



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Hydrogeologische, sedimentologische und
tonmineralogische Untersuchungen im Gebiet des
Neusiedler Sees.“

Verfasser und Verfasserin

Gregor Dober B.Sc. und Romana Gritzmann B.Sc.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (M.Sc)

Wien, Oktober 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 815

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Erdwissenschaften

Betreuerin / Betreuer:

Ao. Univ. Prof. Dr. Hermann Häusler

DANKE!

An erster Stelle gilt unser Dank unserem Betreuer Herrn Prof. Dr. Hermann Häusler, der uns mit seinem Enthusiasmus für den Neusiedler See und die Wässer und Lacken in dessen Umgebung über Monate begeistern konnte. Er plante die Probenahme und führte diese mit uns gemeinsam durch und bei der Beantwortung von Fragen spielte Zeit nie eine Rolle.

Für die naturschutzbehördliche Ausnahmegenehmigung zur Probenahme von Böden und Grundwasser im Nationalpark Neusiedler See wird dem Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 5 –Anlagenrecht, Umweltschutz und Verkehr (Zahl 5-N-A1007/528-2013) sowie für die Ausnahmegenehmigung vom Fahrverbot in den Gemeinden des „Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel“ der Bezirkshauptmannschaft Neusiedl am See, Referat Verkehrsrecht (Zahl ND-10-05-3239-3-2013), bestens gedankt.

Prof. Wilfried Körner und Wolfgang Obermaier möchten wir für die Hilfe bei der Analyse der SEE und der Kationen und Anionen danken.

Der mineralogische Dank gilt Dr. Franz Ottner und Dr. Karin Wrisessnig, die nicht nur das Labor, sondern auch ihre ständige, geduldige Beratung zur Verfügung stellten.

Prof. Michael Wagreeich möchten wir danken, da er uns den Backenbrecher zu jeder beliebigen Zeit überließ.

Nicht zuletzt wollen wir unseren Eltern einen sehr großen Dank aussprechen, die uns das Studium ermöglichten und uns zu jeder Zeit unterstützten.

ERKLÄRUNG

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst haben und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet haben. Diese Arbeit wurde daher weder an einer anderen Stelle eingereicht (z. B. für eine andere Lehrveranstaltung) noch von anderen Personen (z. B. Arbeiten von anderen Personen aus dem Internet) vorgelegt.

Wir haben uns bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuchen wir um Meldung bei uns.

Wien, November 2014

Romana Gritzmann & Gregor Dober

Zusammenfassung Teil 1 [Gritzmann]

Die Arbeit behandelt das Einzugsgebiet rund um den Neusiedler See, der sich im Burgenland, Österreich, befindet. Eine enorme Diversität zeigt der Seewinkel wie auch das gesamte Gebiet des Neusiedler Sees hinsichtlich hydrogeologischer und sedimentologischer Parameter. Ein besonderes Augenmerk wird auf den von Franz und Husz (1961) beschriebenen „salzführenden Horizont“, welcher vorwiegend hohe Konzentrationen an Natriumkarbonat und Natriumsulfat aufweist, gelegt. Innerhalb dieses Horizonts werden hauptsächlich Illite, Kaolinite sowie Chlorite festgestellt. Der Smektitgehalt ist äußerst gering, was infolgedessen auch für den Montmorillonit, welcher den Smektiten zuzuordnen ist, gilt. Diesen Angaben nach ergeben sich keine Hinweise auf eine Beteiligung vulkanischer Ablagerungen bei der Bildung des salzführenden Horizonts. Alle Proben weisen erhöhte Mengen an Dolomit und Kalzit auf, was sich durch die Nähe des Leithagebirges erklären lässt.

Darüber hinaus wurden Bohrprofile im Bereich der Lacken des Seewinkels aufgenommen und miteinander verglichen. Da im jüngsten Pannon im Seewinkel ein fluviatiles, terrestrisches Environment herrschte (Häusler & Heischmann, 2009), wird der Annahme, dass die Entstehung der Lacken auf die Paläo-Donau zurückzuführen ist, mit Hilfe der Vergleichsbohrungen nachgegangen. Die Bohrungen zeigen, dass die Lackenränder sandige-kiesige und die zentralen Bereiche der Lacken tonige-schluffige Korngrößen aufweisen. Die feinkörnigen Bereiche werden mit Gleithängen und die grobkörnigen Bereiche mit Prallhängen ehemaliger Kanäle der Paläo-Donau begründet. Des Weiteren werden die einzelnen Lacken Typusprofilen anastomosierender und mäandrierender Flüsse zugeordnet. Von 7 Lacken werden 3 Lacken dem anastomosierenden Fluss, 3 Lacken dem sandig mäandrierenden und 1 Lacke dem sandig-kiesig mäandrierenden Fluss zugeordnet.

Zusammenfassung Teil 2 [Dober]

Ein weiterer Teil befasst sich mit Wässern rund um den Neusiedler See. Diese wurden untereinander verglichen, um die „Aszendenztheorie“ von Tauber (1965) zu überprüfen, welche besagt, dass hochmineralisierte, saline Wässer aus tieferen Aquiferen an Störungen aufsteigen. Außerdem wird mit Hilfe hydrochemischer Resultate versucht

Wechselwirkungsprozesse unterschiedlicher Grundwasserstockwerke zu erkennen. Unter anderem soll in dieser Arbeit festgestellt werden, ob sich Selten-Erd-Elemente (SEE) sowie Spurenelemente als Tracer-Elemente eignen, um die Rechargegebiete zu lokalisieren.

Bei einigen Wasserproben, die in der Nähe des Leithagebirges genommen wurden, konnte aufgrund des Verhältnis der Äquivalentkonzentrationen $(Ca^{2+} + Mg^{2+})/HCO_3^-$, welches kleiner als 1 ist, festgestellt werden, dass es sich hierbei um Ionenaustauschwässer handelt. Ionenaustauschwässer kommen typischerweise in einer Übergangszone zwischen zwei Grundwasserkörpern vor. In den oberflächennahen, quartären Wässern konnte im Regelfall kein Ionenaustausch festgestellt werden.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die „Aszendenztheorie“ eine Erklärung für Wässer sein kann, welche entlang von Brüchen an die Oberfläche treten. Ein Beispiel dafür wäre das artesisch gespannte, natriumchloridhaltige Wasser der Bartholomäusquelle in Illmitz, die sich am südlichen Ende des Mönchhofer Bruchs befindet. Jedoch tritt dieses Wasser nicht natürlich an die Oberfläche, sondern wurde im Jahr 1931 erbohrt und ist somit nicht eindeutig aufsteigendem Wasser zuordenbar. Im Bereich des Seewinkels kommt es zu weiteren mineralischen Anreicherungen, die nicht mit tektonischen Störungen beziehungsweise Klüften erklärt werden können, wozu beispielsweise die natriumsulfathaltigen Wässer im störungsfreien Bereich von Apetlon zählen. Die hydrochemischen Ergebnisse der Wasserproben und der Ton-Eluate lassen vermuten, dass diese im Austausch mit den salzreichen Lacken an der Oberfläche stehen, wo es durch Verdunstung zu Konzentrierung und Ausfällung von Salzen kommen kann. Durch Niederschläge lösen sich diese Salze und sickern in die räumlich nur sehr begrenzt vorkommenden Grundwasserlinsen. Dieser Vorgang würde auch lokal vorkommende, hohe Salzkonzentrationen der Böden erklären.

Abstract part 1 [Gritzmann]

This thesis examines the drainage area around the “Neusiedler See” (Lake Neusiedl), which is located in Burgenland, a federal state of Austria. The Seewinkel as well as the entire area of the lake are characterized by an enormous diversity in terms of hydrogeological and sedimentological parameters. The focus lies on the saline soil horizon described by Franz and Husz (1961) that presents primarily high concentrations of sodium carbonate and sodium sulfate. This horizon mainly contains illite, kaolinite as well as chlorite. The concentration of smectite is nominal, which results in a very low concentration of montmorillonites, since montmorillonite belong to the smectite group. All samples present increased amounts of dolomite and calcite, which stems from the proximity of the “Leithagebirge” (Leitha Mountains).

Furthermore, cross sections have been compiled in the area of the Seewinkel “Lacken” (ponds) and compared with each other. Since in the youngest Pannonian time, there was a fluvial, terrestrial environment (Häusler & Heischmann, 2009) in the Seewinkel, the assumption that the “Lacken” find their origin in the paleo-Danube is verified by comparing the drill holes. The comparison reveals a difference regarding the grain size: the edges of the “Lacken” present sandy- gravelly and the central areas of the “Lacken” clayey- silty grain sizes. The fine-grained areas were caused by point bars and the coarse-grained areas by undercut banks of former channels of the paleo-Danube. Moreover each of the “Lacken” is dedicated to typical anastomosing and meandering profiles. 3 out of 7 “Lacken” get assigned to the anastomosing river, another 3 to the sandy meandering and 1 of the “Lacken” to the gravel-sand meandering river.

Abstract part 2 [Dober]

Another part of this thesis addresses the waters around the Neusiedler See. They were compared with each other in order to examine Tauber’s (1965) theory that claims that highly mineralized, saline waters rise from deeper aquifers at interferences.

Some of these saline waters presumably exchange water with the salt-containing “Lacken” on the surface, where the concentration and precipitation of salts often occur because of evaporation. These salts get dissolved by precipitation and then, seep into the perched groundwater, which only exists in a localized manner.

Furthermore, the results reveal that Taubers theory of rising, highly mineralized waters could be a possible explanation for waters which are rising to the surface along fractures. As an example serves the artesian, sodium chloride containing water, which can be found in the "Bartholomäusquelle" located at the southern end of the "Mönchhofer Bruch". Nevertheless, these waters do not come naturally to the surface but rather due to a drill hole in the year 1931, which leads to the fact that the water is not unequivocally classifiable. In the area of the Seewinkel there is a huge number of waters that cannot be explained from faults aquifers such as the sodium sulfate containing water of Apetlons' not dislocated area. Based on the hydrochemical results of the water samples and the clay eluate, an interchange between the analyzed water and the soda containing "Lacken" could be assumed. Evaporation could lead to the concentration and precipitation of the salts. Precipitation (rainfall) causes the dissolution of these salts so that the salts could seep into the perched groundwater, which only exists in local water pockets. The high concentration of the saline soil could also be explained by this process.

Inhalt

Zusammenfassung Teil 1 [Gritzmann]	4
Zusammenfassung Teil 2 [Dober].....	4
Abstract part 1 [Gritzmann].....	6
Abstract part 2 [Dober]	6
1 Einführung [Gritzmann/Dober]	11
1.1 Hinführung zum Thema der Arbeit [Gritzmann]	11
1.2 Fragestellung [Gritzmann].....	12
1.2.1 Tonmineralbestand und sedimentologische Aufnahmen [Gritzmann].....	13
1.2.2 Vergleichsbohrungen von Lacken [Gritzmann]	13
1.2.3 Hydrogeologie [Dober].....	14
1.3 Die Bodenverhältnisse des Seewinkels [Gritzmann]	15
1.3.1 Salzführender Horizont	15
1.3.2 Vulkanismus im Burgenland	19
1.4 Die Lacken des Seewinkels und deren Entstehung [Gritzmann]	20
1.4.1 Allgemeine Informationen zu den einzelnen Lacken	21
1.4.2 Hypothesen zur Entstehung der Salzlacken des westlichen und zentralen Seewinkels	25
1.4.3 Flusssysteme	30
1.5 Geologie und Hydrogeologie des Arbeitsgebietes [Dober]	31
Paläogen – Neogen.....	31
Badenium.....	33
Sarmatium.....	33
Pannonium	34
1.5.1 Leithagebirge.....	35
1.5.2 Ruster Hügelland.....	35
1.5.3 Parndorfer Platte	36
1.5.4 Seewinkel	37
1.5.5 Wulkaebene	38
1.6 Hydrochemie [Dober]	39
1.6.1 Fällungs- beziehungsweise Lösungsprozesse	39
1.6.2 Ionenaustauschprozesse	40
1.6.3 Sorption	40
1.7 Einteilung der Wässer [Dober]	41
1.7.1 Klassifizierung nach Davis & De Wiest (1969)	41

1.7.2 Modifizierte Klassifizierung der Wässer nach Furtak und Langguth (1967)	41
2 Methodik [Gritzmann/Dober]	43
2.1 Geländemethodik [Gritzmann]	43
2.1.1 Sedimentprobenahme [Gritzmann]	44
2.1.2 Flachbohrungen [Gritzmann]	44
2.1.3 Wasserprobenahme [Dober]	44
2.1.4 Gemessene In situ Parameter [Dober]	46
2.2 Labormethodik	49
2.2.1 Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen der Tonproben [Gritzmann]	49
2.2.2 Wasser [Dober]	51
2.3 Gerätebeschreibung [Dober]	58
2.3.1 Beschreibung IC (Ionenchromatographie)	58
2.3.2 Beschreibung der ICP-AES (Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry)	60
2.3.3 Beschreibung der ICP-MS (induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie)	63
3 Ergebnisse [Gritzmann/Dober]	65
3.1 Charakterisierung des „salzführenden Horizonts“ [Gritzmann]	65
3.1.1 Korngrößenbeschreibung	65
3.1.2 Gesamtmineralverteilung	67
3.1.3 Tonmineralogie	68
3.2 Profilaufbau im Niveau des „salzführenden Horizonts“ im Bereich der Lacken [Gritzmann]	70
3.2.1 Illmitzer Zicksee	70
3.2.2 Obere Hölllacke	73
3.2.3 Kühbrunnlacke	76
3.2.4 Oberer- und Unterer Stinkersee	78
3.2.5 Sechsmahdlacke	80
3.2.6 Lange Lacke und Katschitzlacke	84
3.2.7 Östliche Wörtenlacke	92
3.3 Geochemische Analyse [Dober]	95
3.3.1 Übersicht aller analysierten Wässer	98
3.3.2 Oberflächenwässer	101
3.3.3 Artesische Wässer	108
3.3.4 Thermalwässer	116
3.3.5 Oberflächennahe Grundwässer	123
4 Interpretation und Diskussion [Gritzmann/Dober]	132

4.1 Interpretation und Diskussion der sedimentologischen und tonmineralogischen Ergebnisse des „salzführenden Horizonts“ [Gritzmann]	132
4.2 Interpretation und Diskussion der Entstehung der Lacken [Gritzmann]	133
4.3 Interpretation der Flusssystemzuordnung der Paläo-Donau [Gritzmann]	140
4.4 Interpretation und Diskussion der geochemischen Ergebnisse [Dober].....	143
4.4.1 Der Westen des Neusiedler Sees	143
4.4.2 Der Osten des Neusiedler Sees	148
5 Conclusio und Ausblick [Gritzmann/Dober].....	152
5.1 Conclusio und Ausblick Teil 1 [Gritzmann]	152
5.2 Conclusio und Ausblick Teil 2 [Dober].....	153
Quellenverzeichnis	155
Abbildungsverzeichnis.....	162
Tabellenverzeichnis.....	165
Anhang 1 Probenbeschreibung	166
Anhang 2 Korngrößenverteilungen	176
Anhang 3 Röntgendiffraktogramme	191
Anhang 4 Gesamt- und Tonmineralgverteilung.....	199
Anhang 5 Verteilung der Lackenbodensedimente (Steiner, 1994)	201
Anhang 6 Ergebnisse der hydrochemischen Wasseranalyse	202
Anhang 7 Ergebnisse der hydrochemischen Ton-Eluat-Analyse	241
Anhang 8 Ergebnisse der hydrochemischen Gesteins-Eluat-Analyse.....	245
Curriculum Vitae.....	247
Lebenslauf Gritzmann.....	247
Lebenslauf Dober	249

1 Einführung [Gritzmann/Dober]

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Hauptteile. Dabei behandelt der erste Hauptteil insbesondere sedimentologische und tonmineralogische Untersuchungen, der zweite Hauptteil behandelt Korngrößenverteilungen innerhalb von Bohrprofilen und der dritte Teil stellt hydrogeologische Untersuchungen dar.

1.1 Hinführung zum Thema der Arbeit [Gritzmann]

Bei dieser Masterarbeit handelt es sich um das Einzugsgebiet des Neusiedler Sees, insbesondere um das des Seewinkels. Diese sehr bekannte und in vieler Hinsicht gut untersuchte Gegend des Neusiedler Sees schließt im Norden an die Parndorfer Platte an, im Westen wird dieses Gebiet vom Leithagebirge und dem Rosaliengebirge abgegrenzt.

Die hydrochemischen Verhältnisse der Grundwässer, wie die einzigartigen Salzlacken, die Salzböden und die salzliebenden Pflanzen stellen für viele Wissenschaftler ein interessantes, viel erforschtes Gebiet mit nach wie vor vielen unbeantworteten Fragen dar. In dieser Arbeit werden die Grundwässer, Flusswässer, Salzböden und Salzlacken näher untersucht.

Die Salzlacken, die sich entlang des Neusiedler Sees befinden, werden teilweise von Oberflächenwässern gespeist. So ist es nicht ungewöhnlich, dass sie nahezu jeden Sommer austrocknen. Hingegen existieren auch andere Salzlacken des Seewinkels, die in einen Schotterkörper eingesenkt sind und somit hauptsächlich von Grundwasser gespeist werden und dadurch auch in heißen Sommern vergleichsweise hohe Wasserstände aufweisen. (Nelhiebel, 1986)

Dieser Schotterkörper wird in der Literatur als jungpleistozäner *Seewinkelschotter* beschrieben, der ab einer Seehöhe von 120 m auftritt und vorwiegend aus silikatischem Schotter mit karbonatischen Komponenten besteht. Die Einsenkungen in den Schotterkörper sind charakteristisch für die sogenannte *Muldenzone* und die hier entstandenen versalzene Böden. Soda (Natriumkarbonat) oder Glaubersalz (Natriumsulfat) aber auch Magnesiumsalze sind namensgebend für den von Franz und Husz (1961) beschriebenen

„salzführenden Horizont“. Dieser „salzführende Horizont“ wird dem letzten Interglazial zugeordnet und besitzt Schwemmlösscharakter (Nelhiebel, 1986).

