung der Proben anhand der Untersuchung unter dem Binokular

Probe aus 23,5 m Teufe (Nr. 091203-091, siehe Abb. 27): chemisch gesehen der unreinere Kalkstein und weißmetrisch die dunklere gelblichere Leithakalk-Probe.



Abb. 27. Leithakalk, Probe aus 23,5 m Teufe (Nr. 091203-091).

Aus der Probe wurden vor dem Aufmahlen 2 Stücke separiert. Es handelte sich dabei um einen eckigen, 5 cm langen Quarzit-Quader und um ein ca. 1,5 cm langes Stück aus Kalkstein, von dem das Foto der Abb. 27 stammt. Bei dem Kalkstein handelt es sich um einen beige-gelblichen, porösen, gut zementierten Biogenkalk mit Foraminiferen, Serpuliden und Schalenklasten.

Probe aus 30,5 m Teufe (Nr. 091203-092, siehe Abb. 28): chemisch gesehen der reinere Kalkstein und weißmetrisch die hellere kreidefarbene Leithakalk-Probe.



Abb. 28. Leithakalk, Probe aus 30,5 m Teufe (Nr. 091203-092).

Aus der trocken gesiebten Fraktion >2 mm wurden willkürlich größere Stücke mit Druckluft gereinigt und im Binokular untersucht.

Kreidefarbener, weißlicher Biogenkalk, bei dem verschiedene Faziestypen vorhanden sein dürften. In Abb. 28 sind auch größere Bioklasten wie Bryozoen erkennbar. Meist jedoch sind es nicht näher zuordenbare Biogene (wahrscheinlich Foraminiferen, ?Algen) in feiner Grundmasse.

Probe aus 40 m Teufe (Nr. 091203-088, siehe Abb. 29): Makroskopisch kreidefarbenedes, rein kalkiges, nur sehr schwach zementiertes Leithakalk-Sediment.

Unter dem Binokular sind unter den naturbelassenen, ungereinigten Sedimentklumpen einzelne Foraminiferen (diskoid) sowie ein Seeigelstachel erkennbar.



Abb. 29.
Leithakalk, Probe aus 40 m Teufe (Nr. 091203-088).

Probe aus 42 m Teufe (Nr. 091203-089, siehe Abb. 30):

Sehr feinkörniges bis mehliges, weißes Leithakalk-Sediment, das im Bohrprofil als Schluff ausgewiesen ist. Die Cuttings-Oberflächen wirken oft wie mit Kalksuspension überzogen; es erscheint noch heller als jenes der vorigen Probe.

Biogene oder Schalenklasten sind nicht erkennbar. Der abgebildete Hohlraum könnte von einer Bivalve stammen.



Abb. 30.
Leithakalk, schluffig-krümelig, Probe aus 42,5 m Teufe (Nr. 091203-089).

Probe aus 63 m Teufe (Nr. 091203-090, siehe Abb. 31): Schotter der Rust-Formation aus dem Liegenden des Leithakalks.

Hellgrünlich-grauer Kies(sand).

Bestandteile:

- Quarz (etwas zugerundet – oft mit Restbelag von Chlorit),
- lithische Komponenten (vermutlich kalzitementiert, feinkörniger, aber von gleicher Zusammensetzung wie das Sediment als Ganzes),
- an Biogenen und Bioklasten sind erkennbar: Foraminiferen, Algenbruchstücke, Bryozoen, Reste von Schalenklappen (≤ 5 mm).



Abb. 31.
Schotter der Rust-Formation, kiesiger Sand, siliziklastisch, Probe aus 63 m Teufe (Nr. 091203-090).

Kommentar aus hydrogeologischer Sicht zu Loginterpretationen

In allen drei Bohrungen wurden durch das Institut für Wasserressourcenmanagement – Hydrogeologie und Geophysik des Joanneum Research in Leoben geophysikalische Bohrlochmessungen durchgeführt (Schmid et al., 2010a-c) und ohne Zuziehen eines mit der Regionalgeologie vertrauten Experten die Festlegung der Bohrausbauten mit Filter- und Vollrohren vorgenommen. Dies führte dazu, dass nicht alle potentiellen Filterstrecken (optimal) genutzt wurden. Im Folgenden wird die Problematik für die einzelnen Bohrungen anhand der Bohrlochlogs von Schmid et al. (2010a-c) kurz diskutiert.

Bohrung Oggau

Der Teufenabschnitt um 35 m mit feinkörnigem – wohl auch durch den Imlochhammermeißel noch zusätzlich zertrümmert – schluffigem und mergeligem Leithakalk bildet sich mit relativ geringem Gammalogausschlag (< 75 API; API = Einheit der Radioaktivität, American Petroleum Institute Units) ab. Damit konform geht eine drastische Dichteabnahme (von 2,0 hinunter auf 1,5 G/CC [= g/cm³] in DEN-2). Dieser Abschnitt wurde zu Recht mit Kompaktonit hinter die Vollrohre gebracht.

Ebenso gilt dies für den Teufenabschnitt 48–52 m. Bei etwas höherer Gammastrahlung (ca. 80 API) ist aber keine Dichteabnahme ersichtlich. Der geologische Befund enthält hier auch keine Indikation auf feinklastisches Sediment.

Der nächste, noch höhere Gammalogausschlag (>80 API) ohne Dichteänderung bei 71 m wurde glücklicherweise nicht durch ein Vollrohr ausgesperrt. Dies ist nämlich ein erstklassiger Zuflussbereich im hochporösen Grobsand der Rust-Formation.

Ungünstigerweise wurde aber der darauf folgende Teufenabschnitt von 74–79 m mit Vollrohren ausgebaut. Dies wahrscheinlich deshalb, weil die hohe Gammastrahlung (140 API) zum Fehlschluss eines Schluffanteils (lt. Bericht Schmid et al., 2010a: S. 8) führte. Auch diesmal war kein Response im Dichtelog vorhanden. Im Leitfähigkeitslog beginnt außerdem ab hier bis in das Liegende (Grobsand und Mittelkies (!) der kristallinen Rust-Formation, ehemals „Ruster Schotter“ – hier führt er seine lithologische Bezeichnung zu Recht) eine drastische Reduzierung der Leitfähigkeit von 450 auf 350 US/C (= $\mu\text{S}/\text{cm}$). Diese resultiert nach den hydrochemischen Analysen, welche an Proben, die während des Bohrens gezogen wurden, belegt werden können, aus einem hochwertigen, eindeutig geringer mineralisierten und nitratfreien Formationswasser (siehe Bohrung Oggau in Kapitel „Pumpversuche und Wasseranalysen“, Tab. 12, Abb. 33). Bedauerlicherweise wurde dieses aber nicht gefasst, obwohl das zu einer noch höheren Ergiebigkeit geführt hätte.

Die Interpretation der Gammastrahlung hätte berücksichtigen sollen, dass im kristallinen Schotter der Rust-Formation möglicherweise Radon oder andere Emissionen aussendende, granitoide Komponenten enthalten sind. Gammarausschläge sind nun einmal nicht immer durch ^{40}K -haltige Tone begründet. Generell ist anzumerken, dass bedauerlicherweise kein Self-Potential-Log-SP gefahren wurde.

Eine Beprobung mittels Continuous-Flow-Sampler durch die GBA könnte Aufklärung geben. Allerdings sind direkte Wasserzutritte wegen des Vollrohrabschnitts nicht unmittelbar beprobbar. Bei einem zukünftigen Brunnenbau ist jedenfalls bei dieser Teufe ein Geologe beizuziehen.

Die seinerzeitigen Aufzeichnungen des Bohrmeisters am 5. 11. 2009 vermerkten bei einer Teufe (UK Rohrschuh) von 73,50 m einen gewaltigen Wasserzulauf von ca. 20 l/s! Weiters wurde bei der folgenden tieferen Strecke (82,20 m), wobei dieser o.a. Hangenzufluss hinter die Rohre gesperrt war, ein ebenso hoher Wasserzulauf von 20 l/s festgestellt!

Vor Realisierung des Brunnenbaus ist auf jeden Fall an der derzeitigen Erkundungsbohrung ein Langzeitpumpversuch mit zeitlichen und teufenspezifischen Probenahmen dringend anzuraten. Allerdings kann dieser während der Bohrarbeiten festgestellte hohe Zufluss oberhalb 82,2 m leider nicht mehr getestet werden, da durch Log-Falschinterpretation gerade dort Vollrohre gesetzt wurden. Es sollte ausprobiert werden, ob mit dem GBA-Continuous-Flow-Sampler noch eine allfällig höhere Strahlungsemission (Radon, Thorium) gemessen werden kann (zumindest an den Vollrohr-Ober- und -Unterkanten, weil dieser Teufenabschnitt von 74–79 m mit einer Ergiebigkeit von 20 l/s leider hinter die Rohre gesperrt wurde).

Aus hydrogeologischer Sicht und wasserrechtlichen Gesichtspunkten (kein hydraulischer Kurzschluss) wird die Fassung ausschließlich des tiefsten, hygienisch einwandfreien (u.a. zur Hintanhaltung von Rohrverkeimungen) Porengrundwasserleiters in der Rust-Formation von 63–88 m unter GOK mit Filterrohren oder Schlitzbrücken-

filtern DN 300, welche 1 mm Filterschlitzweite nicht über-treffen sollen, empfohlen. Dazu wäre ein Bohrdurchmesser von 500 mm (19¼ Zoll) bis auf eine Endteufe <95 m (da bei etwas weiter entferntem Bohransatzpunkt eine nicht garantierte horizontale Schichtung vorliegen kann, sollte auf Endteufe = 100 m ± 5 % ausgeschrieben werden) erforderlich.