Der Vollständigkeit halber werden an dieser Stelle auch weitere Besonderheiten des Seewinkels erwähnt: Im südöstlichen Seewinkel liegt ein 460 km² großes Niedermoorgebiet namens *Hanság*, das hauptsächlich auf ungarischem Gebiet liegt. Ein weiterer Bereich des Seewinkels wird als *Seerandzone* bezeichnet, der sich am rezenten Rand des Neusiedler Sees befindet und durch das Fehlen des Schotterkörpers gekennzeichnet wird. Auch in diesem Bereich treten die schon beschriebenen Salzlacken auf. Als *Seedamm* wird ein Brandungswall am Ostufer des Neusiedler Sees bezeichnet, der aus Sanden und Schottern aufgebaut ist (Nelhiebel, 1986). Nach Löffler (1974) ist die Entstehung des Seedamms auf winterliche Nordwest- und West-Winde zurückzuführen, da durch Eisstöße bis in eine Höhe von 7 m von der Seeseite aus Ufersande aufgeschürft wurden.

1.2 Fragestellung [Gritzmann/Dober]

Primär handelt die Problematik von der Herkunft erhöhter Chlorid-Konzentrationen in Grundwässern des nördlichen Burgenlandes. Tauber (1959) ist der Meinung, dass entlang von Störungen salzreiche Tiefenwässer von tieferen in höhere Aquifere aufsteigen und sich mit dem Grundwasser mischen. Auch Schmidt (1970) favorisiert diese sogenannte „Aszendenztheorie“. Weiterverfolgt und ausgebaut wird diese von Wurm (2000). Jedoch argumentiert Häusler (2007), dass kein einziger an eine Störung gebundener natürlicher Austritt salinärer Tiefengrundwässer im gesamten Lackenbereich dokumentiert wurde. Um der Herkunft der Wässer auf den Grund zu gehen, wurden großflächig Wasserproben im nördlichen Burgenland genommen, die auf Tracer-Elemente und stabile Isotope untersucht wurden.

Durch aufsteigendes Salzwasser könnte sich der „salzführende Horizont“, der unter anderem im Bereich der Lacken zu finden ist, gebildet haben. Um herauszufinden, ob die erhöhten Chlorid-Konzentrationen der Wässer sowie des „salzführenden Horizonts“ von Umlagerungen ehemaliger Meeresablagerungen stammen, wurde eine Beprobung in Ablagerungen des Badenium durchgeführt. Da der „salzführende Horizont“ von Franz & Husz (1961) genetisch als Schwemmlöss interpretiert wurde, erfolgte auch im Bereich des Löss eine Probenahme. Um festzustellen, ob ein Eintrag durch Oberflächengewässer,

folglich ein Eintrag der Wulka, durch Verdunstung zu einer Konzentration von Salzen im Boden geführt haben könnte, wurde auch eine Wasserprobe der Wulka genommen.

Aus diesen Überlegungen resultierten die Untersuchungen der Tonmineralogie (Kapitel 1.2.1 von Romana Gritzmann). Parallel dazu wurden die Hydrochemie (Kapitel 1.2.3 von Gregor Dober) sowie stabile Isotope (von Ivanna Mykhaylyuk) diverser Wässer im nördlichen Burgenland analysiert.

1.2.1 Tonmineralbestand und sedimentologische Aufnahmen [Gritzmann]

Die Tonmineralogie wurde untersucht, um auf eine mögliche Herkunft des „salzführenden Horizonts“ (=Interglazialton) Insbesondere wird der Annahme nachgegangen, ob höhere Chloridgehalte in diesem Horizont auf einen Eintrag vulkanischer Exhalationen zurückgeführt werden können bzw. vulkanische Tuffe tonmineralogische nachgewiesen werden können. Des Weiteren sollen Untersuchungen der Sand- Tonfraktion eine genauere Beschreibung des „salzführenden Horizonts“ liefern.

1.2.2 Vergleichsbohrungen von Lacken [Gritzmann]

Für neue Überlegungen zur fluviatilen Entstehung der Lacken erfolgten Flachbohrungen im „salzführenden Horizont“ an Lackenrändern und innerhalb ausgewählter Lacken, um Hinweise auf die Sedimentologie zu bekommen. Da die Paläo-Donau im jüngsten Pannon durch den Seewinkel floss (Häusler & Heischmann, 2009), wird der Annahme nachgegangen, ob diese den Ursprung der Lacken darstellen könnte.

Dafür wird ein Vergleich von Bohrprofilen der Flachbohrungen im Seewinkel vorgenommen, womit paläogeographische Verhältnissen besser verstanden werden können. Eine Existenz des „salzführenden Horizonts“, auf den in Kapitel 1.3.1 noch näher eingegangen wird, wird hierbei kritisch betrachtet.

1.2.3 Hydrogeologie [Dober]

Ein weiterer Teil dieser Arbeit soll dazu dienen, mittels der Hydrochemie die Wechselwirkung zwischen Wasser und den salzreichen Böden beziehungsweise den Wässern der verschiedenen Horizonte untereinander zu klären. Dazu werden physikalische Eigenschaften der Wasserproben gemessen, sowie chemischen Elemente und Verbindungen analysiert.

Im Bereich um den Neusiedler See treten neben hoch mineralisierten Tiefengrundwässern auch nahe der Oberfläche stark mineralisierte Wässer auf, wobei bis heute nicht vollständig geklärt ist, woher diese stammen.

Daher stellt sich die Frage, wie oberflächennahe Grundwässer bzw. Oberflächenwässer zu ihrer hohen Mineralisation kommen.

Die Theorie von Tauber (1965) besagt, dass hochmineralisierte, saline Wässer aus tieferen Aquiferen entlang von Störungen in höhere Aquifere aufsteigen.

Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Anreicherung an bestimmten Elementen am Weg in höhere Aquifere durch Migration entlang von Störungszonen stattfindet.

Außerdem könnte sich das niedrig mineralisierte Wasser im Laufe der Zeit durch lange Verweildauer im Kontakt mit salzreichen Böden anreichern.

Um dieser Sache genauer auf den Grund zu gehen, wird ein sehr großes Untersuchungsgebiet im nördlichen Burgenland gewählt. Dazu zählen der Bereich Seewinkel, das West- und Ostufer des Neusiedler Sees, der Bereich nördlich des Leithagebirges und die Gemeinde Oberpullendorf. Außerdem werden in dieser Arbeit die Spuren- und Seltenen Erd Elemente (SEE) untersucht, um weitere Informationen der Wässer, Tone, Fest- und Lockergesteine zu erhalten.

1.3 Die Bodenverhältnisse des Seewinkels [Gritzmann]

Schon Nelhiebel (1986) war der Meinung, dass die Bodenverhältnisse des 400 km² großen Seewinkels etwas ganz Besonderes sind. Vorwiegend findet man im Seewinkel *Schotterflur*, auch bekannt als die Terrasse des Seewinkels (57%), auf einer Seehöhe von rund 120 m vor. Diese wird besonders durch silikatischen, oft verfärbten Schotter sowie karbonatische Komponenten geprägt und als jungpleistozänes, fluviatiles, karbonathaltiges Schwemmmaterial von Nelhiebel (1986) beschrieben. Vereinzelt gibt es im Bereich der Schotterflur auch Feuchtschwarzerden, die häufig leicht versalzt sind. Neben der Schotterflur wird der Seewinkel in die *Seerandzone* (15%), *Hansag* mit Randflur, die 14% einnimmt, *Muldenzone* innerhalb der Schotterflur (9%) und *Randmulden* der Schotterflur (4%) unterteilt. Die Seerandzone zeichnet sich durch das Fehlen eines Schotterkörpers aus, was nicht bedeutet, dass dieser vollkommen schotterfrei ist. Besonders bedeutend in dieser Zone ist das Vorkommen von Salzseen, Salzlacken sowieso das Auftreten des für diese Arbeit sehr bedeutsamen „salzführenden Horizonts“. Auch in der Zone des Seerandes sind salzführende Feuchtschwarzerden anzutreffen. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass im Bereich von Illmitz bis Mexikopuszta sogenannte Grauböden auftreten, die ebenfalls erhöhte Salzgehalte aufweisen. In der Muldenzone innerhalb der Schotterflur ist der „salzführende Horizont“ von Terrassenschottern durchsetzt. Auch diese Zone besteht größtenteils aus mehr oder weniger versalzten Feuchtschwarzerden. (vgl. Franz & Husz, 1961)

1.3.1 Salzführender Horizont

Im Seewinkel wird vermutet, dass ein sogenannter „salzführender Horizont“, der in der Literatur auch als „Interglazialton“ bezeichnet wird, existiert. Ob dieser allerdings als durchgehender Horizont vorhanden ist oder nur Teilbereiche erhöhte Soda und Glaubersalzmengen, durch die sich dieser Horizont nach Nelhiebel (1980, S. 42) definiert, aufweisen, ist ungeklärt.

Häusler (2007) beschreibt den „salzführenden Horizont“, der aus Tonen, Schluffen und Sanden sowie dünnen Kiesschichten besteht als eine ungefähr einen Meter mächtige Schicht, die von mäandrierenden Sektoren der Paläo-Donau unter- und überlagert wird.

Krachler, Krachler, Milleret und Wesner (2000) beschreiben den hohen Gehalt von Na⁺, als einwertiges Kation in Kombination mit den zweiwertigen Kationen Mg²⁺ und Ca²⁺, der durch

die dispergierende Wirkung auf die kolloidalen Tonteilchen den salzführenden Horizont nahezu wasserdicht macht.

Die Akkumulation des Salzes ist jedoch nicht auf einen rezenten Prozess zurückzuführen, sondern die Entstehung des „salzführenden Horizonts“ wird von Franz und Husz (1961) als Sediment eines flachen Sees beschrieben, in den Löss antransportiert wurde. Nach Franz und Husz (1961) kann die Anreicherung nur unter Grundwassereinfluss entstanden sein, in einer Phase der Austrocknung des flachen Sees.

Anderer Meinung ist Bernhauser (1962), der annimmt, dass seit dem Riss/Würm Interglazial im Seewinkel eine relative Abflusslosigkeit herrschte und seit dieser Zeit Salzböden, sofern klimatische und topographische Verhältnisse dies ermöglichten, gebildet wurden. Dadurch ergibt sich ein unterschiedliches Alter der einzelnen Salzböden. Des Weiteren geht Bernhauser (1962) davon aus, dass aufsteigende hoch mineralisierte Tiefenwässer der Grund für den Salzgehalt der Böden sind. Dies war durch die Abflusslosigkeit und die geringen Niederschläge möglich gewesen.

Das Klima in der Zeit der Ablagerung war der bedeutsamen Anreicherung von Eisenerzen (Tauber, 1951) zufolge wesentlich wärmer als das gegenwärtige.

Die Versalzung des Horizonts ist nach heutigem Stand der Wissenschaft nicht vollständig geklärt. Da Pollen der *Salicornia*, einer salzanzeigenden Pflanze, von W. Klaus gefunden wurden deutet dies darauf hin, dass die Anreicherung des Salzes im Riss/Würm-Interglazial stattfand (Häusler, 2007).

Nachdem der salzführende Horizont erosiv zerstört wurde, erfolgte eine Auflagerung salzfreier wie auch jüngerer Sedimente, die in mehreren Sedimentationsphasen abgelagert wurden (Franz & Husz, 1961).

In den Bereichen, in denen eine wenig mächtige Sedimentationsdecke auflag, entstand ein Solonetz und in jenen Bereichen mit einer teilweise über einen halben Meter mächtigen Sandschicht hingegen ein Tschernosem. In einer späteren Phase wurde bei hohem Seestand zuerst hellgrauer Schlick und später grober, heller Sand abgelagert. Aus dem Solonetz, auf denen der hellgraue Schlick abgelagert wurde, bildete sich ein Solod und an den Stellen, wo der Sand auf dem salzführenden Horizont zu liegen kam, konnte sich kein Bh-Horizont ausbilden. Solotschaks hingegen treten nur dort auf, wo keine Überlagerung stattfand. Somit sind Solonetz und Solod nicht aus Solotschaks bei Grundwasserabsenkung entstanden, sondern durch eine Überlagerung salzfreier Schichten. (vgl. Franz und Husz, 1961)

Für ein besseres Verständnis des „salzführenden Horizonts“, wird das von Nelhiebel (1986) beschriebene Typusprofil der in Bodenkarte 1: 25 000 Neusiedl am See - Süd kartierten Bodenform 26 im Folgenden beschrieben. Es ist von besonderer Bedeutung, da die in Wasser löslichen Salzkonzentrationen dieses Bodentyps äußerst hoch sind.

Zur Verdeutlichung wird dies in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Salzkonzentrationen der Bodenform 26

Tiefe in cm	H₂O lösliche Salze (mg/100g Boden)
0-5	620
5-20	1665
20-35	1760
35-45	1030
45-60	700
ab 60	773

modifiziert nach Nelhiebel, 1986

Als Ausgangsmaterial wurde feines und grobes Schwemmmaterial, das nun als karbonathaltiger Solontschak- Solonetz vorliegt, beschrieben.

Das in der Abb. 1 dargestellte Profil der Bodenform 26 veranschaulicht die Korngrößenverteilungen in diesem Profil. So nimmt der Humusgehalt von in den ersten 50 cm analysierten 11% kontinuierlich ab und weist ab einer Tiefe von 60 cm nur noch 0,1% auf. Anders verhält sich der Kalkgehalt, der ab 35 cm Tiefe einen sehr hohen Anteil aufweist. In den obersten 5 cm des Profils herrscht lehmiger Sand mit geringem Grobanteil vor. Im restlichen Profil jedoch ist Lehm der Hauptanteil begleitet von, in der Tiefe zunehmenden, Grobkiesanteil. Die Kiese bestehen vorwiegend aus silikatischem Material.

BF 26

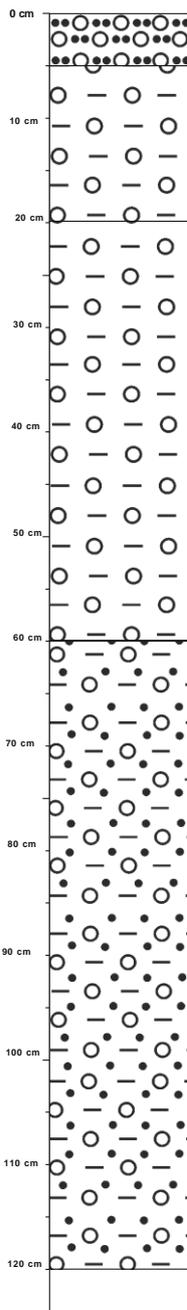


Abb. 1: Bodenform 26 (modifiziert nach Nelhiebel, 1986)

Um auf einen möglichen Ursprung des Chlorids im salzführenden Horizont als Ergebnis vulkanischer Exhalationen bzw. Ascheablagerungen schließen zu können, wird im folgenden Kapitel der Vulkanismus des Burgenlandes in kurzer Form beschrieben.

1.3.2 Vulkanismus im Burgenland

Die Entwicklung des Pannonischen Beckens, sowie die Überschiebung und Faltung der Karpaten wurden von vulkanischer Aktivität begleitet. Szabó, Harangi und Csontos (1992) teilen diesen Vulkanismus in drei genetische Typen ein:

1. Im frühen Miozän fand hauptsächlich saurer Vulkanismus statt, der Tuffe und Ignimbrite bildete (Szabó et al., 1992).
2. Basische Kalke, hauptsächlich intermediäre vulkanische Komplexe in den inneren westlichen- und östlichen Karpaten, wurden im Mittel Miozän-Pleistozän gebildet. Deren geochemische Zusammensetzung zeigt einen Übergangscharakter zwischen aktivem Kontinentalrand und magmatischen Gesteinen. Die Dicke der Kruste, die aus diesen magmatischen Gesteinen besteht, nahm von Westen nach Osten ab. (Szabó et al., 1992)
3. Der dritte genetische Typ beschreibt den Pliozänen- Pleistozänen alkalischen basaltischen Vulkanismus. Die Eruption der basaltischen Schmelzen wurde zeitlich mit der finalen Entwicklungsphase des Pannonischen Beckens verbunden. (Szabó et al., 1992)

Der Vulkanismus im Oberpullendorfer Becken wird auch von Balogh, Ebner und Ravasz (1994) in drei Eruptionsphasen eingeteilt. Dabei wird einerseits saurer bis intermediäre Vulkanismus, der im Karpatium beziehungsweise im Unteren Pannonium stattfand und andererseits Basanitoide und Pyroklastika des Pliozäns/Pleistozäns unterschieden. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Tuffe und Basalte, die dem Plio- /Pleistozän zuzuordnen sind, während einer langen, sehr aktiven und pyroklastische Eruptionsphase gebildet wurden. Balogh et al. (1994) nahmen radiometrische Altersbestimmung mit K/Ar-Untersuchungen an basischen Vulkaniten des Oberpullendorfer Beckens vor. Hauptsächlich lassen sich die Vulkanite dem Unteren Pannonium zuordnen. (vgl. Heinrich, Herrmann, Hofmann, Koller, Kollmann & Lenhardt, 2000)

Zwei bedeutende Vulkane im Burgenland

Der Pauliberg befindet sich im Burgenland zwischen den Orten Kobersdorf und Landsee, wobei der Mühlbach die Nordgrenze des Pauliberges definiert. Eine Besonderheit des Pauliberges ist die Untergrundzusammensetzung aus Glimmerschiefern, Aplitgneis, Gabbro und Amphibolit (Kümel, 1936).

Es gab im Burgenland bis in das Pliozän noch vom Pauliberg ausgehenden Vulkanismus. Einen weiteren sehr bedeutenden Vulkan im mittleren Burgenland stellt der Oberpullendorfer Vulkan dar. Nahezu alle Vulkane der steirisch-burgenländischen Feuerberge ragen aus dem Tertiär, doch der Oberpullendorfer Vulkan weist einen kristallinen Sockel auf. Zwei aufeinanderliegende Lavaströme, die durch eine Tuffexplosion durchbrochen sind, definieren den Oberpullendorfer Vulkan. (Kümel, 1936)

Aufgrund des Vorkommens pleistozäner Vulkane im Burgenland und seiner Umgebung kann mit der Ablagerung vulkanischer Aschen im Seewinkel, auch während der Ablagerung eines salzföhrnden Horizontes, gerechnet werden. Aus diesem Grund wurden tonmineralogische Untersuchungen, speziell zum Nachweis von Smektit, durchgeföhrt.

1.4 Die Lacken des Seewinkels und deren Entstehung [Gritzmann]

Die Lacken des Seewinkels sind sowohl für ihre Vegetation, für die dort herrschende Mikro- und Makrobiologie, als auch für den hohen Salzgehalt bekannt. Auch wenn die meisten Lacken sich ähneln, teilte schon Kopf (1960) die Lacken in 4 verschiedene Typen ein:

1. Dauerhaft wasserföhrende Lacken, die nur in extremen Trockenperioden trocken bleiben. Diese werden sowohl von Niederschlagswasser, als auch von Grundwasserzuflüssen gespeist.
2. Periodische Lacken, deren Wasserhaushalt von Niederschlag und Verdunstung geregelt wird. Die freie Wasserfläche ist nur zeitweise vorhanden.
3. Versumpfte Lacken oder Lacken, die halb entwässert wurden/werden durch einerseits Verlandung und andererseits durch Entwässerungsgräben
4. Ehemalige Lacken, die bereits kultiviert und vollständig entwässert sind.

Um einen Überblick über die Lacken des Seewinkels zu bekommen werden diese in Abb. 2 veranschaulicht.



Abb. 2: Darstellung der Lacken des Seewinkels, Screenshot, Kompass-Karten GmbH

1.4.1 Allgemeine Informationen zu den einzelnen Lacken

Illmitzer Zicksee

Der Illmitzer Zicksee, auch Zick Lacke genannt befindet sich im westlichen Seewinkel. Noch im 18. Jahrhundert gab es einen offenen Zugang vom Westen des Zicksees zum Neusiedler See; mittlerweile jedoch, liegen die jeweils zueinander liegenden Ufer 2,2 km voneinander entfernt.

Bereits 1911 wurde durch den Bau des Einserkanals massiv in die Hydrologie des Zicksees sowie auch des Neusiedler Sees eingegriffen. Anfang der 1930er Jahre war der Illmitzer Zicksee mehrere Jahre lang trocken, woraufhin zu einer endgültigen Trockenlegung ein weiterer Kanal errichtet wurde. Noch heute trägt der Illmitzer Zicksee Folgen dieser damaligen Landgewinnungsprojekte, da das einstige Größenausmaß heute nur noch zu erahnen ist. In den 1960er Jahren wurde erneut versucht, kultivierbares Land zu gewinnen, indem vorhandene Gräben verbreitert und eingetieft wurden. Dabei sollte der Grundwasserspiegel möglichst niedrig gehalten werden, um eine Anreicherung der Salze im Boden zu verhindern, da die Salze einer Kultivierung im Wege stehen. Somit ist es wenig

verwunderlich, dass die üppigen Salzausblühungen am Rande der Lacke nur noch vereinzelte Reste aufweisen. Der Vollständigkeit halber muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die heutige hydrologische Situation des Illmitzer Zicksees dessen Existenz gefährdet. (Krachler, Korner, Dvorak, Milazowszky, Rabitsch, Werba, Zulka & Kirschner, 2012, S.180-185)

Hölllacken

Die Obere Hölllacke befindet sich im westlichen Seewinkel nördlich der Stinkerseen.

Heute wird die Obere Hölllacke nur noch von Niederschlagswasser gespeist. Der ausbleibende Grundwasserzutritt, vermutlich durch anthropogen errichtete Kanäle bedingt, verhindert eine für die Salzausblühungen an den Randzonen ausreichende Salzzufuhr von Grundwasser in den Lackenboden. Südlich der Oberen Hölllacke befindet sich, nur durch einen 30 m breiten flachen Rücken getrennt, die Untere Hölllacke. Bei extremen Hochwasserereignissen waren diese beiden Hölllacken zu einer einzigen verbunden. Insgesamt liegt der Grundwasserspiegel um 0,5 m zu tief, um mit einer dauerhaften Salzversorgung durch das Grundwasser rechnen zu können. (Krachler et al., 2012, S.152-153)

Kühbrunnlacke

Die Kühbrunnlacke befindet sich westlich des St. Andrä-Zicksees im zentralen Seewinkel.

Auch in den Wasserhaushalt der Kühbrunnlacke wird durch anthropogenen Einfluss stark eingegriffen, was in den Sommermonaten nicht nur zum Trockenfallen, sondern auch zu einer Absenkung des Grundwasserpegels deutlich unter der Lackensohle führt. Als Folge davon nimmt auch die Entsalzung der Randbereiche ab, was wiederum zu einer Verringerung des Stauvermögens der Lacke führt. (Krachler et al., 2012, S. 146)

Stinkerseen

Der Obere Stinkersee, der zu den flächenmäßig größeren Lacken des Seewinkels zählt, liegt mit einer Entfernung von 0,6 km östlich des Neusiedler Sees entfernt. Südlich des Oberen Stinkersees befindet sich der flächenmäßig kleinere, Mittlere Stinkersee, an dem die Bohrung ID 259 vorgenommen wurde.

Noch im Zweiten Weltkrieg war der Obere Stinkersees, hauptsächlich bedingt durch den niedrigen Wasserstand, flächenmäßig größer, denn im Süden und Südosten wurde der Mittlere Stinkersee sowie das Wolfswörth abgetrennt. Die Lettengrube wurde durch die Errichtung der Straße östlich des Oberen Stinkersees von diesem abgetrennt. (Krachler et al., 2012, S. 157-158)

Der Obere Stinkersee führt in mäßig heißen Sommern milchiges, trübes Lackenwasser. Da der Grundwasserflurabstand im Sommer meist höher als im Frühjahr ist, treten die Salzausblühungen in den Randbereichen der Lacke oft nur noch im Frühling auf. (Krachler et al., 2012, S. 157-158)

Im Vergleich ist der Untere Stinkersee, der als Sodalacke am Westrand der Seewinkel Schotterflur bezeichnet wird, eine sowohl von Niederschlag als auch von Grundwasser gespeiste Lacke und überstand auch, als eine der wenigen Lacken, die Trockenperioden der vergangenen Jahrzehnte stets mit Wasser gefüllt. Jedoch auch in dieser Lacke führte ein angelegter Kanal zu einem massiven Rückgang des Wasserstands. Der Erhaltung der Salzlacken wegen wurde zu Beginn der 1990er Jahre ein Drosseln des Kanals veranlasst. (Krachler et al., 2012, S. 165)

Sechsmahlacke

Die Sechsmahlacke befindet sich im zentralen Seewinkel. Durch einen schmalen Korridor wird diese mit der 200 m weiter nördlich gelegenen Auerlacke verbunden, was bei höheren Wasserständen zu einer Kommunikation der beiden Lacken führt. (Krachler et al., 2012, S. 142-143).

Der Wasserstand wurde durch den Bau eines Entwässerungsgrabens stark abgesenkt, was einen sehr niedrigen beziehungsweise gar keinen Wasserstand zur Folge hat. Dies führte auch zu einer starken Reduktion der Salze des Bodens. Das abgeleitete Wasser fließt durch einen eingesenkten Graben in die Östliche Wörtenlacke. Doch es wird nicht nur Wasser aus der Sechsmahlacke abgeleitet, es gibt auch einen Graben, der aus der Fuchslochlacke (nordwestlich gelegen) bei höheren Wasserständen Wasser in die Sechsmahlacke zuführt. Eine dauerhafte Erhaltung dieser ursprünglich typischen Salzlacke ist aus heutiger Sicht, wenn keine Stabilisierung durch Steigerung der Wasserführung erfolgt, unrealistisch. (Krachler et al., 2012, S. 142-143)

Lange Lacke

Die Lange Lacke befindet sich im zentralen Seewinkelgebiet, 8 km vom Ostufer des Neusiedler Sees entfernt. 0,5 km nördlich der Langen Lacke befinden sich die Westliche und die Östlichen Wörtenlacke. Auch der Xixsee und Zicksee sowie die Sechsmahdlacke, ebenfalls bekannte Salzlacken des zentralen Seewinkels, befinden sich in einem Umkreis von 2 km der Langen Lacke.

Der Wasserhaushalt der Langen Lacke wird zwar größtenteils durch Niederschlag geregelt, jedoch, abhängig von der Jahreszeit, kann auch Grundwasser in den Wasserkörper eintreten. Die Uferkanten sind, bis auf den nordöstlichen Teil der Lacke, meist steil und ungefähr einen Meter hoch. (Krachler et al., 2012, S. 68-69)

Kanäle wurden nach dem Hochwasserjahr 1942 zur Entwässerung des Gebiets der Langen Lacke gebaut, wodurch eine Verbindung zum St. Andräer Zicksee, der Östlichen Wörtenlacke und zum Xixsee geschaffen wurde (Krachler et al., 2012, S. 68-69). Der Hauptkanal, ein Grabenzug, ist etwa 6 km lang und wurde nach Eröffnung so stark abgelassen, dass wenige Jahre später die Lange Lacke bereits austrocknete. Doch nicht nur die Abflüsse, sondern auch die Zuflüsse durch die Wörtenlacken (Katschitzlacke) bilden eine für den Wasserhaushalt entscheidende Menge. (Belocky, Papesch & Rank, 1998)

Katschitzlacke

Auch die Katschitzlacke, die zu den Wörtenlacken gehört, befindet sich im Zentralen Seewinkel zwischen der Östlichen Wörtenlacke und der Langen Lacke.

Die Katschitzlacke, die bei hoher Wasserführung in die Lange Lacke überfließt, befindet sich ungefähr 0,2 km nördlich der Langen Lacke. Die Lacke wird als eine der am besten erhaltenen Lacken, weitgehend ohne anthropogene Einwirkung, beschrieben. Ebenfalls zu vermerken ist, dass sowohl die Lange Lacke als auch die Katschitzlacke sich inmitten des Salzbodens befinden, was sich besonders beim Austrocknen der Katschitzlacke durch ausgeprägte Salzausblühungen zeigt. Die Katschitzlacke kommuniziert zwar mit dem Grundwasser, doch wurde bisher kein Wasserspiegel über 20 cm gemessen. Diese Tatsache ist aufgrund des schon erwähnten Zuflusses in die Lange Lacke bei höherem Grundwasserzutritt einfach erklärbar, denn der Lackenboden der Katschitzlacke liegt deutlich höher, als der der Langen Lacke. (Krachler et al., 2012, S. 210)

Östliche Wörtenlacke

Die Östliche Wörtenlacke befindet sich weniger als einen halben Kilometer nördlich der Langen Lacke und wie der Name schon verrät- östlich der Westlichen Wörtenlacke.

Eine der Besonderheiten der Östlichen Wörtenlacke ist die starke Verbindung mit dem Grundwasser, die für die Sodalacken des Seewinkels in dieser Form untypisch ist, denn die Östliche Wörtenlacke kommuniziert sogar stärker als die Lange Lacke mit dem Grundwasser. In besonders wasserreichen Frühjahren wird die Lacke oft bis an die steilen Uferkanten (ungefähr einen Meter hoch) gefüllt, sodass auch Wasser über den Hauptkanal zur Langen Lacke abfließt. Mit einer Wassertiefe von 0,5-0,8 m ist die Östliche Wörtenlacke eine der wenigen Sodalacken, die auch in Extremsommern (im Normalfall) nicht austrocknen. (Krachler et al., 2012, S. 213-214)

1.4.2 Hypothesen zur Entstehung der Salzlacken des westlichen und zentralen Seewinkels

Die Entstehung der Lacken im Seewinkel wurde in den vergangenen 70 Jahren kontrovers diskutiert. Franz und Husz (1961) interpretierten, wie bereits erwähnt, den „salzführenden Horizont“, als Schwemmlöss. Dieser stellt im Bereich der heutigen Salzlacken lokale Staulagen dar, was aus einem Verschnitt des „salzführenden Horizonts“ mit dem heutigen Gelände resultiert (Häusler, 2007). Löffler beschrieb im Jahr 1959, dass die Form der heutigen Lacken durch ein Mikrorelief vorgezeichnet wurde, daraufhin bei der Abtrocknung der Pfannenböden Material durch Windeinfluss abgehoben wurde. Weitere Hypothesen beziehen sich auf die letzte Eiszeit, beispielsweise die Pingohypothese von Riedl (1965) und die Thermokarsttheorie, auf die sich Weißl (2013) bezieht. Der Pingohypothese von Riedl (1965) ist hinzuzufügen, dass diese nur die Salzlacken des zentralen Seewinkels durch Eislinsen erklärt. Zur Entstehung der westlich gelegenen Lacken, östlich des „Seedammes“, wird von Riedl (1965) die „Abschnürungshypothese“ herangezogen. Ausgehend davon, dass sich ein Seedamm im Osten des Neusiedler Sees gebildet hatte, wird angenommen, dass dieser zur „Abschnürung“ der östlich vorgelagerten Seebereiche führte. Dies führte zur Bildung von Lagunen, die sich zu den heutigen Salzlacken im westlichen Seewinkel entwickelten. (vgl. Riedl, 1965)

Um einen besseren Überblick der Pingoentstehung zu bekommen, werden im Folgenden verschiedene Möglichkeiten der Bildung von Pingos näher beschrieben.

1.4.2.1 Pingos

Die wohl beeindrucktesten Erscheinungsformen des Permafrosts sind Pingos, da sie sich sowohl deutlich von der übrigen Geländeoberfläche abheben, als auch ihr Eiskern ein äußerst interessantes Naturphänomen darstellt.

Pingos sind massive Eiskerne, die mit dem darüber liegenden Boden einen Hügel in der Landschaft bilden. Sie treten in periglazialen und paläoperiglazialen Environment auf.

Im Folgenden wird mit Hilfe von verschiedenen generalisierten und schematischen Abbildungen die Bildung von Pingos veranschaulicht. Mit diesen Abbildungen soll auch der Unterschied zwischen geschlossenen und offenen Systemen demonstriert werden.

So zeigt Abb. 3 einen Gletscher, von dem subglaziales Schmelzwasser, das durch eine diskontinuierliche Schicht von Permafrost fließt und beim Wiederaufstieg einen Pingo formt. Meist wird dieser Typ in glazialen Tälern gefunden. (Burr, D., M., Tanaka, K., L. & Yoshikawa, K., 2008)

Da im Seewinkel ein Hinweis auf Gletscher fehlt, ist diese Möglichkeit einer Pingoentstehung auszuschließen.

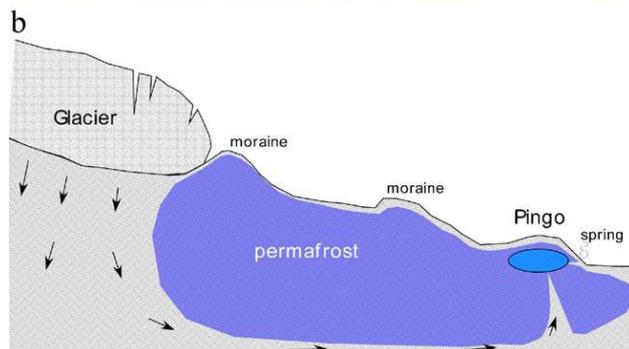


Abb. 3: Pingoentstehung durch subglaziales Schmelzwasser (Burr et al., 2008)

Eine weitere Möglichkeit zur Entstehung von Pingos ist in Abb. 4 abgebildet. Hierbei wird dargestellt, dass Grundwasser von einem höheren Niveau in ein niedrigeres Niveau innerhalb einer im Permafrost liegenden Schicht fließt. Es kommt zu einem Aufstieg des Wassers, wobei sich ein Pingo bildet. Die hydraulischen Voraussetzungen fordern einen Höhenunterschied sowie enge Kanäle, die innerhalb des Permafrosts vorhanden sein können. Ein typischer Entstehungsort für diesen Pingo-Typ ist die Spitze eines Schwemmkegels. (Burr et al., 2008)

Auch diese Entstehung von Pingos ist im Seewinkel aufgrund der Reliefbedingungen äußerst unwahrscheinlich.