Bohrung Gols

Der erste Filterrohrabschnitt wurde von 28–38 m in schluffigem Feinsand ausgebaut. Bedauerlicherweise um einen Meter zu kurz, da der Mittel- und Grobsand von 38–39 m mit hohem R16-Widerstand (70 Ohmm) dabei nicht miterfasst worden ist.

Die zweite Filterrohrstrecke wurde, obwohl lt. Bohrmeisterangabe in angeblich schluffigem Ton gelegen (nach Korngrößensiebung eindeutig mittelsand – vergleichend beobachtet anhand der Ergebnisse von Kapitel „Granulometrie“), wegen höherer Widerstände (<55 Ohmm) und geringerer Gammastrahlung und geringerer Tonanteile von 58–64 m (besser wäre jedoch noch bis 66 m) festgelegt.

Dieser gleich gute Mittelsand mit den gleichen guten geophysikalischen Eigenschaften ist auch zwischen 77–80 m und nochmals zwischen 88–90 m erbohrt worden. Leider wurden diese Horizonte nicht ausgebaut.

Hingegen ideal und großzügig wurde der tiefste Filterrohrabschnitt von 95–118 m in >90 ohmmetrigem (R64), mitteldichtem kiesigem Feinsand, der zum Liegenden in festen feinsandigen Schluff geringerer Permeabilität übergeht, verfiltert. Aus hydrogeologisch-hydraulischer Sicht hätte man die gesamte mehr oder minder poröse Aquifermächtigkeit von 28–66 m und 77–118 m (am besten aber durch einen zweiten Brunnen) erschließen können. Überdies könnten im festgelagerten Schluff und Ton aus produzierende Klüfte vorhanden sein, da die Zuflussverhältnisse bei dieser Bohrung äußerst günstig sind. Das Q/s-Diagramm (siehe Kapitel „Pumpversuche und Wasseranalysen“ und Taf. 3) bestätigt diese Annahmen.

Bohrung Kittsee

Bei dieser Bohrung war der Einsatz geophysikalischer Bohrlochmessungen wesentlich, um die teufendiskreten potentiellen Aquifere zu erkennen, da die Bohmeisterbeschreibung das Spülbohrgut im Pannonium nur unzureichend in einer Folge von schluffigem Feinsand, Schluff und Ton dokumentiert.

Das hochpermeable Quartär bis 11 m und etwas schluffig bis 15,5 m wurde aus hygienischen, unbestätigten Vermutungen und wegen des unterschiedlichen hydrostatischen Druckniveaus (freie Grundwasserspiegeloberfläche) nicht weiter untersucht und erschlossen.

Die tieferen, gespannten Aquiferhorizonte im Pannonium wurden teils mit Filterrohren ausgebaut, davon aber nur der erste von 28–31 m. Adäquate geophysikalische Verhältnisse liegen aber auch von 36–38 m und von 46–48 m vor, wurden aber nicht ausgefiltert.

Ein mächtigerer Mittelsandhorizont wurde zwischen 53–61 m mittels zweiter Filterrohrstrecke gefasst.

Der nächste, noch höherohmige (<90 Ohmm R64) Abschnitt von 68–82 m passt perfekt zur optimalen Fassung des mächtigen Mittelsands.

Ebenso der übernächste mit <70 Ohmm (R64) sitzt exakt durch Filterrohre gefasst zwischen 88–93 m.

Ein letzter, tiefster wäre noch mit >50 Ohmm (R16) von 98–101 m vorhanden, dieser wurde aber nicht berücksichtigt.

Aus hydrogeologisch-hydraulischer Sicht hätte man die gesamte, mehr oder minder poröse Aquifermächtigkeit von 28–48 m zusammenfassen können. In weiteren drei oder vier einzelnen Brunnen könnten die tieferen Horizonte isoliert und separat genutzt werden.

Pumpversuche und Wasseranalysen

Wie in Kapitel „Durchführung der Bohrungen und Probenahmen“ erwähnt, wurde in allen drei Bohrungen nach Beendigung der Bohrung und fertiggestellter Verrohrung je ein Kurzpumpversuch angeschlossen. Bei der Bohrung Oggau wurden zudem schon während des Bohrens in vier Teufen, und zwar 51 m, 61 m, 66 m und 90 m, unter der Schneide der Hilfsverrohrung teufenspezifische Wasserproben genommen und Feldparameter (Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert) bestimmt (vgl. Tab. 12). Da bei dieser Probenahme jeweils die Hilfsverrohrung nachgesetzt wurde, um die hangenden Horizonte gegen Wasserzutritt zu sperren, stellen die einzelnen Proben unvermischte, teufendiskrete Belege der Grundwasserschichtung dar. Bei allen Bohrungen wurde weiters im Zuge der Pumpversuche je eine Mischwasserprobe gezogen (siehe Tab. 5).

Alle drei Bohrungen wurden hydrogeologisch erfolgreich fündig. Langzeitpumpversuche stehen noch aus, aber es kann mit Ergiebigkeiten von ≥ 5 l/s gerechnet werden. Für eine Trinkwasserversorgung ist die Qualität wegen niedriger Stickstoffverbindungen (Nitratgehalte <30 mg/l) geeignet. Lediglich Eisen (Fe^{2+} <0,26 mg/l) und Mangan (Mn^{2+} <0,16 mg/l) sind geringfügig erhöht. Langzeitpumpversuche könnten aber, so wie bei dem Tiefbrunnen in Baumgarten (östlich von Mattersburg), Verbesserungen bewirken.

Bohrung Oggau

Die Durchlässigkeitsbeiwerte k_f (nach Bialas) aus Kornsummenkurven im Sediment des Karpatium in Oggau liegen um 10^{-5} bis 10^{-4} m/s (Tab. 7). Die Auswertung des Pumpversuchs bei Mitproduktion aller Horizonte ergab ebenfalls einen k_f -Wert von $1,9 \times 10^{-4}$ m/s (Formular Hydro-Software PV, Taf. 2). Das ergibt eine Transmissivität $T = k_f \cdot M$ bei kumulierter Aquifermächtigkeit des „Ruster Schotter“-Poren-GWL von beachtlichen $6,87 \times 10^{-3}$ m²/s. Zählt man noch die 61,3 Mächtigkeitsmeter der hangenden Leithakalk-Formation mit Trennfugen- und Porendurchlässigkeit dazu, dann ergibt sich eine respektable Speicherkapazität.

Eine Extrapolation der wegen gespannter Verhältnisse nahezu linearen Q/s-Beziehung zeigt, siehe Leistungsdiagramm auf Taf. 2, dass zumindest technisch und kurzfristig eine Entnahmemenge von 10 l/s bei einer Betriebs-

wasserspiegelabsenkung von -17,5 m erfolgen kann. Bei einer Wasserstandshöhe $H = 84$ m und einer maximal möglichen Absenkung von $H/2 = 42$ m wäre noch ausreichend Sicherheit, dass die Reynold'sche Zahl, die die Schleppekraft von Sand definiert, dabei nicht überschritten wird.

Zukünftig angeregte Wasserbilanzuntersuchungen über die durch Niederschlagsinfiltration genaue Recharge-Grundwasserneubildungsmenge im Einzugsgebiet sollten dessen Wasserhöffigkeit und Maximalentnahme für einen nachhaltigen Dauerpumpbetrieb quantifizieren lassen.

Während des Abteufens wurden vom Bohrmeister teufenspezifische Wasserproben in dieser speziellen Bohrung Oggau (GBA-H78/646) genommen, indem jeweils die Hilfsverrohrung nachgesetzt wurde und damit die hangenden Horizonte vom Zutritt gesperrt wurden. Diese Proben sind somit als unvermischte, teufendiskrete Belege der Grundwasserschichtung zu werten.

Elektrische Leitfähigkeiten und Nitratgehalte dieser Wasserproben, die während des Bohrens gezogen wurden, zeigen eine eindeutige Schichtung in der Bohrung. Die Probenahmen erfolgten noch vor dem Pumpversuch, am 05. 11. 2009 und repräsentierten den unvermischten Zustand:

Horizont:	51,0 m	712 $\mu\text{S}/\text{cm}$	29,2 mg NO_3 / l	14,1 DHG
Horizont:	61,0 m	700 $\mu\text{S}/\text{cm}$	30,0 mg NO_3 / l	13,8 DHG
Horizont:	66,0 m	718 $\mu\text{S}/\text{cm}$	17,8 mg NO_3 / l	15,4 DHG
Horizont:	90,0 m	449 $\mu\text{S}/\text{cm}$	<0,5 mg NO_3 / l	10,8 DHG

Die Vollanalysen (Tab. 12, Abb. 33), insbesondere Nitratgehalte, zeigen bis 61 m Tiefe, also im gesamten Leithakalk, mit ca. 30 mg/l noch anthropogenen Einfluss der Landoberfläche. Sie liegen aber unter dem Trinkwassergrenzwert. Ab 66 m in der Rust-Formation tritt Verdünnung ein. Dafür steigt die Karbonathärte geringfügig an. Sie ist aber mit 15,4 Deutsche Härtegrade (DHG) durchaus moderat. Noch geringere Werte sind dann auf Endteufe im kristallinen „Ruster Schotter“-Poren-GWL gemessen worden. Dort ist auch Nitrat nicht mehr nachweisbar.