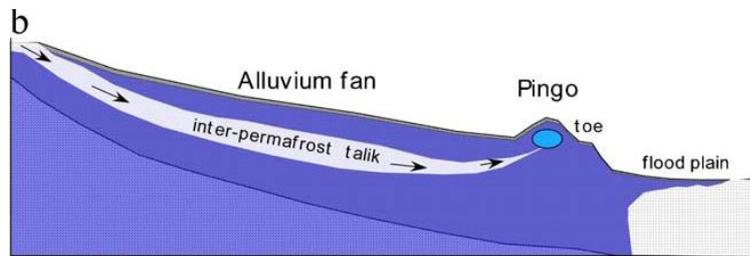


Abb. 4: Pingoentstehung durch Grundwasser innerhalb von Permafrost (Burr et al., 2008)

Doch wie Abb. 5 darstellt, können auch Störungen zur Pingoentstehung beitragen. In diesem Beispiel entwickelt sich ein Pingo an einer Nebenstörung, die mit dem Hauptstörungssystem in Verbindung steht, da Grund- oder Schmelzwasser entlang der Nebenstörung fließt. (Burr et al., 2008)

Tauber (1959) verwies bereits auf einige Störungen im Seewinkel. Dass sich allerdings entlang von Nebenstörungen einst über 100 Salzlacken gebildet haben, ist stark anzuzweifeln und eine derartige Entstehung der Lacken wurde in der Literatur bislang noch nie auf diese Weise interpretiert.

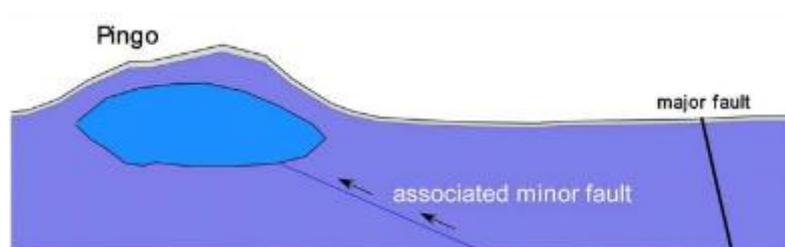


Abb. 5: Pingoentstehung entlang von Störungen (Burr et al., 2008)

Im Gegensatz zu den bisher beschriebenen offenen Systemen, in denen sich Pingos durch hydraulische Vorgänge bilden, werden in geschlossene Systeme Pingos durch hydrostatische Vorgänge gebildet. Diese werden in Regionen, in denen kontinuierlicher Permafrost vorherrscht, gefunden (Mackay, 1998). Die Pfeile in der Abb. 6 stellen die Aggradation des Permafrosts dar. Porenwässer des Permafrosts fließen aufgrund von

hydrostatischem Druck nach oben hin zusammen. Wenn diese Porenwässer einfrieren, kommt es zu der Bildung eines Pingos. (Burr et al., 2008)

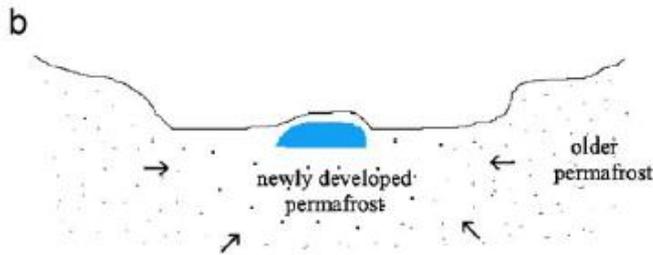


Abb. 6: Pingoentstehung durch hydrostatischen Druck (Burr et al., 2008)

Auch Riedl (1965) erklärt seine Hypothese zur Entstehung der Lacken im Seewinkel mittels hydrostatischen Drucks. So beschrieb er, dass durch das Aufwärtswachsen des Permafrostbodens, das Grundwasser unter erhöhtem Druck stand. Somit wanderte es entlang der bereits ausgebildeten Linien der Erosionsdiskordanzen aufwärts und sammelte sich flächenhaft zuerst auf dem seitlichen, dichten salzführenden Horizont an. In den darauffolgenden kalten Jahreszeiten sei es demnach sehr schnell zu einer Eislinnenbildung gekommen, da deren laterales Wachstum sich auch über nicht abgedichtete Schotterauflagerungen ausbreiten konnte. Darüber hinaus ist Riedl (1965) der Meinung, dass die in damaligen Eislinnen schon im Wesentlichen der heutigen Form der Lacken des Seewinkels entsprachen und, falls die Eislinnen zu klein waren, wurden diese im Zuge einer interstadialen Auftauphase wieder zugeschüttet. Die größeren Lacken wurden jedoch nur zu einem geringen Teil in einer warmzeitlichen Abschmelzphase wieder aufgefüllt. Somit wird von Riedl (1965) erklärt, dass die Schotter und Kiese, die die Eiskappen überlagerten, sich am Lackenboden sammelten.

1.4.2.2 Thermokarst

Der Name Thermokarst oder auch Kryokarst ist auf die Ähnlichkeit des Reliefs von verkarsteten Kalkgesteinen zurückzuführen, wobei Größe und Form letztendlich von den Umgebungsbedingungen und dem Ausmaß des Eis abhängen. Generell weist dieser eine sehr unregelmäßige Reliefform auf, die durch das Auftauen von Permafrost verursacht wird.

Thermokarst entsteht aus schmelzendem Eis in Regionen, in denen Permafrost auftritt. Eine klassische Entstehung von Thermokarstdepression ist, wenn der eisreiche Permafrost aufgetaut wird und anschließend die darüber liegende organische Schicht entfernt wird, was

zu einer Absenkung der Geländeoberfläche führt (Abb. 7). Dies kann durch zahlreiche Einflüsse entstehen. (vgl. GeoDZ.com, 2014)

So können daraus beispielsweise Thermokarstseen, kleine Depressionen sowie Thermokarsthügel ihre Form gewinnen. (vgl. GeoDZ.com, 2014)

Weißl (2013) argumentierte in seiner Arbeit, dass im Spätglazial (Würm) der Seewinkel von Permafrostböden, was durch einen morphologischen Vergleich in rezenten Thermokarstgebieten in der Arktis belegt wurde, bedeckt war und geht von einer Bildung der Lacken durch Thermokarstprozesse aus. Zahlreiche Thermokarstseen sollen sich in Folge von Thermokarstdegradation entwickelt haben, die die heutigen Senken der Lacken darstellen.

Jedoch wurde bei den Flachbohrungen im Seewinkel bis in eine Tiefe von 1,8 m auch Torfreife gefunden, was eine Entstehung im unmittelbaren Zusammenhang mit Permafrost widerspricht.

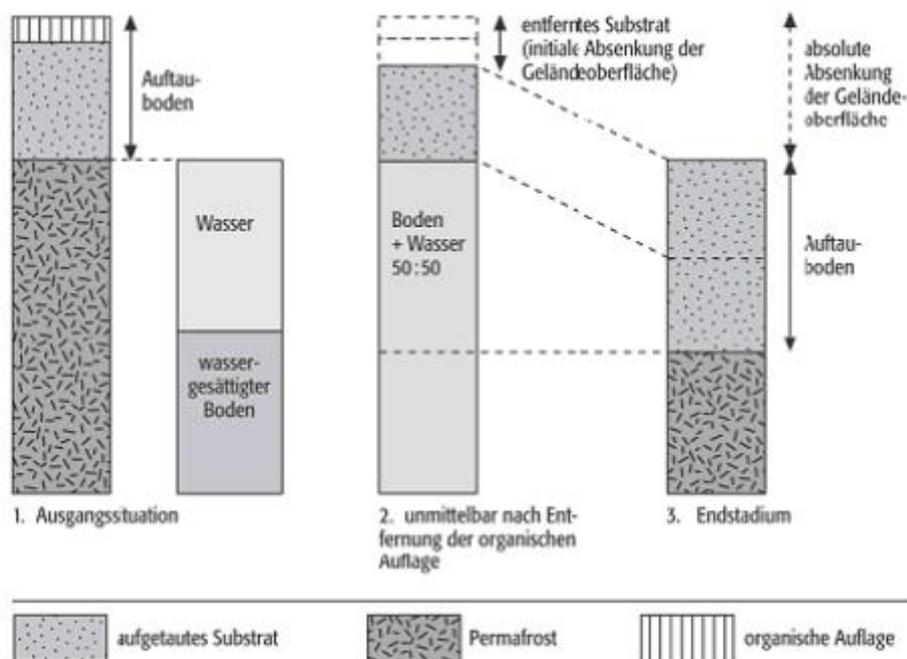


Abb. 7: Entstehung von Thermokarst (vgl. GeoDZ.com, 2014)

1.4.2.3 Paläo-Donau

Im jüngsten Pannonium herrschte im Seewinkel ein fluviatiles, terrestrisches Environment, nachdem es zu einer Verlandung des Binnensees kam. Die Paläo-Donau floss mäandrierend

durch das Wiener Becken, am Nordrand des Leithagebirges in Richtung Parndorfer Senke, die heutzutage die Parndorfer Platte bildet (Häusler & Heischmann, 2009). So besteht der Untergrund des heutigen Seewinkels großteils aus Ablagerungen der Paläo-Donau (Häusler, 2007).

Demnach wären ehemalige Stillwasserablagerungen der Paläo-Donau eine mögliche Erklärung der Lackenbildung beziehungsweise eine Erklärung der im Seewinkel vorherrschenden Untergrundverhältnisse im Bereich der Lacken. Um dieser Annahme einen Schritt näher zu kommen, werden im Kapitel 3.2 Bohrprofile im Bereich der Lacken im zentralen Seewinkel sowie der Lacken, die sich im westlichen Seewinkel befinden, miteinander verglichen. Da es bisher keine Untersuchung in diesem Bereich gibt, soll hauptsächlich einen vergleichender Überblick der Untergrundverhältnisse in den Lackenbereichen gegeben werden.

Um Ablagerungen der Paläo-Donau (bzw. eines Flusssystemes bestehend aus Paläo-Wulka, Paläo-Ikva und Paläo-Donau) einem Flusssystem zuordnen zu können, werden im folgenden Kapitel Flusssysteme aufgelistet und teilweise beschrieben.

1.4.3 Flusssysteme

Wie allgemein bekannt, können Flüsse in ihrem Verlauf sehr unterschiedliche Formen annehmen. Um der Paläo-Donau einen möglichen Verlauf zuzuordnen, werden im Folgenden die vier gängigen Flusssysteme erwähnt:

- Gerader Fluss (straight)
- Mäandrierender Fluss (meandering)
- Verwilderter Fluss (braided)
- Anastomosierender Fluss (anastomosing)

Da für den weiteren Teil der Arbeit dem anastomosierenden Flusssystem die größte Bedeutung zukommt, wird es an dieser Stelle noch etwas detaillierter beschrieben.

Im Jahr 2000 wurde von Makaske erstmals der Begriff des anastomosierenden Flusses geprägt. Da „Braided River“ Systeme allerdings meist steilere Reliefbedingungen voraussetzen und durch aufgeteilte Kanäle konvexförmige, senkrechte Uferhänge charakterisiert werden, wurde der anastomosierende Fluss mit mindestens zwei zusammenhängenden Kanälen innerhalb eines Überflutungsbereichs definiert. Zudem beschreibt Makaske (2000), dass anastomosierende Flüsse gewöhnlich durch Avulsion-

Bildung neuer Kanäle durch das Abreißen alter Flusskanäle entstehen. Anastomosierende Flüsse können demnach durch regelmäßige Avulsion und/oder langsames Abreißen alter Kanäle lange existieren.

1.5 Geologie und Hydrogeologie des Arbeitsgebietes [Dober]

Das Untersuchungsgebiet liegt am Ostrand von Österreich im Norden des Burgenlandes. Hier treffen 4 große Landschaftseinheiten aufeinander: Dazu zählt der einst zusammenhängende *alpin-karpatischen Gebirgsbogen*, welcher an der Karpat-Baden-Wende zusammenbrach. Weitere Landschaftsformen sind das Pannonische Becken und das Wiener Becken (Tauber, 1959). Ab Kapitel 1.5.1 werden die wichtigsten geomorphologischen Einheiten der untersuchten Gebiete inklusive ihrer Hydrogeologie näher beschrieben.

Paläogen

Die neogenen Ablagerungen im Nordburgenland (geographisch: Leithagebirge, Neusiedler Seegebiet, Ödenburger Pforte) gehören der randlichen Beckenfüllung des südöstlichen Wiener Beckens und dem mit ihm zwischen Rosaliengebirge und Leithagebirge in Verbindung stehenden Eisenstädter Beckens an. Im burgenländischen Anteil des Westpannonischen Beckens (östliches Neusiedler Seegebiet) sind die neogenen Sedimente größtenteils von mächtigeren, quartären Ablagerungen überdeckt.

Tabelle 2 dient zu Veranschaulichung geologische Zeiträume mit Sediment- und Ortszuordnungen.

Tabelle 2: Die miozänen Ablagerungen im Burgenland

Serie	M. A.	Stufen Zentrale Paratethys	Tektonische Einheiten		N → S					
			Biozonen	Pannonisches Becken (Seewinkel)	Eisenstädter Becken Wiener Becken	Landseer Bucht	Oststeirisches Becken (Südburgenland)			
MIOZÄN	5,3	Romanium					Vulkanite			
		Dazium						Silberberg Schotter		
		Pontium								
	7,1	O	H	<i>Viviparus</i> -Zone	Sande, Tonmergel, Lignite	Neufeld-Formation	Tone, Sande, Kiese	Jennersdorfer Schichten	Süßwasser- kalk	
			F	<i>Congeria neumayeri</i> / <i>Congeria zahalkai</i> -Zone				Taborer Schotter		
			Pannonium							
		M	E	<i>Congeria subglobosa</i> -Zone	sandige Tonmergel	Fölligschotter			Stegersbacher Schichten/ Schichten von Loipersdorf u. Unterlamm	
			D	<i>Congeria partschi</i> -Zone						
	11,5	U	C	<i>Congeria hoermesi</i> -Zone	Tonmergel	Tone, Sande, Kiese		Vulkanite	Tone, Mergel, Kapfensteiner Schotter	
			B	<i>Congeria ornithopsis</i> / <i>Melanopsis impressa</i> -Zone					Tonmergel, Sande	
			A							
	13,0	Sarmatium								
		O	<i>Porosononion granosum</i> -Z.	Tonmergel	Tone, Sande, Kiese, detritärer Leithakalk		Tone, Sande, Kiese		Sande, Kiese	Gleisdorf-Formation
		M	<i>Cribroelphidium hauerinum</i> -Z.							
	U	<i>Cribroelphidium reginum</i> -Zone							Sande, Kiese (+ umgel. Bull.-Bo.-Zone)	
16,4	Badenium									
	O	Rotalien-Zone	Tonmergel	Tone, Sande, Kiese, Leithakalk		Tone, Sande, Kiese				
		Bulminen-Bolvinen-Zone						Ritzinger Sande		
	M	Sandschaler-Zone								
U	Obere Lageniden-Zone							Tone, Sande, Kiese	Tauchen-Formation	Sande, Kalke
	Untere Lageniden-Zone						Vulkanite			
17,3	Karpatium									
				Rust-Formation	Brennberger Blockstrom	Sinnersdorf-Formation				
18,8	Ottningium									
						Hochriegel-Formation				
						Obere Untere	Auwaldschotter			
							Süßwasserschichten v. Brennberg			

aus Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes (2000) (Schönlaub, 2000)

Badenium

Zu Beginn des Badenium kommt es zu Zerrungen zwischen den Alpen und Karpaten, was zur Senkung des Untergrundes im heutigen Eisenstädter Becken führte und zeitlich parallel dazu das Wiener Becken entstehen ließ. In Folge der mehr oder weniger gleichmäßig tektonischen und geologischen Prozesse im Neogen, erhebt sich das Leithagebirge und das Ruster Hügelland als Inselketten. Dieses Leithagebirge ist der übriggebliebene Rest der Zentralalpen. Der übrige Großteil des nordburgenländischen Raumes sinkt in Folge der Absenkungsvorgänge in die Tiefe und ist heute, unter anderem im Bereich des Seewinkel, in rund 4000m zu finden.

Zur Zeit des badenischen Meeres stellte der Leithakalk die Randfazies dar. Er wurde im frühen bis späten Badenium gebildet. Diese Zeit konnte aufgrund der Molluskenfaunen, welche im Kaisersteinbruch gefunden worden sind, bestimmt werden (Herrmann, 1973).

Tollmann (1955) bearbeitete den Leithakalk des nordwestlichen Eisenstädter Beckens und unterteilte 3 unterschiedliche Zonen: die Obere Lageniden-Zone, die Sandschaler-Zone und die Buliminen-Bolivinen-Zone. Der Leithakalk selbst besteht hauptsächlich aus Corallinaceen und Korallen, aber auch Bivalven, Gastropoden, Echinodermata, Gastropoden und Fische kommen darin vor.

Westlich des Neusiedler Sees im Gebiet von St. Margarethen, Rust, Oggau und Mörbisch wird der Ruster Schotter von badenische Ablagerungen überlagert, die hauptsächlich als Leithakalk ausgebildet sind. Im südlichen Teil des Eisenstädter Beckens wurde aufgrund der größeren Wassertiefe im Badenium Tonmergel abgelagert. Pascher (1991) führte Untersuchungen in der Mattersburger Bucht durch und konnte das Badenium ab der oberen Lageniden Zone bis zur Buliminen-Bolivinen-Zonen nachweisen.

Sarmatium

Bis auf einige kleine, vereinzelte Inseln, lag das nördliche Burgenland im Sarmatium unter dem Meeresspiegel. Am Festland kam es zu Vulkanausbrüchen. Dieses Gebiet kennt man als das steirische Vulkanland und erstreckt sich bis ins Burgenland. (Wegleitner, 2010) Die Küstengebiete waren geprägt von sumpfigen Auen und es herrschte ein tropisch-subtropisches Klima.

Die klastischen Sedimente des Sarmatium (Kiese, Sande und Tone) sind in weiten Teilen des Burgenlandes verbreitet. So kommen sie rund um das Leithagebirge, nordwestlich bis nordöstlich von Mattersburg, im Oberpullendorfer Becken (außer im östlichen Teil) und in der Gegend von Pinkafeld und Neustift vor. Im Bereich des östlichen Leithagebirges konnte Herrmann (1973) alle drei Foraminiferen-Zonen des Sarmatium nachweisen.

Die Lagerstätten der höherwertigen Tone im Burgenland sind jene aus Stoob. Diese Tone entstanden aus der Verwitterung von Feldspat und beinhalten dadurch Kaolinit als Hauptgemengteil. Durch Erosionen wurden sie an die heutigen Lagerstätten zwischen den Sanden des Sarmatium und Pannonium eingelagert. (Wieden, 1961)

Pannonium

Das Pannonische Becken, mit der kleinen ungarischen Tiefebene, geht aus dem Zerfall des Binnenmeeres hervor. Zur Zeit des Pannonium und Pontium lagern sich hier Tegel, Sande und Schotter ab. Durch weitere Aussüßung ist der Pannonsee am Ende seiner Epoche bereits Süßwasser. Die meist tonig-siltigen, sandigen und kiesigen Sedimente des Pannonium dominieren heute vor allem das Oberpullendorfer Becken. Einige Obertagevorkommen findet man aber auch im Eisenstädter, Wiener-Becken und um das Leithagebirge. (Herrmann, 1973)

Pleistozön

In den ältesten Eiszeiten (Prägünz-Mindel) fließt die Donau durch die Bruckner Pforte zwischen Leithagebirge und den Hundsheimer Bergen und schüttet dort, mit ihren vielen Nebenarmen auf den Pannonischen Sockel, die Kiese der Parndorfer Platte. Zu dieser Zeit liegt das Neusiedler Seebecken höher als die Parndorfer Senke, erst am Ende der Würm-Eiszeit bricht das Seebecken ein. (Wegleitner, 2010)

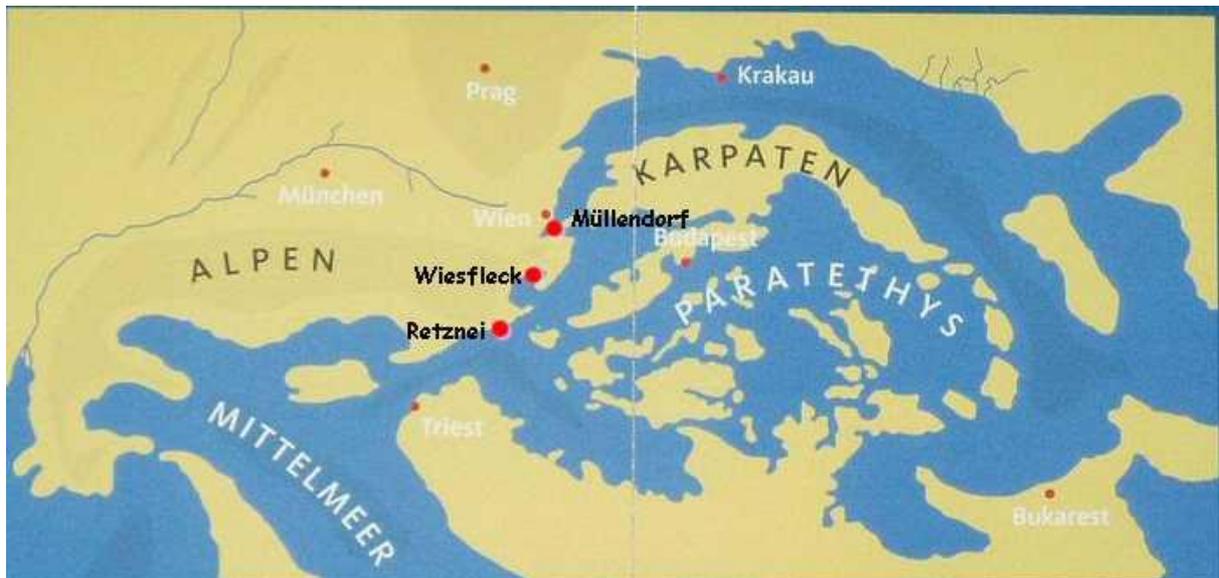


Abb. 8: Europa im Neogen (aus Wegleitner, 2010)

1.5.1 Leithagebirge

Das Leithagebirge ist ein NE streichender, 35 km langer und 5-7 km breiter plateauartiger Höhenrücken. Mit einer maximalen Erhebung von 484 m.ü.A (Sonnenberg) trennt es das Wiener Becken vom westlichen Teil der pannonischen Tiefebene (Häusler, 2010). Im Südosten grenzt das Leithagebirge an das Ruster Hügelland, im Südwesten wird der Rücken durch die Wulkaebene begrenzt und im Nordosten schließt die Parndorfer Platte an das Leithagebirge an. Der kristalline Kern des Leithagebirges, aus metamorphen Gesteinen des Unterostalpins aufgebaut, wird von einer permomesozoischen Abfolge überlagert. Im oberen Bereich handelt es sich dabei um den fossilreichen Leithakalk beziehungsweise Kalksandstein des Badenium und in tieferen Lagen um Schotter, Sande und Tone des Sarmatium und Pannonium (Häusler 2010). Die Transgression im untern Badenium fand zwischen dem nördlichen und südlichen Bereich etwas zeitversetzt statt, woraus sich abnehmende Mächtigkeit von West nach Ost ergibt. (Tauber, 1959)

1.5.1.1 Hydrogeologie des Leithagebirges

Da das Kristallin im Allgemeinen als Stauer fungiert, kommt es nur an den Verwitterungszonen zu Quellaustritten. Der Leithakalk hingegen ist ein starker Grundwasserleiter, der jedoch große Unterschiede zwischen Norden und Süden aufweist. Die Karstwasservorkommen werden im Norden des Leithagebirges kaum als Trinkwasser genutzt. Hier trifft man aber, an Störungen gebundene, Thermalwässer und Quellen die aus dem Karstwasserkörper des Leithagebirges austreten. Im Süden hingegen kommen in den auf den Leithakalk aufgelagerten Schichten Bitterwässer vor (Häusler, 2010). Diese hochkonzentrierten Mineralwässer treten im Bereich der tonig-schluffigen Schichten des Pannoniums auf.

1.5.2 Ruster Hügelland

Der schmale, zirka 12 km lange Höhenzug verläuft im österreichischen Staatsgebiet von Mörbisch bis nach Schützen am Gebirge parallel zum Neusiedler See. Ausläufer reichen bis nach Ungarn, genauer gesagt bis nach Kroisbach (Fertőrákós). Das Leithagebirge und der Ruster Höhenzug gelten als die östlichsten Ausläufer der Alpen. Die fossilreichen Kalke und Kalksandsteine in diesem Gebiet, weisen auf eine marine Fazies hin. Gesteinsbildner sind

hier vor allem Rotalgen und Foraminiferen. Die Kalksandsteine wurden in einer flachmarinen Lagune abgelagert.

Als sich das Wiener Becken zu Beginn des Neogens entwickelte, wurden die „Ruster Schotter“ (Begriff von Kapounek, 1938) über dem Kristallin des Ruster Höhenzugs abgelagert. Der Großteil des Hügellandes wird aus den „Ruster Schotter und Sanden“ des Karpatium aufgebaut. Auch wenn in diesen heute getrennten Einheiten ähnliche Gesteinsbezeichnungen verwendet werden, gibt es einige Unterschiede.

1.5.2.1 Hydrogeologie des Ruster Hügellandes

Die sandreichen Ruster Schotter mit einer Mächtigkeit von mehr als 100 m besitzen eine ausgezeichnete Durchlässigkeit und sind daher als Aquifer hervorragend geeignet. Die meist gut gerundeten, kristallinen, fluviatilen Kiese bestehen vor allem aus Quarz, Gneis, Granit und Glimmerschiefer. In Ungarn, am westlichen Ufer des Neusiedler Sees, sind einige Quellaustritte bekannt. In Österreich hingegen wurden einige Aquifere erbohrt. Interessant ist dabei die Bohrung Oggau II, da hier mehrere Wasserhorizonte angetroffen wurden und die Messungen zeigen, dass die Ionenkonzentrationen mit der Tiefe stark abnehmen. Die Ergebnisse widersprechen der Aszendenz-Hypothese (Häusler, 2010). Diese besagt, dass hoch konzentrierte Formationswässer aus der Tiefe aufsteigen und dabei die Konzentration abnimmt (Tauber, 1959).

1.5.3 Parndorfer Platte

Im Norden des Neusiedler Sees erstreckt sich die Parndorfer Platte Richtung Nordwesten auf eine Fläche von rund 200 km² (Redl, 1987). Wie der Name schon verrät, ist die Oberfläche der Platte relativ eben, nur an den Rändern befinden sich einige Trockentäler, Tümpel und Feuchtbiotop. Begrenzt wird die Parndorfer Platte im Süden durch den Neusiedler See und den Seewinkel, im Norden durch die Hundsheimer Berge, im Westen durch das Leithagebirge und im Osten reicht diese fast bis an die Grenze von Ungarn.

Die Parndorfer Platte wird vor allem aus zwei geologischen Einheiten aufgebaut. Einerseits aus dem pannonische Sockel, der aus Ton-, Sand- und Kieswechsellagerungen besteht und andererseits die quartäre Bedeckung, die „Parndorfer Schotter“. Diese sind jedoch keine reinen Schotter-Ablagerungen, sondern Wechsellagerungen von tonreichen und sandig-schluffigen Ablagerungen welche typisch für fluviatil-lakustrine Fazies sind (Häusler, 2007).

Das Grundwasser der Quartärschotter kann in die grobkörnigen Komponenten des Pannonium einsickern.

1.5.3.1 Hydrogeologie der Parndorfer Platte

Der erste Aquifer im Bereich der Platte ist 3-10 m mächtig und aus Schottern des Pleistozäns aufgebaut. Durch die gute Durchlässigkeit ist dieses Grundwasserstockwerk deutlich anthropogen und durch Niederschlag beeinflusst. Die Grundwasser-Fließrichtung nach Südosten wird durch die leichte Neigung des Pannon-Sockels hervorgerufen. Unter dem ersten Aquifer wurden pannonische Sande abgelagert, welche das 2. Grundwasserstockwerk aufbauen. Im Nordwesten der Parndorfer Platte unterlagern sarmatische und badenische Schotter die pannonischen Sande. Die großen Wassermengen in diesem 3. Aquifer können erst in einer Tiefe von 100-200 m angetroffen werden.

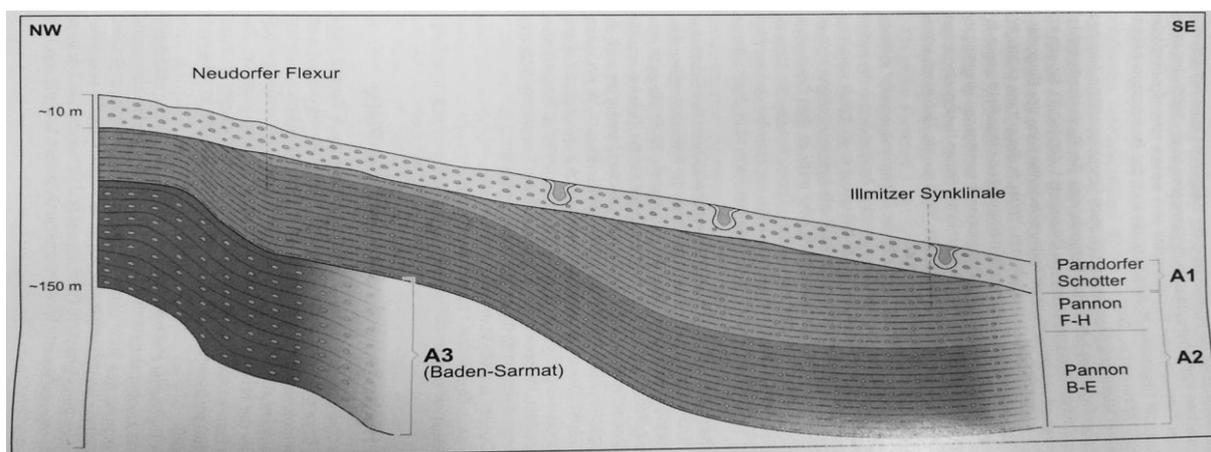


Abb. 8: Schematischer hydrogeologischer Aufbau der Parndorfer Platte, nach Häusler, 2007

1.5.4 Seewinkel

Das zirka 450 km² große Gebiet des Seewinkels liegt am Ostufer des Neusiedler Sees und schließt die Orte Andau, Frauenkirchen, Gols, Halbturn, Pamhagen, Sankt Anrä am Zicksee, Tadtten, Wallern und Weiden am See mit ein. Es reicht bis zur ungarischen Grenze und wird im Norden von der Parndorfer Platte begrenzt. Diese Ebene hat, von Nord nach Süd, eine maximale Höhendifferenz von nur 12 Metern. Eine weitere Besonderheit sind die großen Vorkommen der Salzböden. Dabei unterscheidet man den Solontschakboden, welcher nicht von Schotter und Sandlagen bedeckt ist, und den Solonetz, welcher in einer Tiefe von 35 bis 70 cm vorkommt und von Schotter- und Sandlagen bedeckt ist (Häusler, 2007). Diese nicht so stark gerundeten Quarzschotter mit Kristallin- und Karbonatkomponenten werden häufig

von Schlufflagen unterbrochen. Pannonische Feinsande im Hangenden der Schotter sind teils aquatischen und teils äolischen Ursprungs (Fuchs, 1980).

1.5.4.1 Hydrogeologie des Seewinkels

Vermutlich kommt es durch die stauenden, teils salzführenden Schichten in 0,5-1 m Tiefe zu unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten im obersten Porenaquifer des Seewinkels. Die Schotterserie des ersten, 5-40 m mächtigen Aquifers, erreicht mit 40 Metern die größte Mächtigkeit im Osten des Seewinkels (Häusler, 2007). Die gespannten und teilweise artesisch gespannten Grundwässer des zweiten Grundwasserstockwerkes weisen kein einheitliches Wasseralter auf (Mairhofer, 1967). Der Porenaquifer des Pannonium ist sehr vielschichtig aufgebaut und zeichnet sich durch unterschiedlich mineralisierten Teilaquifere aus. Er ist an grobklastische Ablagerungen gebunden und wird vor allem für die Trinkwasserversorgung in diesem Gebiet genutzt. In den tonreichen Ablagerungen des Pannonium bei Oggau und Purbach haben sich geringe Mengen höchst konzentrierter Mineralwässer gebildet. In den mächtigeren sandigen Serien des pannonischen Binnensees findet man in den Tiefenaquifere CO_2 -hältige Mineralwässer (Häusler, 2010). Das dritte Grundwasserstockwerk wurde für touristische Zwecke erschlossen. Das 40°C warme Thermalwasser stammt aus einer Tiefe von rund 1000 m. (Häusler, 2007).

1.5.5 Wulkaebene

Westlich des Neusiedler Sees, zwischen dem Leithagebirge im Norden und dem Ruster Höhenzug im Süden, liegt das Einzugsgebiet der Wulka. Die Geologie in diesem Gebiet ähnelt der des Ruster Hügellandes. Am kristallinen Untergrund liegen fluviatile Schotter eines karpatischen Flusssystemes. Im Badenium bilden sich durch Meeresüberflutungen Leithakalke aus. Bis ins Mittelpannon findet man marine Sedimente, welche im Quartär im Bereich des Wulkatales durch Seetone eines Süßwassersees überlagert wurden. Je nach Gehalt an organischer Substanz, findet man rund um den Neusiedler See und an verschiedenen Stellen des Eisenstädter Beckens weiße bis dunkelgraue Tone. Da manche Proben, die im Bereich der Joiser Seewiesen gefunden wurden, Ostracoden enthalten, könnte man diese Tone in eine Zeit zwischen spät- bis postglazial einstufen (Herrmann, 1973).

Die 2 verschiedenen Terrassenniveaus in diesem Gebiet wurden der Wulka zugeschrieben. Die höhere Terrasse enthält rotbraune Quarze, Windkanter und auch Geneisgerölle und wird

dem Altquartär zugeschrieben, während die tiefere Terrasse älter als Wurm beschrieben wird (Fuchs, 1965).

1.5.5.1 Hydrogeologie der Wulkaebene

Da das Wulkabecken durch das Ruster Hügelland vom Seebecken des Neusiedler Sees getrennt ist, kann der Zufluss in den See nur durch die Senke bei Schützen am Gebirge erfolgen. Die Wulka entspringt im Rosaliengebirge, genauer gesagt bei Forchtenau. Als Grundwasserleiter fungieren die Schotter und Sande, welche am Beckenrand obertägig aufgeschlossen sind. Dadurch kann Niederschlagswasser bis in die tieferen wasserführenden Schichten sickern.

Um die Recharge- bzw. Discharge-Gebiete der Wässer im nördlichen Burgenland ausfindig zu machen wurden 39 Wasserproben, 15 Tonproben und 9 Gesteinsproben genommen und analysiert. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Spurenelemente und Selten-Erd-Elemente gerichtet, da diese als Tracerionen fungieren können. Die Frage woher die stark mineralisierten, oberflächennahen Wässer im Einzugsgebiet des Seewinkels kommen, soll ebenfalls mit den Ergebnissen der genommen Proben beantwortet werden.

1.6 Hydrochemie [Dober]

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Grundwässern werden durch die Beschaffenheit des Niederschlages und der Oberflächenwässer (Meer, See, Fluss, ...) aber auch von geochemischen Prozessen im Untergrund beeinflusst. Zu den wichtigsten Vorgängen im Grundwasser zählen Ionenaustauschprozesse, Lösungs- und Ausfällungsvorgänge sowie Hydrationsvorgänge. Versteht man diese Vorgänge, kann man unter bestimmten Voraussetzungen die Grundwasserbeschaffenheit verstehen und eventuelle Rückschlüsse auf die Herkunft des Wassers ziehen.