Der Teufenabschnitt von 51–61 m ab GOK lieferte hydrochemisch identes Wasser (vgl. Abb. 33). Man kann also von einem einheitlichen Horizont ausgehen. Diese Filterstrecke könnte durchlaufend ausgebaut werden, wenn es erforderlich wäre, maximale Mengen fördern zu müssen. Ansonsten wäre zu empfehlen, den hangenden Leithakalk bis zur Teufe von 61 m bei einem endgültigen Brunnenbau nicht auszubauen. Dabei könnte auch die Karbonathärte um bis zu 5 DHG auf ca. 11 DHG vermindert werden, was einer Brauchwasserqualität zu Gute käme.

Eindeutigen Einfluss geringer mineralisierter Wässer zeigt der silikatische Grobsand und Mittelkies (Schotter der Rust-Formation) knapp über Top Kristallin (feinkörnig kristallisierter Granitgneis als stauendes dichtes Basement).

Bezeichnung	H078/646 (VFB Oggau)			H079/820 (VFB Gols)			H061/833 (Kitsee)		
	² H	¹⁸ O	³ H	² H	¹⁸ O	³ H	² H	¹⁸ O	³ H
Isotope	-71,4	-10,22	1,1	-73,0	-10,03	<0,5	-83,3	-11,30	<0,5

Tabelle 10. Erste isotopenhydrologische Analysen aus den Pumpversuchen der Bohrungen Oggau, Gols und Kitsee (AIT, 3. 9. 2010).

Interessant sind die relativ hohen Fluoridkonzentrationen von ca. 0,3 mg/l, was relevant gegen Zahnkaries zu werten ist. Auch die Lithiumgehalte von ca. 0,13 mg/l sollten

eine günstige medizinische Wirkung gegen Depressionen zeigen.

Bezeichnung		H078/646 (VFB Oggau)			H079/820 (VFB Gols)			H061/833 (Kittsee)		
		GCH-2009-051-001			GCH-2009-047-001			GCH-2009-053-001		
Schüttung (l/s)		3			5			4,5		
Feldparameter		01. 12. 2009, 15:15			25. 11. 2009, 11:42			09. 12. 2009, 14:00		
	LF (µS/cm)	688			625			572		
	pH	7,17			7,26			7,43		
	Temp. (°C)	13,5			14,3			13,3		
Härten	GH (°dH)	18,1			16,4			14,9		
	KH (°dH)	16,2			16,0			14,9		
	NKH (°dH)	1,9			0,4			0		
Ionen		mg/l	meq/l	eq%	mg/l	meq/l	eq%	mg/l	meq/l	eq%
Kationen	Na ⁺	17,29	0,75	10,24	13,65	0,59	9,13	13,7	0,60	10,00
	Ca ²⁺	91,13	4,55	61,90	76,83	3,83	58,95	64,7	3,23	54,04
	Mg ²⁺	23,19	1,91	25,97	24,36	2,00	30,82	25,4	2,09	34,92
	K ⁺	3,42	0,09	1,19	1,57	0,04	0,62	1,4	0,04	0,61
	Sr ²⁺	0,61	0,01	0,19	0,27	0,01	0,09	0,24	0,01	0,09
	Li ⁺	0,151	0,02	0,30	0,017	0,00	0,04	0,01	0,00	0,02
	NH ₄ ⁺	n.b.	n.b.	n.b.	0,070	0,00	0,06	0,19	0,01	0,2
	Fe ²⁺	0,261	0,01	0,1	0,256	0,01	0,14	0,031	0,00	0,0
	Mn ²⁺	0,073	0,00	0,0	0,162	0,01	0,1	0,14	0,01	0,1
	Al ³⁺	0,003	0,00	0,0	0,012	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
	Cu ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
	Cr ³⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
	Cd ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
	Pb ²⁺	0,001	0,00	0,0	0,003	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
	Zn ²⁺	0,063	0,00	0,0	0,058	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Ba ²⁺	0,140	0,00	0,0	0,032	0,00	0,0	0,061	0,00	0,0	
Summe Kationen		136,33	7,3	100,0	117,29	6,50	100,0	105,92	6,0	100,0
Anionen	Cl ⁻	18,55	0,52	7,0	6,19	0,17	2,5	2,3	0,06	1,0
	SO ₄ ²⁻	49,18	1,02	13,7	48,04	1,00	14,5	33,1	0,69	10,9
	HCO ₃ ⁻	352,70	5,78	77,5	348,06	5,70	82,8	338,3	5,54	87,9
	NO ₃ ⁻	7,64	0,12	1,7	<0,50	0,00	0,0	0,02	0,00	0,0
	NO ₂ ⁻	n.b.	n.b.	n.b.	0,014	0,00	0,0	<0,005	0,00	0,0
	PO ₄ ³⁻	<1,00	0,00	0,0	0,08	0,00	0,0	n.b.	n.b.	n.b.
	F ⁻	0,22	0,01	0,2	0,17	0,01	0,1	0,18	0,01	0,1
Summe Anionen		428,29	7,5	100,0	402,55	6,89	100,0	373,80	6,3	100,0
Gesamter Ionengehalt		565	mg/l		520	mg/l		480	mg/l	
		11,1	mmol/l		10,0	mmol/l		9,3	mmol/l	
Ionenbilanz (%)		-1,6			-5,8			-5,4		
Besondere Parameter (As) und undissoziierte Stoffe (H ₂ SiO ₃)										
	As (mg/l)	<0,001			<0,001			<0,001		
	H ₂ SiO ₃ (mg/l)	25,86			38,93			33,81		

Tabelle 11. Chemische Analysen der Proben aus den Pumpversuchen der Bohrungen Oggau, Gols und Kittsee.

Bohrung Gols

Die beiden in Gols erbohrten schluffigen Feinsandhorizonte (33–40 m, 101–108 m, M = je 7 m) weisen nach Kornsummen-Durchlässigkeitsanalysen eine kumulierte Aquifertransmissivität T von knapp $9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, nahezu $1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ auf. Die k_f -Werte nach Dupuit/Thiem u.a. Näherungsformeln (Hölting, 1980 und Hydro-Software PV Taf. 3), die der Kurzpumpversuch lieferte, sind mit $k_f = 5,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ($T = 8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$) im Mittel wesentlich günstiger. Es ist dies ein Hinweis, dass im Einzugsbereich des Entnahmetrichters bessere hydrogeologisch-hydraulische Verhältnisse herrschen. Für einen besseren Brunnenstandort wurde daher im Rahmen des Fortsetzungsprojektes BA 18/2010 eine geophysikalische Messkampagne festgelegt.

Denkbar wäre, dass durch geophysikalische Erkundung ein Bohrpunkt im näheren Umfeld gefunden werden könnte, der eine noch bessere Permeabilität und Ergiebigkeit, möglicherweise auch noch bis in größere Tiefe (4. Horizont?), aufweist. Eine diesbezügliche Untersuchung sollte im zukünftigen Projekt BA 18 möglich sein und dem geplanten großkalibrigen Brunnenbau zugutekommen.

Eine Extrapolation der wegen gespannter Verhältnisse nahezu linearen Q/s-Beziehung (Leistungsdiagramm siehe Taf. 3) zeigt, dass technisch eine Entnahmemenge von 10 l/s bei einer Betriebswasserspiegelabsenkung von lediglich -6,3 m erfolgen kann. Bei einer Wasserstandshöhe $H = 118 \text{ m}$ und einer maximal möglichen Absenkung von $H/2 = 59 \text{ m}$ wäre noch ausreichend Sicherheit gewährleistet, um die Entnahmemenge sogar zu verdoppeln (d.h. auf 20 l/s), ohne dass die Reynold'sche Zahl, die die Schleppkraft von Sand definiert, dabei überschritten würde. Auch die Oberkante der ersten Filterrohrstrecke in 28 m Tiefe würde noch ausreichend unter Wasser verbleiben. Ein ein- bis zweiwöchiger Dauerpumpversuch wird zur Abklärung höherer dynamischer Fließprozesse vorgeschlagen. Dabei stellt sich gleichzeitig die Frage, ob und inwieweit der derzeitige „alte“ Betriebsbrunnen des WLVNB darauf reagiert, was ebenfalls zu klären wäre.

Eine Mischprobe – vgl. Tab. 11, Abb. 32 –, aus allen gefassten Horizonten während des Pumpversuchs gezogen, ergab nicht nachweisbares Nitrat ($<0,5 \text{ mg/l}$). Gering höhere Eisen- und Mangangehalte, zwar physiologisch essentiell, bedürfen jedoch einer Trinkwasseraufbereitung.

Bohrung Kittsee

Zwei in Kittsee erbohrte schluffige Feinsandhorizonte (54–61 m, 74–81 m, M = je 7 m, k_f -Werte aus Kornsummenlinien $<4,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, Tab. 7) weisen eine kumulierte Aquifertransmissivität T von knapp $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ auf. Auswertungen aus

dem Pumpversuch nach acht Formeln (Hölting, 1980 und Formular der Hydro-Software PV, Taf. 4) ergaben ebenfalls, so wie in Gols, höhere Permeabilitäten ($k_f = 2,2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, $T = 3 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$). Bezüglich einer neuen optimierten Lokation eines zukünftigen Versorgungsbrunnens gilt dasselbe wie oben ausgeführt. Die hydraulischen Verhältnisse im Pannonium sind somit denen von Gols ähnlich, wenngleich hier am Bohrstandort Kittsee geringfügig ungünstiger.