1.6.1 Fällungs- beziehungsweise Lösungsprozesse

Für Fällungs- beziehungsweise Lösungsprozesse sind die ausschlaggebenden Parameter die Kontaktfläche, welche durch die Korngröße bestimmt wird, die Kontaktzeit zwischen Gestein und Wasser und die Temperatur.

Je kleiner die Korngröße und je größer die Durchlässigkeit, desto höher die Löslichkeit. An undurchlässigen Gesteinen beziehungsweise Tonsteinen und Tonen kann Wasser nur an den Trennflächen Kontakt aufnehmen und somit weniger lösen. Ebenfalls abhängig von der Art des Gesteines ist die Durchgangsgeschwindigkeit. Das Wasser in Porengrundwasserleitern hat häufig eine längere Verweildauer als das in Kluft- beziehungsweise Karstgrundwasserleitern.

Die Temperatur des Wassers hat ebenfalls großen Einfluss auf das Lösungsverhalten und darf daher nicht vernachlässigt werden. Mit zunehmender Tiefe steigt auch die Temperatur wobei die Fließgeschwindigkeit abnimmt. Diese Faktoren führen dazu, dass Wässer aus den tieferen Stockwerken höhere Konzentrationen an gelösten Stoffen aufweisen. Dies schließt aber nicht aus, dass auch oberflächennahe Wässer durch lange Verweilzeiten viele Ionen lösen können.

1.6.2 Ionenaustauschprozesse

Wenn sich verschiedene Wassertypen mischen, kann es zu Ionenaustauschprozessen kommen. Vergleicht man die Äquivalentsumme von Kalzium und Magnesium mit der HCO_3 Konzentration, kann bei höherer HCO_3 Konzentration auf Austauschprozesse geschlossen werden, da diese normalerweise äquivalent der Kalziumkonzentration ist. Diese Verringerung der Ca^+ -Ionen, kann durch den Austausch mit Na^+ -Ionen erfolgen.

1.6.3 Sorption

Die im Neusiedler See-Gebiet häufig vorkommenden Tone sind hervorragende Sorbenten und haben somit einen großen Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit. Tonminerale können nämlich sowohl Kationen an Fehlstellen einbauen oder Wasserstoff der Hydroxylgruppen ersetzen, als auch Anionen anstelle von OH- Gruppe binden oder zum Ausgleich des Ladungsüberschusses sorbieren. Neben den Tonmineralien sind Huminstoffe, Zeolithe und Eisenhydroxide die wichtigsten Sorbenten, welche das Potential haben Kationen oder Anionen zu binden.

1.7 Einteilung der Wässer [Dober]

Um die untersuchten Wässer miteinander vergleichen zu können, muss man die chemischen, genetischen und hydrologischen Aspekte berücksichtigen. Die Klassifikation in dieser Arbeit erfolgt nach der chemischen Zusammensetzung. Dadurch ist es möglich, ähnliche oder gleiche Grundwässer zu Einheiten zusammenzufassen und zu vergleichen.

1.7.1 Klassifizierung nach Davis & De Wiest (1969)

Die einfachste Einteilung ist nach Davis & De Wiest (1969) (Tabelle 3), welche die Wässer nach der Gesamtkonzentration des Lösungsinhaltes klassifiziert. Jedoch kann hier nicht unterschieden werden ob ein Grundwasser eventuell von einem hochmineralisierten Wasser (Mineralwasser) beeinflusst wird.

Tabelle 3: Einteilung der Wässer nach gelösten Stoffen

	mg/kg gelöste feste Stoffe
Süßwasser	< 1000
Brackwasser	1000 - 10.000
Salzwasser	10.000 – 100.000
Solen	> 100.000

nach Davis & De Wiest (1969)

1.7.2 Modifizierte Klassifizierung der Wässer nach Furtak und Langguth (1967)

Die Klassifikation in dieser Arbeit wird nach der chemischen Zusammensetzung angegeben. Diese löst das Problem der Mischwässer besser. Der Anteil an gelösten Ionen wird in meq %

angegeben, dadurch erleichtert sich auch die Darstellung in den dazugehörigen ternären Piper-Diagrammen (Abb. 9) mit der Einteilung nach Furtak & Langguth (1967).

Diese berücksichtigt einerseits die Erdalkalien und Alkalien, andererseits die Konzentrationen an Hydrogenkarbonaten und Chloriden. Der Sulfatanteil errechnet sich aus der Differenz von $(\text{HCO}_3^- \text{ (bzw. CO}_3^{2-}) + \text{Cl}^-)$ zu 100 % Stoffmengenanteil der Äquivalente Erdalkalien.

Beispiel: Kennzahl 68//42/37 = 68 % Stoffmengenanteil der Äquivalente Erdalkalien; 42 % Stoffmengenanteil der Äquivalente HCO_3^- , 37 % Stoffmengenanteil der Äquivalente Cl^- . Der SO_4^{2-} Gehalt ist somit $(100 - (42 + 37)) = 21$ % Stoffmengenanteil der Äquivalente.

Aus der Tabelle 4 kann abgelesen werden um welche Art des Wassers es sich auf Grund der Zusammensetzung handelt.

Tabelle 4: Geochemische Einteilung der Wässer

Erdalkalische Wässer	Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt	Alkalische Wässer
a) überwiegend hydrogenkarbonatisch (>80//>60/<10)	d) überwiegend hydrogenkarbonatisch (50-80//>50/<20)	f) überwiegend (hydrogen-) karbonatisch (<50//>50/<50)
b) hydrogenkarbonatisch-sulfatisch (>80//40-60/<10)	e) überwiegend sulfatisch (50-80//<50/<20) überwiegend chloridisch (50-80//<50/>50)	g) überwiegend sulfatisch-chloridisch (<50//<50/>50) überwiegend chloridisch (<50//<20/>70)
c) überwiegend sulfatisch (>80//<40/<10)		

nach Furtak & Langguth (1967)

Berücksichtigung von Ionengruppen:

- Alkalien ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$)
- Erdalkalien ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)
- Karbonate und Hydrogenkarbonate ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)

- Sowie die Anionen ($\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$)

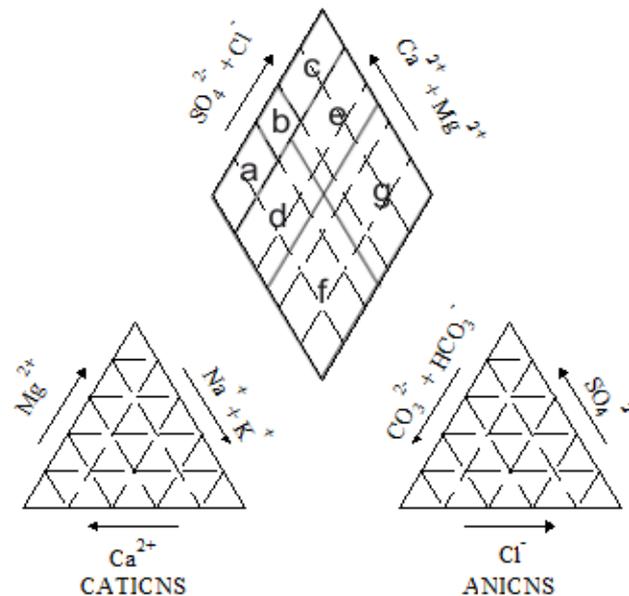


Abb. 9: Modifizierte Klassifizierung nach Furtak & Langguth (1967)

2 Methodik [Gritzmann/Dober]

2.1 Geländemethodik [Gritzmann]

Im folgenden Kapitel werden die im Gelände angewandten Methoden beschrieben, die zur Beantwortung der Fragestellungen dienen.

Grundsätzlich ist aufgrund der unterschiedlichen Medien zwischen Ton- und Wasserproben zu unterscheiden. Die Tonproben wurden zur Charakterisierung des „salzführenden Horizonts“ und dessen Herkunft herangezogen. Parallel dazu erfolgte eine Bestandsaufnahme der Bohrprofile, um mittels sedimentologischer Parameter auf eine mögliche Entstehung der Lacken schließen zu können. Die Analyse der SEE und der möglichen Tracerelemente der Wässer wurde zur Bestimmung eines möglichen Rechargegebietes durchgeführt.

2.1.1 Sedimentprobenahme [Gritzmann]

Wie bereits erwähnt, wurde zur Ermittlung der Herkunft des Salzes im „salzführenden Horizont“ Tonproben genommen.

Die Tonproben des „salzführenden Horizontes“ wurden nach den Bodenkarten ÖBK 1986 gesucht und so ausgewählt, dass sie möglichst repräsentative Ergebnisse liefern. Es wurde auf die aktuelle Bodennutzung sowie Geologie bei der Standortauswahl geachtet. Zur Profilaufnahme wurde die 1-m Pürkhauer Methode ausgewählt, da sich der salzführende Horizont hauptsächlich in dieser Tiefe befindet. Mittels Pürkhammer-Schlagbohrer und Eijchelkamp-Bohrer wurden Bohrprofile aufgenommen und eine repräsentative Probemenge entnommen.

Von einem Bohrkern wurden je nach Varietät der Schichten 1-3 Proben genommen, wobei die Probemenge aufgrund der unterschiedlichen Mächtigkeit der Schichten zwischen 0,5 kg und mehreren kg stark variiert. Nach jeder Bohrung wurde der Bohrer gründlich mit Wasser gereinigt und anschließend getrocknet.

2.1.2 Flachbohrungen [Gritzmann]

Die Auswahl der Bohrstellen beschränkte sich auf die Umgebung der Lacken, um so einen Überblick der Sedimentologie der Lacken zu bekommen. So wurde, abhängig von Zugänglichkeit und Wasserstand der Lacken, 3-6 Bohrungen am Rand sowie in den zentralen Bereichen der Lacken mittels Pürkhammer-Schlagbohrer und Eijchelkamp-Bohrer bis in 2 Meter Tiefe getätigt. Anschließend wurden die Korngrößen der einzelnen Schichten im Gelände charakterisiert.

Diese Bohrprofile werden in dieser Arbeit mittels im CoreIDRAW X6 gezeichneter Profilschnitte durch die Lacken dargestellt und miteinander verglichen. Des Weiteren wird die Zusammensetzung einzelner für die Interpretation bedeutsamer Profile zusätzlich veranschaulicht.

2.1.3 Wasserprobenahme [Dober]

Bevor eine Probe genommen wird, muss der Untersuchungszweck feststehen, außerdem

muss jede Probe für die jeweilige Probenstellung repräsentativ sein. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen 2 Probennahme-Arten, nämlich der Einzelprobe (Stichprobe) und der Mischprobe (Sammelprobe, Durchschnittsprobe).

Grundwässer werden üblicherweise einmalig als Einzel- bzw. Stichproben genommen. Stellt der Wasserkörper eine Homogenität dar so ist bereits eine einzelne Probe repräsentativ (z. B. Brunnen, Quelle ...). Bei nicht homogenen Wasserkörpern wie z. B. Fließgewässern ist es eventuell nötig mehrere Einzelproben zu nehmen um auf ein repräsentatives Ergebnis zu kommen. Oberflächenwässer sind grundsätzlich immer zusammengesetzt und somit Mischproben.

Gefäßwahl

Die Stabilität von Proben, Mess- und Bezugslösungen ist vorwiegend vom Gefäßmaterial abhängig. Jedes Gefäßmaterial ist für einen bestimmten Anwendungszweck geeignet. Zum Bestimmen von Elementen im Spuren- und Ultraspurenbereich dürfen keine Geräte aus Glas und Polyvinylchlorid (PVC) verwendet werden, sondern Gefäße aus Perfluoralkoxy (PFA), Perfluorethylenpropylen (FEP), Polyethylen hoher Dichte (HDPE) oder Quarz.

Unmittelbar vor Gebrauch sollten alle Gefäße gründlich mit warmer, verdünnter Salpetersäure und anschließend mehrmals mit destilliertem Wasser gespült werden.

Füllen der Probennahmegefäße

Sollte eine geeignete Entnahmestation, wie zum Beispiel ein Zapfhahn, vorhanden sein, kann das Gefäß langsam und kontinuierlich (nach der Filtration) ohne zu viel Luftkontakt gefüllt werden. Bei der Filtration ist darauf achten, dass auch die Filtrationseinheit und der Filter zuerst mit dem Probenwasser gewaschen werden. Für die Porenweite der Filter empfehlen sich welche mit $0,45\ \mu\text{m}$ bzw. $0,2\ \mu\text{m}$ wenn sich Tonpartikel im Wasser befinden. Bei Oberflächenwässern, bei denen keine Entnahmestation installiert ist, muss die Probe geschöpft werden. Für Brunnen und Wasserentnahmen unter Gelände werden grundsätzlich Pumpen verwendet.

Gefäße, die keine Stabilisierungsmittel enthalten, werden vor der Probennahme drei Mal mit Probenwasser vorgespült, auch der Gefäßdeckel muss damit gesäubert werden. Das Probengefäß muss dann anschließend ohne Luftblasen gefüllt werden. Bei Gefäßen mit Stabilisierungsmittel muss der Füllvorgang unterbrochen werden um das Mittel durch Schütteln homogen in der Probe zu verteilen. Der Transport der Proben ins Labor sollte so schnell wie möglich, dunkel und kühl erfolgen. Sollten die Proben nicht sofort analysiert

werden können, müssen sie im Kühlschrank aufbewahrt werden.

Die Probenahme für Anionen und Kationen erfolgte in im Labor vorbehandelten Flaschen. Die Wasserproben wurden für die Bestimmung der gelösten Anteile der Elemente durch einen Membranfilter mit einer nominellen Porenweite von 0,45 µm filtriert. Mehrere Portionen der Probe wurden verwendet, um das Membranfiltrationsgerät vorzuspülen, und erst danach das benötigte Filtratvolumen aufgefangen.

Vor Ort wurden die Probengefäße drei Mal mit der bereits gefilterten Wasserprobe ausgespült. Kationen können bei nicht im chemischen Gleichgewicht befindlichen Wässern durch oxidative Prozesse als Oxide ausfallen, weshalb man je 100 ml Probe mit 1 ml Salpetersäure versetzt, um sicherzustellen, dass der pH-Wert kleiner als 2 ist.

2.1.4 Gemessene In situ Parameter [Dober]

Temperatur

Da die Temperatur Auswirkungen auf biologische Prozesse, Schichtungen des Wassers, auf das Ergebnis von pH-Wert, Redox und elektrische Leitfähigkeit hat, ist die Messung der Temperatur unabdingbar. Die Genauigkeit des Thermometers muss mindestens 0,1°C betragen und muss kalibriert sein (NORM DIN 38404 Teil 4). Der Wert kann erst dann abgelesen werden wenn er stabil ist (ca. 1 Minute). Sollte eine direkte Messung nicht möglich sein so lässt man das Wasser zuerst 5 Minuten laufen und entnimmt danach mindestens ein Probenvolumen von 1 Liter, von welchem man anschließend die Temperatur misst (Höll, 2010).

Bei den Messungen wurde ein Gerät der Firma WTW, mit der Bezeichnung LF 340, verwendet. Dieses dient normalerweise zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit im Wasser, hat jedoch auch ein Thermometer integriert, mit welchem die Temperatur gemessen wurde.

pH-Wert

Der pH-Wert als Maß für die saure, neutrale oder alkalische Eigenschaft eines Wassers ist eine der wichtigsten Messgrößen jeder Wasseranalyse, denn er hat für alle biologischen und chemischen Vorgänge eine große Bedeutung.

Zur Messung wird eine Einstabmesskette der Firma WTW verwendet, welche die Potentialdifferenz zwischen einer Messelektrode und einer Bezugselektrode mit bekanntem Potential misst. Aber es gibt auch noch andere pH-Meter wie die Abb. 10 zeigt. Der pH-Wert ist bekannt als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoff-Ionenkonzentration und auch so definiert. Das bedeutet der pH-Wert hat eine logarithmische Skala, eine Änderung von einer pH-Einheit entspricht dem Faktor 10 eine Änderung von 2 Einheiten dem Faktor 100.

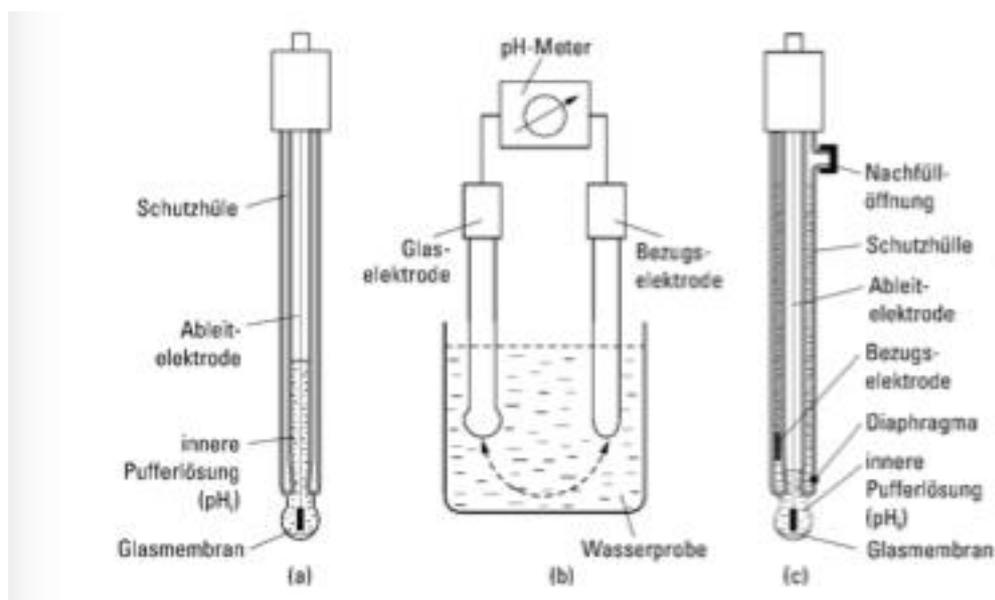


Abb. 10: Arten von pH-Metern

- a) Glaselektrode b) Messkette aus Glas- und Bezugselektrode c) Einstabmesskette

Vor jeder Messung muss das pH-Meter kalibriert werden wozu man 2 Pufferlösungen benötigt, welche laut DIN 19266 auf einen pH-Wert von $\pm 0,005$ definiert sind. Die Messkette wird hintereinander in die 2 Lösungen getaucht und auf den jeweiligen Puffer eingestellt. Zur genauen Kalibrierung ist auf die Betriebsanleitung eines jeden pH-Meters zu achten.

Um den pH-Wert einer Probe zu bestimmen muss man die Messkette nach dem Kalibrieren in die Probe tauchen und den Wert nach einer gewissen Einstellzeit vom Display ablesen (Höll, 2010). Manche Geräte verfügen über eine AutoRun-Taste, drückt man diese bei der Messung erkennt das Gerät, wann der Wert stabil ist und fixiert diesen am Display. Bei den

Messgeräten ist unbedingt darauf zu achten dass die Messzelle, welche die Glasmembran und das Diaphragma enthält nicht trocken fällt. Zum Befeuchten verwendet man eine 3 M KCl-Lösung.

Da sich der pH-Wert jeder Wasserprobe infolge von chemischen, physikalischen und biologischen Vorgängen mehr oder weniger schnell ändert, sollte die Bestimmung sofort nach der Probennahme an der Probennahmestelle erfolgen. Außerdem ist dabei darauf zu achten, dass bei der Messung aus der offenen Probe CO_2 aus der Luft aufgenommen bzw. abgegeben werden kann, wodurch sich der pH-Wert ebenfalls ändert.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit gibt, an wie gut Wasser elektrischen Strom leiten kann. Um Strom bzw. elektrische Ladungen zu transportieren müssen Ladungsträger in Form von Ionen vorhanden sein. Alle Anionen und Kationen im Wasser tragen zur Leitfähigkeit bei, allerdings unterscheiden sie sich in ihrem Leitvermögen. Außerdem ist sie abhängig von der elektrochemischen Wertigkeit, der Ionenbeweglichkeit, der Konzentration aller vorhandenen Ionen und der Temperatur. Definiert ist die elektrische Leitfähigkeit über den reziproken Wert des spezifischen elektrischen Widerstandes.

Über den Wert der elektrischen Leitfähigkeit lassen sich Aussagen über die Gesamtmineralisation des Wassers treffen. Aber auch Veränderung der Mineralisation lässt sich mit Hilfe der Leitfähigkeit überprüfen und daher ist sie für die Wasseranalyse eine der wichtigsten Kenngrößen (Hütter, 1994).

In der Praxis wird die Leitfähigkeit mit Hilfe von 2 Elektroden gemessen welche durch ihre fixe Zellkonstante einen definierten Abstand und Fläche haben. Diese Zellkonstante wird vom Hersteller mit einer bekannten Vergleichslösung ermittelt und wird auf der Messzelle angegeben. Gemessen wird die elektrische Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Mikrosiemens/Zentimeter). Da die elektrische Leitfähigkeit stark Temperatur abhängig ist, werden die Messungen auf 25°C bezogen, damit sie untereinander vergleichbar sind. Meistens ist in den Messgeräten ebenfalls ein Thermometer integriert, welches die Leitfähigkeitsmessungen automatisch auf 25°C bezieht.

Für chemische Analysen im Labor ist es oft von Vorteil zu wissen wie viel mg gelöste Stoffe sich in einem kg Probe befinden. Jedoch gibt es keinen fixen Umrechnungsfaktor, jede gelöste Substanz wirkt sich unterschiedlich stark auf die elektrische Leitfähigkeit aus (z.B. $\text{NaCl} = 0,53$) Das bedeutet wenn man eine Leitfähigkeit von $2000\mu\text{S}/\text{cm}$ misst, so sind $3,77\text{mg}/\text{l}$ NaCl gelöst. Jedoch ist in der Natur selten nur ein Salz gelöst. Um einen

empirischen Wert zu erhalten rechnet man mit einem Faktor von 0,64, welcher die typische Zusammensetzung von Trinkwasser berücksichtigt. Dieser Wert ist eine grobe Annäherung für eine genaue Umrechnung benötigt man das Kohlrausch'sche Quadratwurzelgesetz.

Ansonsten ist das Messgerät sehr stabil und langlebig. Da die Kalibrierung schon beim Hersteller passiert, muss vor der Messung nichts mehr beachtet werden. Jedoch sollte alle 6 Monate kontrolliert werden, ob es keine Abweichung der Zellkonstante gibt.

2.2 Labormethodik

2.2.1 Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen der Tonproben [Gritzmann]

Von den 30 im Gelände entnommenen Proben wurden 15 Proben zur genaueren Analyse ausgewählt, da insbesondere die Tonmineralanalyse sehr zeit- und arbeitsaufwendig ist.

Im Labor wurden die Korngröße, die Tonmineralogie, die Gesamtmineralogie sowie Kationen, Anionen und REE analysiert. Die Untersuchungen des Gesamt- und Tonmineralbestands wurden am Institut für angewandte Geologie an der Universität für Bodenkultur in Wien vorgenommen.

2.2.2.1 Gesamtmineralbestand

Um die Gesamtmineralogie zu bestimmen wurden die Proben 48 Stunden bei 70°C in Porzellanschälchen getrocknet. Das getrocknete Probenmaterial wurde in einer Scheibenschwingmühle mehlfein ($\leq 20 \mu\text{m}$) vermahlen und die Präparation des Pulvers erfolgte mittels „blackload“- Verfahren. Gemessen wurde mit einem Philips Röntgendiffraktometer X'Pert PRO und mit einem automatischen Divergenzschlitz geröntgt (Cu-K α -Strahlung (45kV, 40mA) 2° bis $70^\circ 2\Theta$, 25 sec pro step, stepsize $0,02^\circ 2\Theta$). (vgl. Wriessnig, 2013)

2.2.2.2 Tonmineralbestand

Der Tonmineralbestand wurde mit demselben Röntgendiffraktometer wie der Gesamtmineralbestand geröntgt (Kapitel 2.2.2.1).

Zuvor erfolgte jedoch eine Aufbereitung nach Whittig (1965) und Tributh (1989). (vgl. Wriessnig, 2013)

Um die Proben zu dispergieren und organische Substanz zu zerstören wurde 10%iges H_2O_2 verwendet und einige Tage im Wasserbad gekocht. Zur Gewinnung der Tonfraktion ($\leq 2 \mu\text{m}$) wurden die Proben aus der $<40 \mu\text{m}$ gesiebten Proben abzentrifugiert (5 Minuten bei 1000 rpm). (vgl. Wriessnig, 2013)

Zur Belegung des Sorptionskomplex der Tonfraktion mit 4 N MgCl_2 beziehungsweise 4 N KCl-Lösung mit respektive Magnesium oder Kalium wurden die Proben über einen Zeitraum von 12 Stunden geschüttelt. Poröse Keramikplättchen wurden mit jeweils 20 mg Ton belegt. (vgl. Wriessnig, 2013)

Getrocknet wurden die Keramikplättchen in einem Exsikkator über gesättigter NH_4NO_3 -Lösung über einen Zeitraum von 48 Stunden. Nachdem diese einer Röntgenaufnahme (K- und Mg Plättchen von 2° bis $40^\circ 2\Theta$) unterzogen wurden, wurden diese, zur Unterscheidung von Smektit und Vermikulit, in eine mit Ethylenglykol gesättigte Atmosphäre gegeben und bei 2° bis $32^\circ 2\Theta$ geröntgt. Eine weitere Behandlung mit Dimethylsulfoxid zur Bestimmung von gut kristallisiertem Kaolinit erfolgte bei den mit Kalium belegten Plättchen. Die Röntgenaufnahme für die mit DMSO behandelten Plättchen erfolgte bei 2° bis $26^\circ 2\Theta$. Anschließend wurden die Plättchen bei 550°C 2 Stunden lang getempert, was zur Identifikation von primärem Chlorit diente und bei 2° bis $14^\circ 2\Theta$ geröntgt. (vgl. Wriessnig, 2013)

2.2.2.3 Korngrößenanalyse

Die Korngrößenbestimmung wurde in zwei Schritten durchgeführt, wobei im ersten Schritt durch eine Nasssiebung die Fraktionen $>20 \mu\text{m}$ bestimmt wurden, und im zweiten Schritt durch eine Sedimentationsanalyse die Fraktionen $\leq 20 \mu\text{m}$ mittels MicromeriticsSediGraph III analysiert wurde. (vgl. Wriessnig, 2013)

Um die Proben zu dispergieren und organische Substanz zu zerstören, wurden 50 bis 100 g lufttrockenes Probenmaterial über 2 Wochen mit 10%igem Wasserstoffperoxid versetzt. Im

Wasserbad bei 95° C wurden die Proben ausgekocht, um das überschüssige Wasserstoffperoxid zu entfernen. Vor Beginn jeder Siebung wurde jede Probe 10 Minuten lang im Ultraschallbad behandelt. Eine sich ständig schüttelnde Siebapparatur ermöglichte es die Proben mit deionisiertem Wasser zu sieben, wobei der Siebdurchlauf der Fraktion <20 µm entspricht. Die Siebrückstände > 6300 µm, 2000 µm, > 630 µm, > 200 µm, > 63 µm und > 20 µm wurden in Porzellanschälchen gegeben, bei 105° C getrocknet und gewogen. Um den Wassergehalt berechnen zu können, wurde eine Teilprobe der lufttrockenen Probe ebenfalls bei 105°C getrocknet. (vgl. Wriessnig, 2013)

Der für die Sedimentanalyse notwendige, im Becherglas aufgefangene Siebdurchlauf, der <20 µm Fraktion wurde ausgekocht, mit 0,05 % Natriumpolyphosphatlösung versetzt und nach einer 10-minütigen Ultraschallbehandlung im Sedigraphen gemessen. (vgl. Wriessnig, 2013)

2.2.2 Wasser [Dober]

pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit

Da sich der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit durch Lösungen bzw. Ausfällungen von Ionen ändern können, wurden diese im Labor erneut gemessen.

Diese Änderungen können temperaturbedingt sein oder durch eine Änderung des $p\text{CO}_2$ (CO_2 -Partialdrucks) hervorgerufen werden.

2.2.2.1 Titration der Säurekapazität (Bestimmung des Hydrogenkarbonats)

Zur Bestimmung des Hydrogenkarbonats (HCO_3^-) wird zunächst die Säurekapazität (m-Wert) ermittelt. Das „m“ der veralteten Bezeichnung m-Wert, stammt von dem Titrationsindikator Methyl-Orange, welcher bei einem pH von 4,3 eine Farbumschlag von gelb zu rot zeigt. Die Säurekapazität ($K_{s4,3}$ oder Säurebindungsvermögen "SBV") wird als Verhältnis der Stoffmenge an Hydroniumionen n (H_3O^+) zu deren Volumen $V(\text{H}_2\text{O})$ definiert. Als Einheit wird abweichend von der SI-Einheit [mol/m^3] üblicherweise [mmol/l] verwendet. (<http://www.sbf-online.com>)

Zur Bestimmung der Säurekapazität wird Salzsäure mit einer Konzentration von 0,1 mol/l in ein Probenvolumen von meist 100 ml titriert. Da die Probenmenge nicht ausreichend war, wurde in ein Probenvolumen von 50 ml titriert und anschließend das Ergebnis verdoppelt.

Die Säurekapazität wird mit der Formel, $K_{S4,3} [\text{mol/l}] = V[\text{ml Salzsäure}] \cdot c(\text{Salzsäure})[\text{mol/l}] / \text{Probenvolumen}[\text{ml}]$, berechnet. Zur Berechnung der Hydrogenkarbonatkonzentration dient die Formel, $\text{HCO}_3^- [\text{mg/l}] = K_{S4,3} \cdot 61,017 \cdot 1000$, wobei 61,017 die molare Masse von Hydrogenkarbonat (HCO_3^-) ist.

Die m-Werte aller Wasserproben wurden mittels einer automatischen Dosiereinheit (Abb. 11), einem pH-Meter und einem Thermometer der Firma Metrohm bestimmt. Diese Geräte sind mit einem Computer, welcher die dazugehörige Software besitzt, verbunden.

Die Dosiereinheit gibt solange Salzsäure 0,1M (HCl) hinzu, bis ein pH-Wert von 4,3 erreicht wird. Durch das Rühren der Probe auf einem Magnetrührer (Sirrer 801 von Metrohm), wird gewährleistet, dass sich die HCl gleichmäßig in der Probe verteilt. Zwischen den Messungen wurden alle Messinstrumente mit destilliertem Wasser gereinigt um eine Verunreinigung der andern Proben zu verhindern.



Abb. 11: Der für die Titration der Säurekapazität verwendete Dosimeter

2.2.2.2 Messung der Kationen, Anionen und SEE im Wasser, Gestein und Ton

Da die Ionen und SEE in der Ionenchromatographie, ICP-AES und ICP-MS nur in flüssiger Form gemessen werden können, wurde als erstes ein Eluat von den Gesteins- und Tonproben hergestellt.

Gesteins-Eluat-Herstellung

Die Gesteine wurden zuerst im Backenbrecher (Abb. 12) auf eine Größe von $>0,5$ cm gebrochen. Nach jeder Probe wurde der Brecher gründlich gesäubert um jegliche Verunreinigung der darauf folgenden Proben zu verhindern. Um eine homogene repräsentative Probe zu erhalten, wurde das gesamte aufgebrochene Material eines jeden Gesteins in vier gleich große Teile geteilt, wobei die schräg gegenüberliegenden Fragmente gemeinsam in einem Plastiksack verschlossen wurden.



Abb. 12: Backenbrecher zur Zerkleinerung der Gesteinsproben

Ein Teil dient als Rückstellprobe, ein weiterer Teil wurde zur Weiterverarbeitung mit der Achatmühle (Abb. 13) verwendet. Dazu wurde die Probe solange im Viertelverfahren geteilt bis ungefähr 50 g übrig blieben. Diese wurde nach und nach in der Achatmühle 7 Minuten lang gemahlen bis das Gestein analysenfein war. 10 g des analysenfeinen Pulvers wurden in einem dicht verschließbaren 150 ml großen Gefäß mit 100 ml destilliertem Wasser versetzt und für 24 Stunden geschüttelt.

Ton-Eluat-Herstellung

Da Tonproben auch nach längerer Trocknungszeit bei Raumtemperatur immer noch Wasser enthalten wurden sie bei 105°C 24 Stunden lang im Trockenschrank getrocknet. Nach diesem Prozess haben sich die Proben verfestigt und mussten daher mit einem Achat Mörser zu einem Pulver gemahlen werden. 10 g dieses Pulvers wurden mit 100 ml destilliertem Wasser versetzt und 24 Stunden lang geschüttelt. Die Tabelle 5 zeigt den Gewichtsverlust nach der Trocknung.



Abb. 13: Die zum Pulverisieren verwendete Achatmühle

Tabelle 5: Trockengewichtsbestimmung der Tone

Sample ID	Probenbezeichnung	Gewicht Glas (g)	Einwaage (g)	gesamt (g)	Verlust (g)	Verlust (%)
TM 4	Bodenprobe beim Ziegelwerk in Walbersdorf	59,2	30,3	89,5	4,5	5,028
TM 5-1	Walbersdorf (Aushub von Hausbauten)	60,2	30,2	90,4	1,9	2,102
TM 6-2	Sechsmahdlacke bei St. Andrä	59	31,2	90,2	3,4	3,769
TM 8-01	Oggau Neuseesiedlung	58,7	31	89,7	1,1	1,226
TM 9-2	Sechsmahdlacke Bodenform 26	58,6	31,4	90	1,3	1,444
TM 11-6	östliche Wörtenlacke	57,3	31	88,3	0,8	0,906
TM 15-6	Xixsee zentral (50-60 cm Tiefe)	56,8	30,5	87,3	0,4	0,458
TM 15-11	Xixsee zentral (100-110 cm Tiefe)	80,5	27,6	108,1	0,9	0,833
TM 17-3	Warmsee (Darscho) bei Apetlon	57,4	30,7	88,1	1	1,135
TM 19-4	Ochsenbrunnlacke West, südlich von Podersdorf	82,2	30,4	112,6	1,2	1,066
TM 21-1	Lacke im Süden des Apetlonerhofs	58,9	30,8	89,7	2,4	2,676
TM 22-1	Arbestaulacke nahe Wallern	56,4	31,3	87,7	3,9	4,447
TM25-1	Feldsee bei Illmitz	58,3	29,7	88	3	3,409
TM 29-3	Donnerskirchen, CheckIn Hotel (190 cm Tiefe)	62,1	29,8	91,9	1,6	1,741
TM 30	Zickseeschlamm (bis 40 cm Tiefe)	59,5	30,4	89,9	1	1,112

Um die Ton-, Gesteins-Eluate und Wasserproben messbar zu machen dürfen keine Feststoffe in den Proben sein. Dazu wurden die Proben mit einem Spritzenvorsatzfilter Micropur, 0,2 µm Porengröße und einem Durchmesser von 25 mm gefiltert um auch die gesamte Tonfraktion zu entfernen.