Vielleicht wäre im näheren Umkreis auf einem noch durch die Geophysik zu optimierenden Bohrpunkt eine noch bessere Erschließbarkeit machbar. Es besteht die Möglichkeit, dies zukünftig zu untersuchen, und zwar noch vor dem geplanten großkalibrigen Brunnenbau mit der wasserrechtlich zu empfehlenden Fassung nur eines einzigen Horizonts, vorzugsweise des tieferen.

Eine Extrapolation der wegen gespannter Verhältnisse nahezu linearen Q/s-Beziehung (Leistungsdiagramm vgl. Taf. 4) zeigt, dass technisch eine Entnahmemenge von 10 l/s bei einer Betriebswasserspiegelabsenkung von -19,2 m erfolgen kann. Bei einer Wasserstandshöhe $H = 93 \text{ m}$ und einer maximal möglichen Absenkung von $H/2 = 46,5 \text{ m}$ wäre noch ausreichend Sicherheit vorhanden, um die Entnahme knapp auf die doppelte Menge (also $<20 \text{ l/s}$) zu steigern, ohne dass die Reynold'sche Zahl, die die Schleppkraft von Sand definiert, dabei überschritten würde. Allerdings würde die Oberkante der ersten kurzen, nur 4 m langen Filterrohrstrecke in 28–32 m Tiefe nicht mehr unter Wasser verbleiben. Jedoch ist dieser fest gelagerte Feinsand und Schluff ohnedies hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich irrelevant. Der geplante großkalibrige Trinkwasserversorgungsbrunnen sollte diesen Teufenabschnitt hinter der Verrohrung belassen und mit der wasserrechtlich zu empfehlenden Fassung nur eines einzigen Horizonts, vorzugsweise des tieferen, ausgebaut werden. Die derzeitige Kompaktonittrennung der hydraulisch nur durch örtliche und geringmächtige tonigere Zwischenlagen unterbrochenen, an sich jedoch einheitlichen Pannonabfolge ist hydrogeologisch nicht zu rechtfertigen, wie auch andere Tiefbohrungen in der Umgebung zeigten. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, nur eine einzige durchgehende Filterrohrtour von 54–93 m beim endgültigen Brunnenbau auszubauen.

Auch die gepumpten Mischwässer aus allen gefassten Horizonten sind sehr ähnlich denen von Gols (vgl. Tab. 11 und Abb. 32), was das Ca/Mg-Verhältnis, die kaum nachweisbaren Stickstoffverbindungen, das Mangan, die relativ geringen „mittelharten“ Härtegrade und die Gesamtmineralisierungen betrifft. Vorteilhaft ist hier der geringere, minimale Fe-Gehalt von nur 0,03 mg/l.

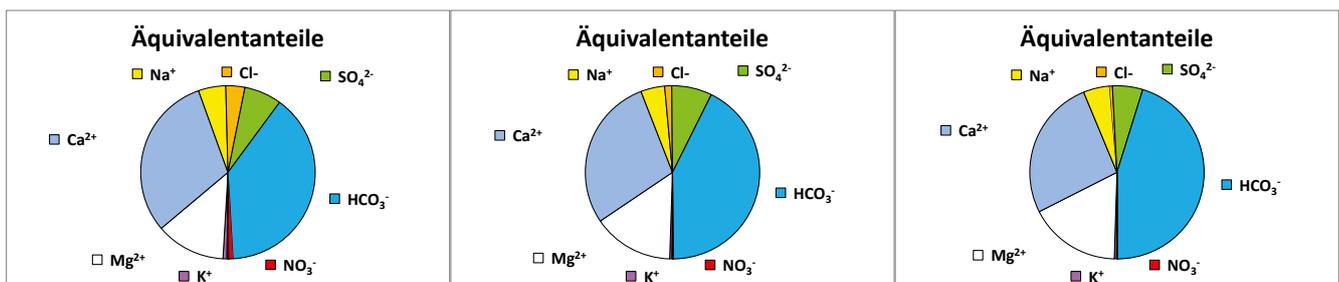


Abb. 32. Hauptionenverteilung der bei den Pumpversuchen entnommenen Wasserproben aus den Bohrungen Oggau (links), Gols (Mitte) und Kittsee (rechts).

Keine hydrochemischen und hydraulischen Daten liegen vom hinter die Rohre gesperrten quartären, kiesigen, oberflächennahen Grundwasserleiter vor. Die Vermutung liegt zwar nahe, dass infolge der geringmächtigen, nur 0,8 m

betragenden Deckschichten (fS + U) eine Verunreinigung vorliegen dürfte, Beweise dafür liegen jedoch nicht vor.

Erste Ergebnisse von isotonhydrologischen Analysen zeigen aus dem Pannonhorizont in Kittsee die niedrigsten

Bezeichnung	GBA-H: 78/646											
	Teufe 51 m			Teufe 61 m			Teufe 66 m			Teufe 90 m		
Feldparameter												
LF (µS/cm)	712			700			718			449		
pH	7,79			7,72			7,84			7,96		
Härten												
GH (°dH)	17,2			16,7			17,9			10,8		
KH (°dH)	14,1			13,8			15,4			10,8		
NKH (°dH)	3,0			2,9			2,5			0,0		
Kationen	mg/l	meq/l	eq%									
Na ⁺	18,6	0,81	11,41	18,6	0,81	11,68	18,3	0,80	10,87	14,3	0,62	13,35
Ca ²⁺	68,6	3,42	48,33	67,2	3,35	48,35	83,6	4,17	56,98	47,9	2,39	51,36
Mg ²⁺	32,8	2,70	38,12	31,7	2,61	37,63	26,8	2,21	30,17	17,6	1,44	31,02
K ⁺	4,5	0,12	1,63	5,0	0,13	1,84	4,3	0,11	1,50	6,4	0,16	3,49
Sr ²⁺	0,72	0,02	0,23	0,65	0,01	0,22	0,53	0,01	0,16	0,73	0,02	0,36
Li ⁺	0,132	0,02	0,27	0,127	0,02	0,26	0,131	0,02	0,26	0,113	0,02	0,35
NH ₄ ⁺	n.b.	n.b.	n.b.									
Fe ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	0,002	0,00	0,0
Mn ²⁺	<0,001	0,00	0,0	0,008	0,00	0,0	0,085	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Al ³⁺	<0,001	0,00	0,0	0,002	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	0,004	0,00	0,0
Cu ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Cr ³⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Cd ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Pb ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Zn ²⁺	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0	<0,001	0,00	0,0
Ba ²⁺	0,034	0,00	0,0	0,036	0,00	0,0	0,107	0,00	0,0	0,211	0,00	0,1
Summe Kationen	125,33	7,1	100,0	123,40	6,9	100,0	133,86	7,3	100,0	87,21	4,7	100,0
Anionen	mg/l	meq/l	eq%									
Cl ⁻	23,3	0,66	8,7	23,3	0,66	8,9	25,6	0,72	9,4	3,2	0,09	1,9
SO ₄ ²⁻	64,7	1,35	17,9	62,1	1,29	17,5	54,2	1,13	14,8	14,1	0,29	6,0
HCO ₃ ⁻	307,30	5,04	66,9	301,19	4,94	66,8	335,4	5,50	71,9	273,61	4,48	91,9
NO ₃ ⁻	29,2	0,47	6,2	30,0	0,48	6,5	17,8	0,29	3,7	<0,50	0,00	0,0
NO ₂ ⁻	n.b.	n.b.	n.b.									
PO ₄ ³⁻	<1,00	0,00	0,0	<1,00	0,00	0,0	<1,00	0,00	0,0	<1,00	0,00	0,0
F ⁻	0,34	0,02	0,2	0,33	0,02	0,2	0,26	0,01	0,2	0,25	0,01	0,3
Summe Anionen	424,83	7,5	100,0	416,80	7,4	100,0	433,23	7,6	100,0	291,18	4,9	100,0
Ges. Ionengehalt	550	mg/l		540	mg/l		567	mg/l		378	mg/l	
	10,9	mmol/l		10,7	mmol/l		11,2	mmol/l		7,5	mmol/l	
Ionenbilanz (%)	-6,2			-6,2			-4,4			-4,7		
Besondere Parameter												
As (mg/l)	<0,001			<0,001			<0,001			<0,001		
Undissoziierte Stoffe												
H ₂ SiO ₃ (mg/l)	25,86			26,92			29,56			31,73		

Tabelle 12.
Chemische Analysen der separat beprobten Grundwasserhorizonte der Bohrung Oggau.

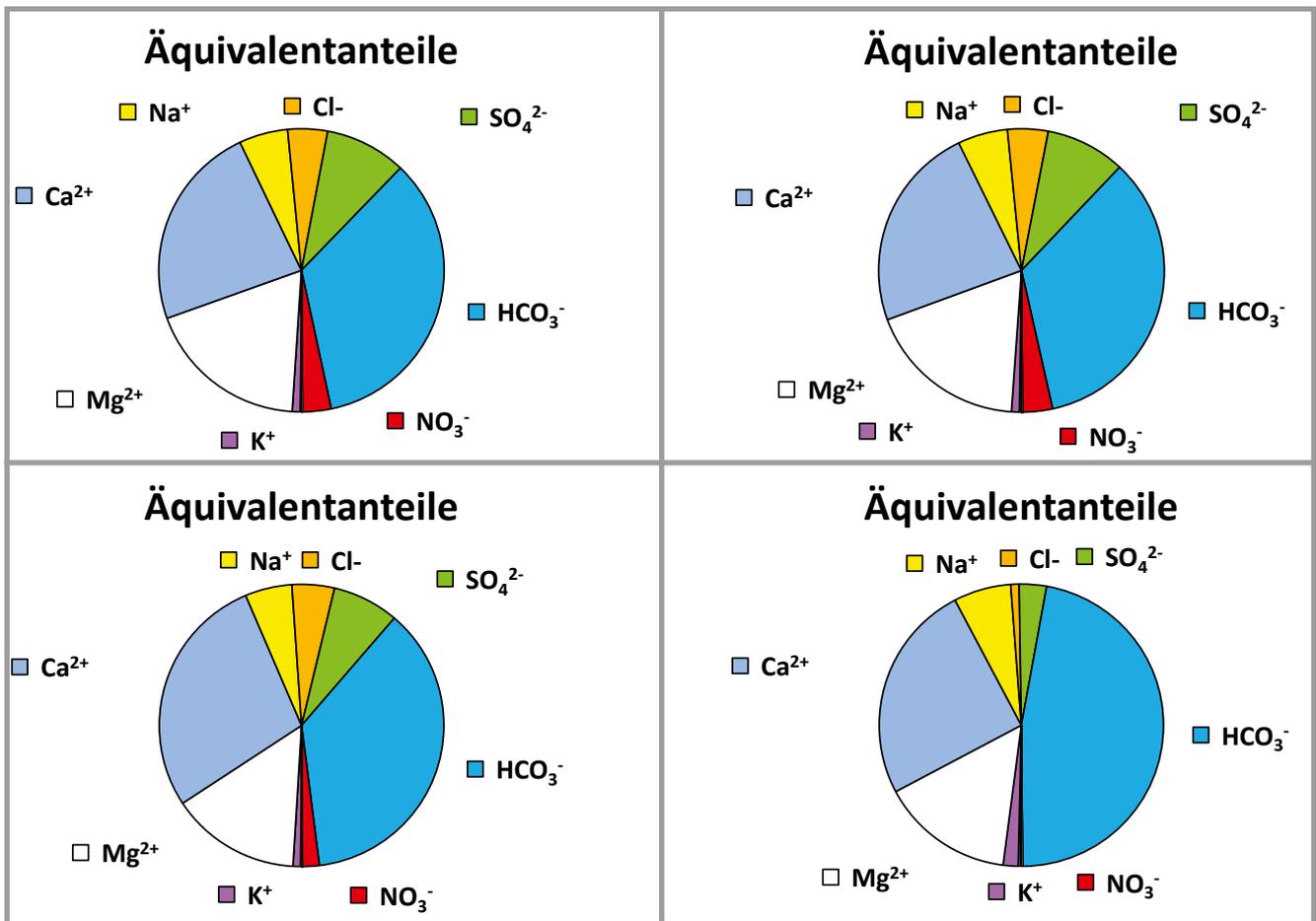


Abb. 33. Hauptionenverteilung der beprobten Grundwasserhorizonte aus der Bohrung Oggau. Oben links: Entnahmetiefe 51 m, oben rechts: Entnahmetiefe 61 m, unten links: Entnahmetiefe 66 m, unten rechts: Entnahmetiefe 90 m.

Werte für die stabilen Isotope Deuterium ²H und schweren Sauerstoff ¹⁸O (Tab. 10). Da auch das Tritium ³H unter der Nachweisgrenze vorliegt, kann angenommen werden, dass hier die ältesten, möglicherweise eiszeitlichen Wässer erschrotet wurden.

Etwas jüngere Tiefgrundwässer sind aufgrund der geringfügig angereicherten stabilen Isotope (Deuterium ²H und schwerer Sauerstoff ¹⁸O) in Gols angetroffen worden. Dies ist, obwohl das Tritium ³H noch immer unter der Nachweisgrenze liegt, ein Hinweis, dass in Gols eine bessere bzw. raschere Regeneration stattfindet als in Kittsee.

Eine noch bessere bzw. raschere Regeneration im Sinne wasserwirtschaftlicher Nachhaltigkeit ist in Oggau zu erwarten. Hier ist vor allem das stabile Isotop Deuterium ²H am wenigsten abgereichert. Da die mittleren Höhenlagen aller Einzugsgebiete sehr ähnlich im knappen Bereich von ca. 140–160 m.ü.A. liegen, kann auf einen vergleichbaren linearen ²H-¹⁸O-Exzess geschlossen werden. Insofern kann hier also nicht von einem unterschiedlichen Höhen- bzw. Temperatureffekt des Rechargegebietes ausgegangen werden. Die Wertedifferenzen begründen sich damit durch unterschiedliche Jahres- bzw. Verdunstungstemperaturen in der Eiszeit und postglazialen Periode. Die gemachten Aussagen, bezogen auf Wasseralter bzw. MVZ (mittlere Verweilzeiten) scheinen daher durchaus berechtigt.

Die Tritiumgehalte aufgrund der Kontaminationen durch atomare Tests in den 1960er Jahren sind aus der Atmo-

sphäre nahezu abgerechnet, was sich durch Werte meist im einstelligen Bereich niederschlägt. Auch durch die 50-jährige Verweilzeit im oberflächennahen Grundwasser sind diese aufgrund der Halbwertszeit des Tritium ³H nahezu zerfallen. Die Aktivitäten in T.U. (Tritium-Units) sind daher nur durch signifikant geringe Unterschiede noch zu interpretieren. Werte über 1 T.U. zeigen also einen aktuellen Rezentanteil des Niederschlags an. Dieser ist allerdings nur geringfügig in Oggau damit belegt.

Da der Leithakalk großteils ohne Deckschichtauflage an der Oberfläche direkt ansteht, kann Niederschlags- und Schneeschmelzwasser ungehindert und rasch in den verkarsteten Untergrund versickern. Natürlich ist aber auch infolge des Fehlens der geogenen Schutzschicht eine Schadstoffinfiltration bzw. die Migration von Dünger- und Pestizideluaten aus der Landwirtschaft prinzipiell möglich. Die im Vergleich höchsten gemessenen Isotopengehalte bestätigen diese Risiken, wie sie allgemein oberflächennahe Grundwässer im Wasserkreislauf aufweisen.

Deshalb wurde in der zukünftigen Ausbauempfehlung zu einem Trinkwasserbrunnen geraten, nur den tiefsten Horizont zu fassen. Dieser sollte dann möglichst tritiumfrei angetroffen werden können. Es ist nämlich bei der jetzigen Versuchsbohrung Oggau zu beachten, dass aus hangenden Filterrohrstrecken rascher migrierende Mischwässer aus seichteren Leithakalkabschnitten die Werte in der Rust-Formation quasi anreichern.

Resümee der Untersuchungen

Die ausgeführten tiefen Bohrungen zur weiteren Erschließung von Grundwasser-Horizonten wurden fachübergreifend studiert.

Die vorliegende Arbeit stellt die Ergebnisse der Bohrungen Oggau (GBA-H78/646), Gols (GBA-H79/820) und Kittsee (GBA-H61/833) vor.

Das fundamentale Gerüst bildet neben dem Bohrgut die Bohrdokumentation. Obwohl sie anhand der punktförmig gezogenen Proben teilweise zu detaillieren war, ist sie die primäre Quelle, da keine laufende geologische Bohrgutaufnahme stattfand. Die wesentlichen Inputs aus der Geophysik – DC-Profile und Bohrlochlogging –, wobei Letzteres leider nicht in Kooperation erfolgte, sowie die Vorort-Betreuung tragen zum Gelingen der gesetzten Bohrziele wesentlich bei. Korngrößenuntersuchungen aus dem Bohrgut sind wertvolle Beiträge für die lithofazielle Gliederung der Schichtfolge, hier aber ganz besonders von praktischer hydrogeologischer Relevanz. Die geologische Interpretation und damit auch die hydrogeologische Nutzung basiert auf der stratigraphischen Einstufung, die mittels der Mikropaläontologie gewährleistet werden konnte. Rohstoffgeo-

logische Aspekte konnten in der Untersuchung unverwitterter Kalkstein-Proben aus dem Leithakalk berücksichtigt werden. Die dabei ermittelten Ergebnisse sind innerhalb des gesteinschemischen Spektrums im Vergleich mit anderen Vorkommen interessant. Durch Fortführung derartiger Untersuchungen könnte nach Zusammenhängen zwischen der Wasserchemie und der Chemie der umgebenden Gesteine weitergeforscht werden.

Der hydrogeologische Nutzungsaspekt wurde somit in möglichst umfassender Weise in dieser Gemeinschaftsarbeit komplettiert.

Dank

Für die Beauftragung zur Durchführung der hydrogeologischen Voruntersuchungen und Bohrbetreuungen wird dem Wasserleitungsverband Nördliches Burgenland (Obmann Bgm. Ing. G. Zapfl, Betriebsleiter Dir. Dipl.-Ing. Dr. H. Herlicska, Koordinierungspartner Ing. G. Plank) gedankt. Insbesondere Herrn Betriebsleiter Dir. Dipl.-Ing. Dr. H. Herlicska ist die GBA für die wertvolle fachliche wasserwirtschaftliche Betreuung, kritische Diskussionen und die letzten Endes genialen Bohrpunktfestlegungen dankbar.

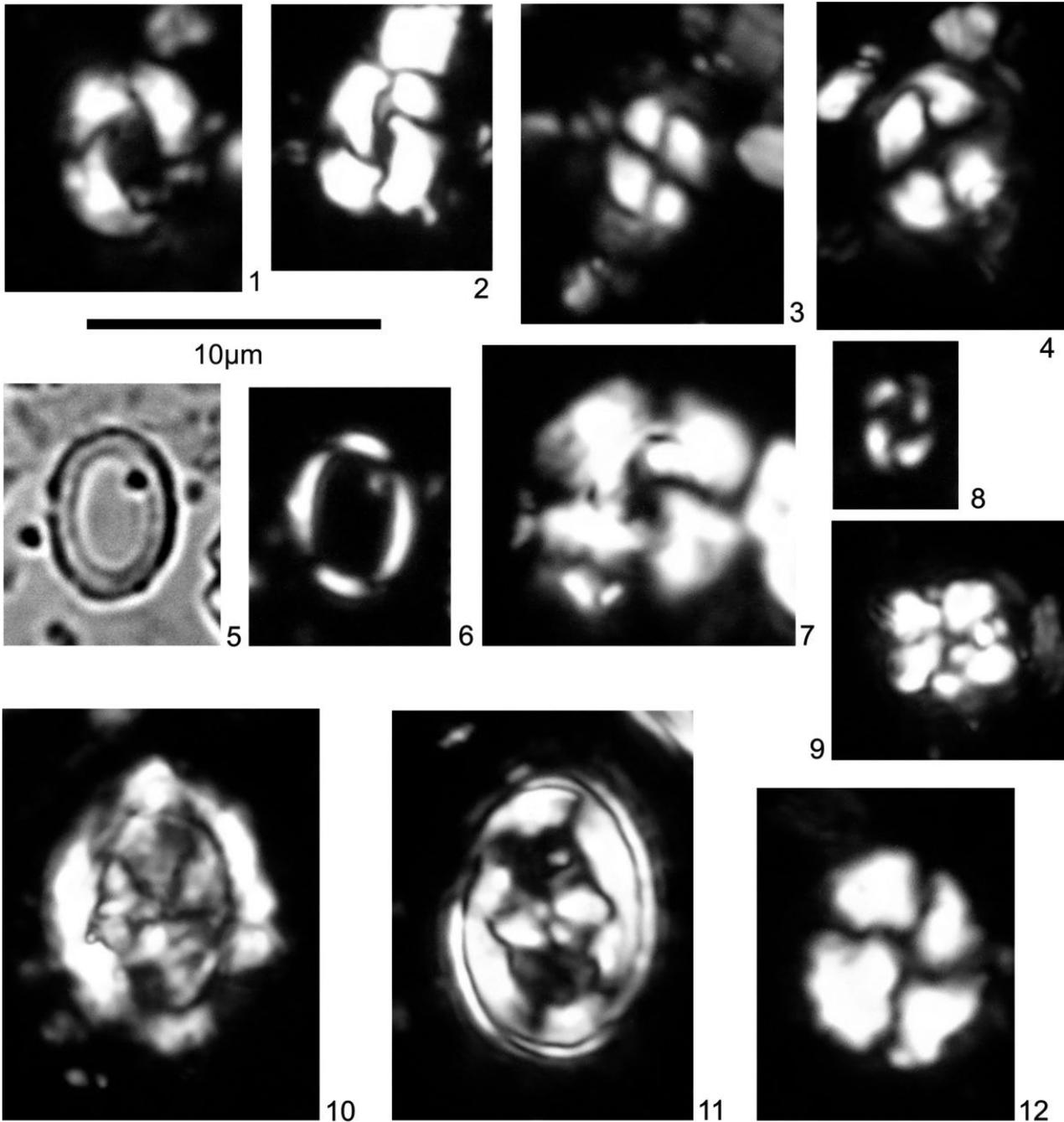
Literatur

- Bieber, G. & Römer, A. (2008): Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der hydrogeologischen Situation Parndorfer Platte (Bglid.) 2008. – In: Kollmann, W.: BBK-Bund-Bundesländerkooperation Forschungsprojekt BA 18, Geohydrologie der Parndorfer Platte, Unpubl. Endber., 68–105, Geol. B.-A., Wien.
- Bieber, G. & Römer, A. (2009a): Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der hydrogeologischen Situation zwischen St. Margarethen und Oslip. – Unpubl. Bericht zum Proj. EU-Aqua I, 25 S., Geol. B.-A., Wien.
- Bieber, G. & Römer, A. (2009b): Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der hydrogeologischen Situation in Oggau (Bglid.). – Unpubl. Bericht, 14 S., Geol. B.-A., Wien.
- Bieber, G., Jochum, B. & Römer, A. (2008): Geoelektrische Messungen südlich Kittsee. – In: Kollmann, W.: Forschungsprojekt: Hydrogeologisches Untersuchungsprogramm Bereich Pama – Kittsee, Unpubl. Bericht 2007/08, 40–55, Geol. B.-A., Wien.
- Boldizsár, I., Kollmann, W. & Surenian, R. (1991): Hydrogeologische Untersuchungen der Leithakalk-Formation im Neusiedlerseegebiet (Österreich/Ungarn). – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn: Teil 1, Geol. B.-A., 351–368, Wien.
- Din 5033-9 (1982): Farbmessung; Weißstandard für Farbmessung und Photometrie. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 3 S., Berlin.
- Din 6167 (1980): Beschreibung der Vergilbung von nahezu weißen oder nahezu farblosen Materialien. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1 S., Berlin.
- Folk, R.L. & Ward, W. (1957): Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. – *Journal of Sedimentary Petrology*, **27**, 23 pp., Tulsa.
- Fuchs, W., Herrmann, P. & Grill, R. (1985a): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 79 Neusiedl am See – 80 Ungarisch Altenburg – 109 Pamhagen. – Geol. B.-A., Wien.
- Fuchs, W., Wessely, G. & Grill, R. (1985b): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 61 Hainburg an der Donau – 62 Pressburg. – Geol. B.-A., Wien.
- Füchtbauer, H. (1959): Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. – *Erdöl und Kohle*, **12/8**, 605–613, Hamburg.
- Häusler, H. (2010): Erläuterungen zur Geologischen Karte, Blatt 78 Rust. – 192 S., Geol. B.-A., Wien.
- Herrmann, P., Pascher, G. & Pistotnik, J. (1993): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 78 Rust. – Geol. B.-A., Wien.
- Höltling, B. (1980): Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie. – 340 S., 103 Abb., Enke, Stuttgart.
- Kollmann, W. (2005): EU – Interreg III – Fortsetzung: Wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Grenzraum zu Ungarn Bereich St. Margarethen – Siegendorf (EU – Puszta II). – Unveröff. Endbericht zu Geophysik und Pumpversuchen für den Zeitraum 2004 bis 2005, 32 S., Geol. B.-A., Wien.
- Kollmann, W. (2008): EU – Interreg III – Fortsetzung: Wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Grenzraum zu Ungarn Bereich St. Margarethen – Siegendorf (EU – Puszta III). – Unveröff. Bericht zu Hydrogeologie und Geophysik sowie wasserwirtschaftliche Relevanz für den Zeitraum Jan.–Mai 2008, 97 S., Geol. B.-A., Wien.
- Kollmann, W. & Hadfi, J. (2003): EU – Interreg III – Studie: EU – Puszta I: Wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Grenzraum zu Ungarn Bereich St. Margarethen – Siegendorf – Mörbisch – Sopron. – Unveröff. Endbericht zu Bohrungen für den Zeitraum Sept. 2002 bis Aug. 2003, 19 S., Geol. B.-A., Wien.
- Kollmann, W., Ćorić, S., Moshhammer, B. & Rabeder, J. (2010): EU – Interreg III – Studie: Wasserwirtschaftliche Untersuchungen im Grenzraum zu Ungarn – Sopron. Bohrungen: Oggau, Gols, Kittsee. – Unveröff. Endbericht für den Zeitraum November 2009 bis April 2010, Geol. B.-A., Wien.
- Lipiarski, P. & Reitner, H. (1998): Wellmaster – a GIS-based Processing of Boreholedata. – ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications Ljubljana, Slovenia 17.–21. May 1998, 129–134, Ljubljana.

- Lourens, L., Hilgen, F., Shackleton, N.J., Laskar, J. & Wilson, D. (2004): Appendix 2. Orbital tuning calibrations and conversions for the Neogene period. – In: Gradstein, F., Ogg, J. & Smith, A. (Eds): A geologic time scale 2004, Cambridge University Press, 469–471, Cambridge.
- Malecki, G. (1985): SEDPAK. – Software-Entwicklung der Geologischen Bundesanstalt, Wien.
- Martini, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Proceedings of the II Planktonic Conference. – Ed Tecnoscienza, 739–785, Roma.
- Mühlendorfer Kreidefabrik (2010): Informationen zur Helligkeit (Weissgrad) aus den Produktspezifikationsseiten. Online in Internet: URL: <http://www.kreide.at> (Stand 17.11.2010).
- Müller, G. (1961): Das Sand-Silt-Ton-Verhältnis in rezenten marinen Sedimenten. – Neues Jahrb. d. Mineralogie, 148–163, Stuttgart.
- Önorm B 4401 (1985): Erd- und Grundbau. Erkundung durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben. Protokollierung. – Österreichisches Normungsinstitut, 15 S.
- Pascher, G., Herrmann, P., Mandl, G., Matura, A., Nowotny, A., Pahr, A. & Schnabel, W. (1999): Geologische Karte des Burgenlandes 1:200.000. – Geol. B.-A., Wien.
- Reitner, H. (2000): 3d Visualization and Analysis of Borehole Data with ArcView 3d Analyst. – Proceedings of 2nd ICGESA International Conference on GIS for Earth Science Applications, Mene-men – Izmir.
- Reitner, H., Malecki, G. & Roetzel, R. (2005): SEDPACWIN – SEDPACMAC Characterization of sediments by grain size analysis. – Geophysical Research Abstracts, 7, EGU General Assembly Vienna, 24.–29. April 2005, Wien.
- Richter, M. (1976): Einführung in die Farbmeterik. – Sammlung Göschen 2608, 216 S., Walter de Gruyter, Berlin.
- Römer, A. & Bieber, G. (2007): Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der hydrogeologischen Situation südlich Kittsee (Bgl.) 2007 (Geoelektrische Messungen zur Untersuchung der hydrogeologischen Situation in PAMA, Teil 2). – Bericht an den Wasserleitungsverband Nördl. Burgenland, 17 S., Geol. B.-A., Wien.
- Schmid, C., Köppl, H. & Schön, J. (2010a): Geophysikalische Bohrlochmessungen in der Bohrung Oggau. – Unpubl. Endber., 11 S., Inst. f. Wasserressourcenmanagement, Joanneum Research, Leoben.
- Schmid, C., Köppl, H. & Schön, J. (2010b): Geophysikalische Bohrlochmessungen in der Bohrung Gols Brunnen 1. – Unpubl. Endber., 8 S., Inst. f. Wasserressourcenmanagement, Joanneum Research, Leoben.
- Schmid, C., Köppl, H. & Schön, J. (2010c): Geophysikalische Bohrlochmessungen in der Bohrung Kittsee Versuchsbrunnen 1. – Unpubl. Endber., 9 S., Inst. f. Wasserressourcenmanagement, Joanneum Research, Leoben.
- Schnabel, W. (Hrsg.) (2002): Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000. Legende und kurze Erläuterung. – 47 S., Geol. B.-A., Wien.
- Zellcheming (1990): Prüfung von Füllstoffen und Pigmenten für Papier, Karton und Pappe: Farbmessung nach dem Dreibereichsverfahren. Merkblatt V/27.5/90. – Zellcheming – Verein der Zellstoff- und Papier-Chemiker und Ingenieure, 4 S., Darmstadt.

Eingelangt: 24. November 2010, Angenommen: 25. November 2010

Tafel 1

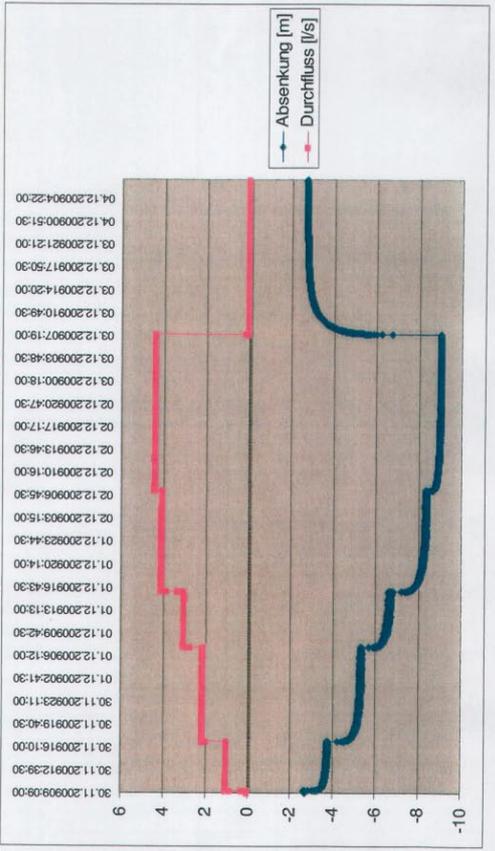


Kalkiges Nannoplankton von den Bohrungen Oggau und Kittsee

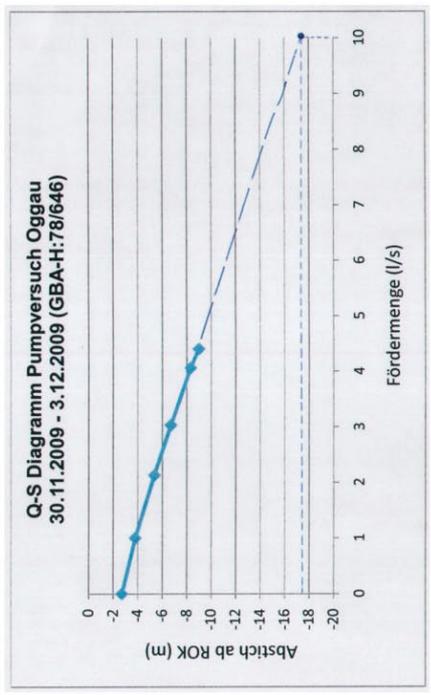
- Fig. 1: *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (Gartner, 1967) Gartner, 1969. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 2: *Reticulofenestra gelida* (Geitzenauer, 1972) Backman, 1978. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 3: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1871) Schiller, 1930. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 4: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1871) Schiller, 1930. Bohrung Kittsee Probe 33 m.
- Figs. 5, 6: *Coronocyclus nitescens* (Kamptner, 1963) Bramlette & Wilcoxon, 1967. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 7: *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 8: *Reticulofenestra haqii* Backman, 1978. Bohrung Oggau, Probe 62,6 m.
- Fig. 9: *Micula decussata* Vekshina, 1959. Bohrung Kittsee, Probe 33 m.
- Fig. 10: *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, 1959. Bohrung Kittsee, Probe 33 m.
- Fig. 11: *Zeugrhabdotus embergeri* (Noel, 1959) Perch-Nielsen, 1984. Bohrung Kittsee, Probe 33 m.
- Fig. 12: *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch-Nielsen, 1968. Bohrung Kittsee, Probe 33 m.
- Figs. 9–12: umgelagert aus Mesozoikum.



Brunnen Oggau



Fördermenge (l/s)	Quasistationärer Zustand (m ab ROK)
0,00	-2,71
1,00	-3,80
2,13	-5,37
3,03	-6,72
4,06	-8,35
4,40	-9,02



H Y D R O _ Software (erstellt durch Dr. W. KOLLMANN & DI. S. SHADLAU)
 Geologische Bundesanstalt Fachabteilung Hydrogeologie
 Neulinggasse 38 A-1030 Wien
 Durchlässigkeitsbeiwerte, Transmissivität, nutzbare Porosität, spezif. Ergiebigkeit, Reichweite des Absenkungstrichters, Q für 500 mm Bohrdurchmesser und halbe Entnahmebreite durch Pumpversuche.

 Projekt: EU-Aqua
 GBA-H: H78/646
 Entnahmestelle: Oggau
 Koord.: BMN
 Länge: 774827.25
 Breite: 300433.21
 Seehöhe (GOK m.ü.A.): 120.26
 Brunnen- bzw. Bohrloch- Radius r(m): 0.124
 Standrohrspiegelfaeille vor Beginn des PV l(m/m): Keine Messung
 Förderrate Q(l/s): 4.4
 Aquifermächtigkeit M(m): 36.0
 Endtiefe ET(m): 90.20
 Ruhe-GW-Spiegel,(RGW), ROK(m): 2.71
 Datum: 30.11.2009
 Stationärzustand,(Stat.),ROK(m): 9.02
 Absenkungsbetrag s(m): 6.31
 Wiederanstieg nach 100 sec, GW1 (m): 5.96
 Wiederanstieg nach 1000 sec, GW2 (m): 4.76
 Bereichfaktor C: 40

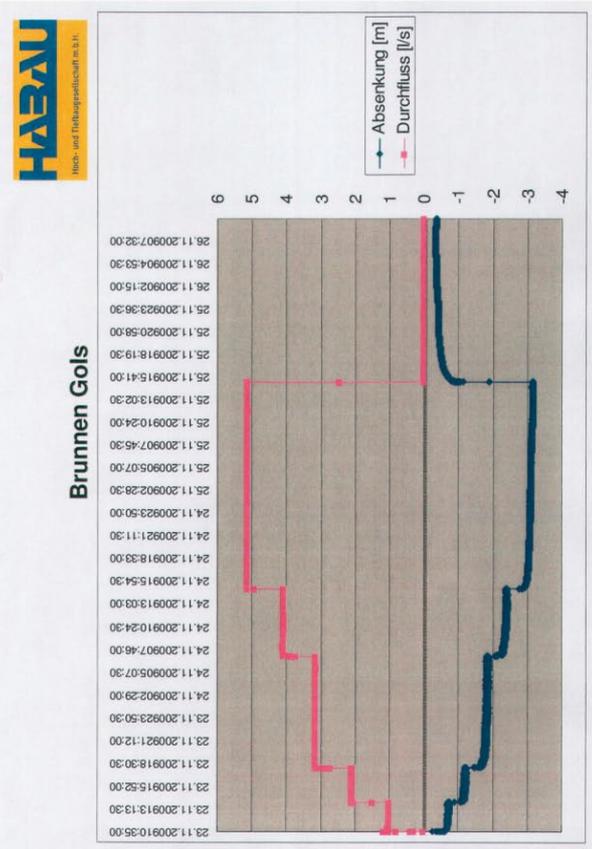
Kf1= 2.6E-05(m/s)
 Kf2= 1.9E-05(m/s)
 Kf3= 1.4E-03(m/s)
 Kf4= 8.3E-06(m/s)
 Kf5= 2.9E-07(m/s)
 Kf6= 6.1E-07(m/s)
 Kf7= 4.9E-05(m/s)
 Kf8= 1.9E-05(m/s)

KRUSEMAN &RIDDER (1973)
 JAECKLI (1970)
 AICHINGER (1954)
 HOELTING (1980)
 N.RICHTER & W.LILLICH(1975) und B. HOELTING (1980)
 G. SCHULER (1973)
 KIRGIS (1967)
 HOELTING (1980)

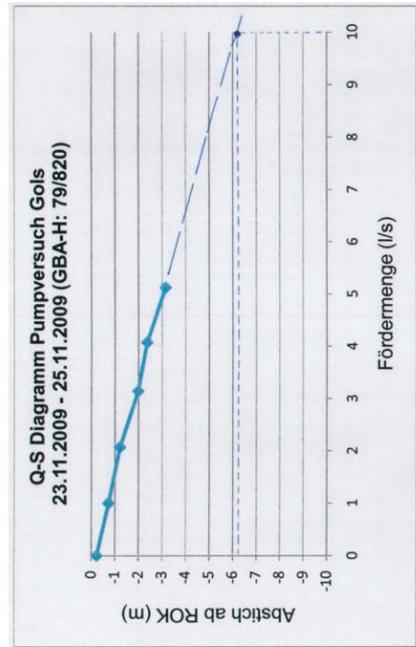
Kfmittel= 1.9E-04(m/s)
 T= 6.87 E-03 (m2/s)
 P= 7.7 (%)
 E= 0.70 (l/s.m)
 R= 261.6 (m)
 Q500= 6.25 (l/s)
 B/2= Keine Messung(m)

Transmissivität
 Nutzbare Porosität nach MAROTZ
 Spezif. Ergiebigkeit
 Reichweite des Absenkungstrichters nach SICHARDT
 Q fuer 500 mm Bohrdurchmesser nach NOUTIER
 Halbe Entnahmebreite nach TODD

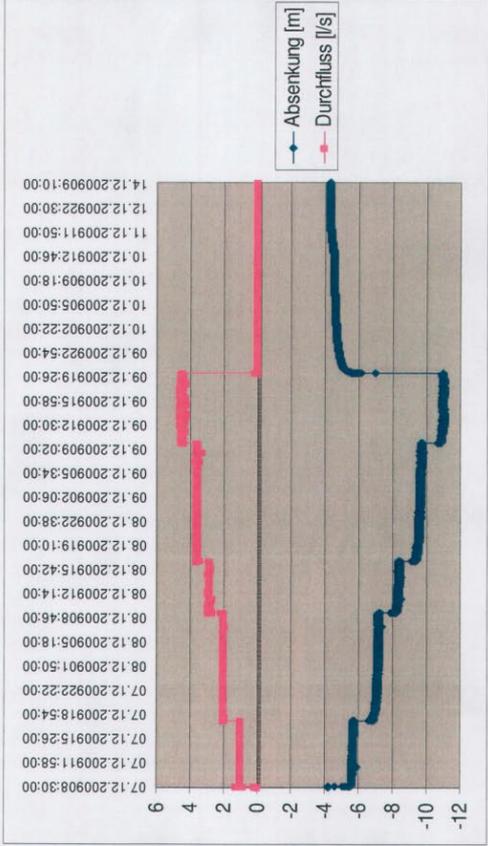
H Y D R O _ Software (erstellt durch Dr. W. KOLLMANN & DI.S.SHADLAU)
 Geologische Bundesanstalt Fachabteilung Hydrogeologie
 Neulinggasse 38 A-1030 Wien
 Durchlässigkeitsbeiwerte, Transmissivität, nutzbare Porosität, spezif. Ergiebigkeit,
 Reichweite des Absenkungstrichters, Q für 500 mm Bohrochdurchmesser
 und halbe Entnahmebreite durch Pumpversuche.
 Projekt: EU-Aqua
 GBA-H: H79/820
 Entnahmestelle: Gols
 Koord.: BMN
 Länge: 794232.88
 Breite: 306377.95
 Seehöhe (GOK m.ü.A.): 124.25
 Brunnen- bzw. Bohrlloch- Radius r(m): 0.110
 Standrohrspiegelgefälle vor Beginn des PV l(m/m): Keine Messung
 Förderrate Q(l/s): 5.12
 Aquifermächtigkeit M(m): 14.00
 Endtiefe ET(m): 119.00
 Ruhe-GW-Spiegel,(RGW), ROK(m): 0.23
 Datum: 23.11.2009
 Stationärzustand,(Stat.),ROK(m): 3.16
 Absenkungsbetrag s(m): 2.93
 Wiederanstieg nach 100 sec, GW1 (m): 1.03
 Wiederanstieg nach 1000 sec, GW12 (m): 0.78
 Bereichfaktor C: 45.00
 Kf1= 1.7E-04(m/s) KRUSEMAN &RIDDER (1973)
 Kf2= 1.2E-04(m/s) JAECKLI (1970)
 Kf3= 4.0E-03(m/s) AICHINGER (1954)
 Kf4= 1.5E-05(m/s) HOELTING (1980)
 Kf5= 1.5E-07(m/s) N.RICHTER & W.LILLICH(1975) und B. HOELTING (1980)
 Kf6= 3.5E-07(m/s) G. SCHULER (1973)
 Kf7= 3.6E-05(m/s) KIRGIS (1967)
 Kf8= 2.7E-04(m/s) HOELTING (1980)
 Kfmittel= 5.7E-04(m/s)
 T= 8.02E-03 (m2/s) Transmissivität
 P= 12.60 (%) Nutzbare Porosität nach MAROTZ
 E= 1.75 (l/s,m) Spezif. Ergiebigkeit
 R= 210.40 (m) Reichweite des Absenkungstrichters nach SICHARDT
 Q500= 7.72 (l/s) Q fuer 500 mm Bohrdurchmesser nach NOUTIER
 B/2= Keine Messung (m) Halbe Entnahmebreite nach TODD



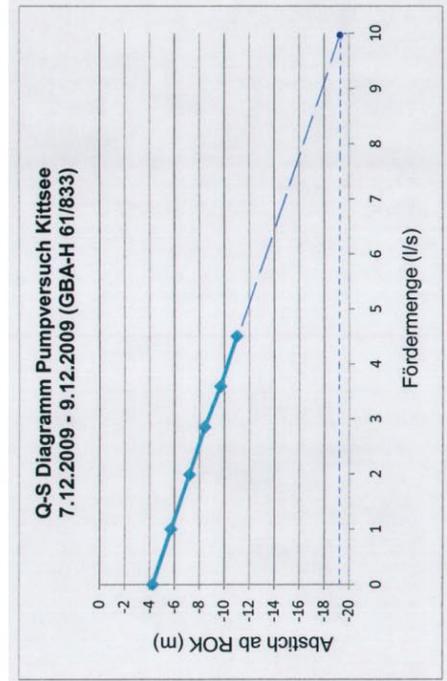
Fördermenge (l/s)	Quasistationärer Zustand (m ab ROK)
0,00	-0,23
1,00	-0,73
2,07	-1,22
3,14	-2,00
4,07	-2,38
5,12	-3,16



Brunnen Kittsee



Fördermenge (l/s)	Quasistationärer Zustand (m ab ROK)
0,00	-4,26
1,00	-5,73
1,99	-7,22
2,85	-8,46
3,59	-9,72
4,50	-11,02



HYDRO-Software (erstellt durch Dr. W. KOLLMANN & DI.S.SHADLAU)
 Geologische Bundesanstalt Fachabteilung Hydrogeologie
 Neulinggasse 38 A-1030 Wien
 Durchlässigkeitsbeiwerte, Transmissivität, nutzbare Porosität, spezif. Ergiebigkeit,
 Reichweite des Absenkungstrichters, Q für 500 mm Bohrdurchmesser
 und halbe Entnahmebreite durch Pumpversuche.

Projekt: EU-Aqua
 GBA-H: H61/833
 Entnahmestelle: Kittsee
 Koord.: BMN
 Länge: 803174.99
 Breite: 326866.45
 Seehöhe (GOK m.ü.A.): 136.84
 Brunnen- bzw. Bohrloch- Radius r(m): 0.110
 Standrohrspiegelgefälle vor Beginn des PV (l/m/m): Keine Messung
 Förderrate Q(l/s): 4.50
 Aquifermächtigkeit M(m): 14.00
 Endtiefe ET(m): 95.00
 Ruhe-GW-Spiegel,(RGW), ROK(m): 4.26
 Datum: 07.12.2009
 Stationärzustand,(Stat.),ROK(m): 11.02
 Absenkungsbetrag s(m): 6.76
 Wiederanstieg nach 100 sec, GW11 (m): 6.00
 Wiederanstieg nach 1000 sec, GW12 (m): 5.38
 Bereichfaktor C: 35.00

Kf1= 7.6E-05(m/s) KRUSEMAN & RIDDER (1973)
 Kf2= 4.8E-05(m/s) JAECKLI (1970)
 Kf3= 1.5E-03(m/s) AICHINGER (1954)
 Kf4= 7.6E-06(m/s) HOELTING (1980)
 Kf5= 2.2E-07(m/s) N.RICHTER & W.LILLICH(1975) und B. HOELTING (1980)
 Kf6= 5.2E-07(m/s) G. SCHULER (1973)
 Kf7= 4.2E-05(m/s) KIRGIS (1967)
 Kf8= 9.5E-05(m/s) HOELTING (1980)

Kmittel= 2.2E-04(m/s)
 T= 3.12E-03 (m2/s) Transmissivität
 P= 8.40 (%) Nutzbare Porosität nach MAROTZ
 E= 0.66 (l/s.m) Spezif. Ergiebigkeit
 R= 302.70 (m) Reichweite des Absenkungstrichters nach SICHARDT
 Q500= 6.78 (l/s) Q fuer 500 mm Bohrdurchmesser nach NOUTIER
 B/2= Keine Messung (m) Halbe Entnahmebreite nach TODD