Auch die Salzkonzentration und die elektrische Leitfähigkeit dürfen für die Messgeräte wegen ihrer hohen Empfindlichkeit nicht zu hoch sein, dazu wurden folgende Verdünnungen vorgenommen (Tabelle 6).

Für die Messung mit der ICP-OES, mit welcher die Elemente Ca, Mg, Na, K, Si, Al, Fe, Mn, Ti, P, B, Ba, Sr, Cr, Cu, Ni, Pb und Zn gemessen werden, soll die %-Zahl der gelösten Stoffe unter 1% liegen. Um sicher zu stellen, dass dieser Wert erreicht wird, wurde eine Verdünnung 1:10 hergestellt.

Für die Messung mit der ICP-MS sollte die %-Zahl der gelösten Stoffe sogar unter 0,1% liegen, daher mussten einige Proben verdünnt werden. Mit dem Multispektrometer wurden die Elemente As, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Ni, Pb, Rb, Sb, Sn, V, Zn, Se, La sowie Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu und U gemessen.

An der Ionenchromatographie (IC) wurden die Anionen Chlorid, Nitrat, Sulfat, Fluorid, Nitrit, Bromid und Phosphat gemessen. Dazu mussten die Proben aber soweit verdünnt werden, dass die elektrische Leitfähigkeit einen Wert von unter 500 µS/cm annimmt.

Wie stark jede Probe verdünnt werden musste, zeigt die Tabelle 6. Die Verdünnungen wurden später in den Berechnungen berücksichtigt, um so ein vergleichbares Ergebnis zu erhalten.

Tabelle 6: Verdünnungstabelle der Wasserproben

Sample ID	Proben-/Ortsbezeichnung	LF (uS/cm)	ppm	%	OES (<1%)	OES (verd.)	IC (<500µS)	MS (<0,1%)
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	812	588,70	0,059	UV	V10	V5	UV
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	1738	1260,05	0,126	UV	V10	V5	UV
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	1094	793,15	0,079	UV	V10	V5	UV
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	1680	1218,00	0,122	UV	V10	V5	UV
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	3260	2363,50	0,236	UV	V10	V5	V2
WP5	Schützen, Wulka	1053	763,43	0,076	UV	V10	V5	UV
WP6	Schützen, Johannesquelle	630	456,75	0,046	UV	V10	UV	UV
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	582	421,95	0,042	UV	V10	UV	UV
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	714	517,65	0,052	UV	V10	UV	UV
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	4290	3110,25	0,311	UV	V10	V5	V6
WP10	Sandeck, Arteser	903	654,68	0,065	UV	V10	V5	UV
WP11	Neudegg, Weidenarteser	630	456,75	0,046	UV	V10	UV	UV
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	580	420,50	0,042	UV	V10	UV	UV
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	4030	2921,75	0,292	UV	V10	V5	V6
WP14	St. Andrä, Zicksee	2310	1674,75	0,167	UV	V10	V5	V2
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	2370	1718,25	0,172	UV	V10	V5	V2
WP17	Piringsdorf, Arteser	3470	2515,75	0,252	UV	V10	V5	V2
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	2970	2153,25	0,215	UV	V10	V5	V2
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	2520	1827,00	0,183	UV	V10	V5	V2
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	1426	1033,85	0,103	UV	V10	V5	UV
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	2280	1653,00	0,165	UV	V10	V5	V2
WP21	Purbach, Purgina	8321	6032,73	0,603	UV	V10	V5	V6
WP22	Schützen, Fam. Prieler	1343	973,68	0,097	UV	V10	V5	UV
WP23	Purbach, Fischergasse 7	861	624,23	0,062	UV	V10	V5	UV
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	3390	2457,75	0,246	UV	V10	V5	V2
WP26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	2500	1812,50	0,181	UV	V10	V5	V2
WP27	Purbach, Gemeindegasse (vor Pumpen)	1599	1159,28	0,116	UV	V10	V5	UV
WP28	Mannersdorf, Therme	1877	1360,83	0,136	UV	V10	V5	UV
WP29	Bad Fischau, Therme Q1	592	429,20	0,043	UV	V10	UV	UV
WP30	Sommerein, Drei Bründl	313	226,93	0,023	UV	V10	UV	UV
WP31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	943	683,68	0,068	UV	V10	V5	UV
WP32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	2000	1450,00	0,145	UV	V10	V5	UV
WP33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	1416	1026,60	0,103	UV	V10	V5	UV
WP34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	1343	973,68	0,097	UV	V10	V5	UV
WP35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41	1810	1312,25	0,131	UV	V10	V5	UV
WP36	Siegendorf, Pußtabrunnen	900	652,50	0,065	UV	V10	V5	UV
WP37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	961	696,73	0,070	UV	V10	V5	UV
WP40	Rust, Gemeindebrunnen	1063	770,68	0,077	UV	V10	V5	UV
WP41	Katzelsdorf, Marienbründl	700	507,50	0,051	UV	V10	UV	UV

UV unverdünnt
V2 Verdünnung 1:2
V5 Verdünnung 1:5
V6 Verdünnung 1:6
V10 Verdünnung 1:10

2.3 Gerätebeschreibung [Dober]

Für die Analyse der Anionen wurde der Ionenchromatograph ICS 100 von Dionex verwendet. Die Messung der Kationen erfolgte mit Hilfe der Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES). Die Ergebnisse der Spurenelemente und Selten-Erd-Elemente lieferte das induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometer.

2.3.1 Beschreibung IC (Ionenchromatographie)

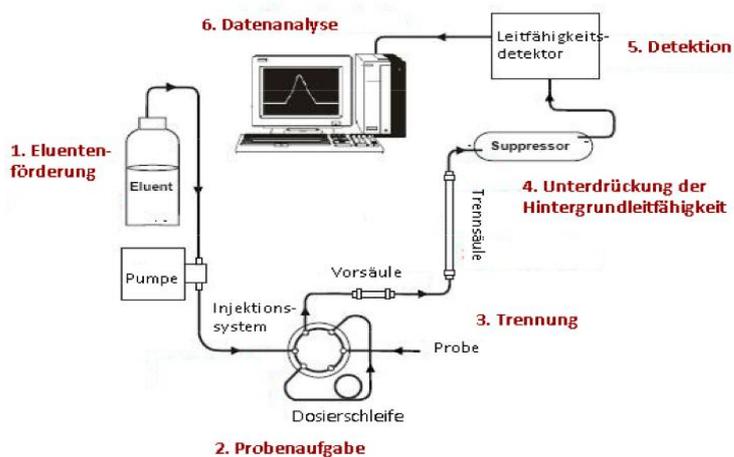


Abb. 14: Schema des Ionenchromatographen (<http://anchem.uivie.ac.at>)

Die Ionenchromatographie ist ein spezielles Verfahren der Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC, „High Performance Liquid Chromatography“). Bei Verwendung geeigneter Trennsäulen und Elutionsmittel können die verschiedenen Anionen voneinander getrennt werden.

Wie die Abb. 14 zeigt, fließt das Eluent von einem Vorratsgefäß über ein Ventil zur Pumpe. Von dort wird es über einen Pulsdämpfer (Unterdrückung von Druckschwankungen) durch das Dosiersystem auf die Trennsäule gepumpt. Das Eluent von der Trennsäule wird danach durch einen Suppressor geleitet, welcher die Grundleitfähigkeit verringert und gelangt anschließend in die Leitfähigkeitszelle. Dort wird das Analyt detektiert. Nach der Leitfähigkeitszelle wird der Eluentenstrom wieder in den Suppressor geleitet und dient hier als Wasserquelle für die Regenerationskammer. In den Trennsäulen befindet sich ein Trägermaterial (meist „Polystyrol-Harze“), eine organische Polymer-Verbindung. Die stationäre Phase ist an das Trägermaterial fest gebunden, welche meist aus „Anionentauschern“ besteht.

Die mobile Phase (Eluent) strömt gleichmäßig mit der statischen Phase (schwache wässrige Säure) durch die Trennsäule. In der Trennsäule stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der mobilen und der statischen Phase ein.

Wird nun eine Probe in das System injiziert, so werden die Anionen gegen Karbonat ausgetauscht. Die Anionen werden bei diesem Austausch kurzzeitig zurückgehalten, dabei entsteht eine Auftrennung der Anionen aufgrund ihrer unterschiedlichen Affinität zur statischen Phase. Umso größer die Affinität eines Ions ist desto länger wird es im Austauscher zurückgehalten und bildet so zu einer bestimmten Zeit einen Peak am Detektor. Denn die Änderung der Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Retentionszeit wird registriert und auf einem Diagramm geplottet. Durch den Suppressor werden Ionen mit hoher Leitfähigkeit durch Ionen mit geringer Leitfähigkeit ersetzt damit die Differenz der Grundleitfähigkeit zur Leitfähigkeit der Anionen viel größer wird. Damit erhöht sich die Empfindlichkeit der Messung deutlich.

Üblicherweise werden mit den verwendeten Säulen sieben verschiedene Anionen analysiert:

Chlorid, Nitrat, Sulfat, Fluorid, Nitrit, Bromid und Phosphat.

Auf der Abb. 15 sieht man den verwendeten Ionenchromatographen, dessen großer Vorteil es ist alle wichtigen Anionen in einem Messdurchgang zu bestimmen nur bei Phosphat kann es durch die lange Regenerationszeit im Suppressor zu Problemen kommen.



Abb. 15: Der verwendete Ionenchromatograph ICS 100 von Dionex inkl. Autosampler

2.3.2 Beschreibung der ICP-AES

(Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry)



Abb. 16: Verwendete ICP-AES

Die Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES) (Abb. 16) wird zur Bestimmung von Spurenelementen in Lösung angewendet. Die Lösung wird mit einem Zerstäuber fein verteilt und weiter in die Plasmafackel transportiert. In dem Hochfrequenzplasma wird das Lösemittel eingedampft. Die daraus entstandenen getrockneten Salze werden verdampft, dissoziiert, atomisiert und ionisiert. Durch die thermische Anregung der Atome beziehungsweise der Ionen kommt es zu Übergängen auf ein niedrigeres Energieniveau wobei Photonen emittiert werden. Die Anzahl dieser Übergänge wird optisch mit einem Emissionsspektrometer gemessen. Durch Dispersion entstehen die verschiedenen Spektren in einem Gitterspektrometer. Das Element wird mittels der Strahlungswellenlänge (Energie der Photonen) bestimmt, während die Konzentration des Elements proportional zur Strahlungsintensität (Anzahl der Photonen) ist. Mit der ICP-AES kann eine Mehrelement-Bestimmungen durchgeführt werden. (DIN ISO 22036:2009-06)

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

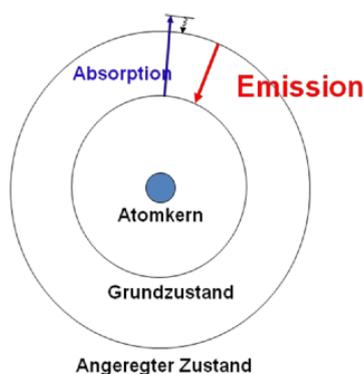
Abb. 17: Messbare Element der ICP-AES (http://www.mineralogie.uni-hanover.de/min_aas.html)

Bei der ICP-AES handelt es sich um eine, was den Anwendungsbereich betrifft, nahezu ideale elementaranalytische Methode. Wie die Abb. 17 zeigt, lassen sich nahezu alle Elemente bis in den ppb-Bereich bestimmen. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass viele Elemente in kurzer Zeit erfasst werden können. Dabei spielt auch die Konzentration keine besonders große Rolle. Elemente die nicht mit der ICP-AES bestimmt werden können sind alle Edelgase, alle Halogene bis auf Jod, die Element Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, da sie Bestandteile des Lösungsmittels oder der Umgebungsluft sind.

Da keine chemischen Störungen möglich sind, beschränkt sich die Probenvorbereitung auf einen entsprechenden Aufschluss des Materials und einer eventuellen Verdünnung.

2.3.2.1 Prinzip der AES

Um eine Substanz analysieren zu können muss sie als erstes verdampft und in die einzelnen Atome aufgespalten werden (atomisiert). Jedes unterschiedliche Atom hat ein charakteristisches Spektrum, welches in einem Atomemissionsspektrum zur Bestimmung



dargestellt wird. Dieses Spektrum entsteht wenn ein Atom durch Energiezufuhr angeregt wird und Elektronen dabei in eine energetisch höhere Schale gehoben werden (Abb.18). Wenn nach der Anregung das Elektron auf seine ursprüngliche Schale zurückkehrt wird Energie als Lichtquant frei. Da es nur eine begrenzte Anzahl von Energieniveaus in einem Atom gibt, entsteht nach der spektralen Aufspaltung ein Linienspektrum mit einer gewissen Anzahl an Linien.

Abb. 18: Angeregter Zustand eines Elektrons (<http://www.geologie.uni-frankfurt.de>)

Das erhaltene Spektrum enthält sowohl qualitative als auch quantitative Informationen über die Zusammensetzung der Probe. Da die Spektrallinien charakteristisch für jedes Element sind, kann auf die An- bzw. Abwesenheit dieser geschlossen werden. Weil die Lichtintensität einer Atomemission bei einer bestimmten Wellenlänge proportional zur Konzentration ist, kann auf die Konzentration der Elemente geschlossen werden. Dazu sind jedoch Standards mit bekannten Konzentrationen nötig, um die Intensitäten miteinander vergleichen zu können (<http://winklmair.de/ian/Praktikum/ICP.pdf>).

2.3.2.2 Vorteile bzw. Nachteile der AES

Vorteile:

- Simultane Multielementmethode (über 50 Elemente gleichzeitig)
- nur Argon als Verbrauchsmaterial
- keine Lichtquelle nötig
- sehr geringe Nachweisgrenze
- wenig Störungen
- gute Reproduzierbarkeit

Nachteil:

- Sehr teuer in der Anschaffung

2.3.3 Beschreibung der ICP-MS (induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie)



Abb. 19: Verwendete ICP-MS

Die Multielement-Bestimmung von 62 Elementen mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS, Abb. 19) besteht aus folgenden Schritten:

1. Einbringen der Messlösung:

Die Probe wird in ein Hochfrequenzplasma (z. B. durch pneumatische Zerstäubung) eingebracht, wobei die Energieübertragung vom Plasma auf die Analyten Desolvatisierung, Atomisierung und Ionisierung der Elemente bewirkt.

2. Extraktion der Ionen

Die Ionen werden aus dem Hochfrequenzplasma extrahiert durch ein differentielles Vakuumsystem mit integrierter Ionenoptik und massenspektrometrische Trennung (z. B. in einem Quadrupol-Massenspektrometer) der Ionen auf der Basis ihrer Verhältnisse von Masse zu Ladung.

3. Überführung und Nachweis der Ionen.

Über eine Massentrennungs-Einheit werden die Ionen überführt (z. B. einem Quadrupol), deren Nachweis wird üblicherweise mit einem kontinuierlichen Dynoden-Elektronen-Vervielfacher durchgeführt. Die Verarbeitung der Informationen über die Ionenbildung erfolgt mit einem Datensystem.

4. Quantitative Bestimmung

Die Bestimmung erfolgt nach der Kalibrierung mit geeigneten Bezugslösungen (Standards).

Die Beziehung zwischen Signalintensität und Massenkonzentration ist üblicherweise über mindestens fünf Zehnerpotenzen linear. Im Fall einer Spuren- und Ultraspurenanalytik müssen die Reagenzien entsprechend rein sein um keine Verunreinigungen bzw. Messfehler zu bekommen. Die Konzentration der Analyten bzw. der störenden Substanzen in den Reagenzien und im Wasser muss im Vergleich zur geringsten zu bestimmenden Konzentration vernachlässigbar klein sein. Um Störungen durch Polyatome zu minimieren, sollte Salpetersäure zur Konservierung und für den Aufschluss verwendet werden. Für die Probenvorbereitung und alle Verdünnungen wurde Wasser der Qualität 1 nach ISO 3696 verwendet (destilliertes Wasser).

Messung der Proben: (siehe auch Punkt Probennahme und Probenvorbereitung). Die gemessenen Zählraten bei der ICP-MS sind im Bezug zur Massenkonzentration eines Elements linear und dies über mehrere Zehnerpotenzen hinweg. Daher darf man die Quantifizierung mit linearen Bezugsfunktionen durchführen. Bevor man das Gerät verwendet, sollte es etwa 30 Minuten vor Beginn der Analyse in einen messbereiten Zustand versetzt werden. Dazu zählt die Empfindlichkeit, die Stabilität, die Auflösung und die Massenkalisierung zu prüfen. Es ist außerdem darauf zu achten, die richtigen Spülzeiten einzustellen, bei starken Variationen der Massenkonzentration ist es empfehlenswert die Spülzeiten zu verlängern.

3 Ergebnisse [Gritzmann/Dober]

3.1 Charakterisierung des „salzführenden Horizonts“ [Gritzmann]

Das folgende Kapitel dient zur näheren Charakterisierung des „salzführenden Horizonts“. In der Literatur wird dieser Horizont meist als schluffig, kalkhaltig, rostfleckig mit gut gerundeten, häufig intensiv gefärbten Quarzschottern beschrieben.

Die Probenahme erfolgte nach der Bodenkarte 1: 25 000 Neusiedl am See-Süd von Nelhiebel (1986), der die Bodenform 26 (siehe Kapitel 1.3.1) als salzreichste aller Böden des Seewinkels definierte. Aus den folgenden Bohrprofilen wurden jeweils Proben zur Analyse genommen.

Um einen Überblick über die Proben zu bekommen, werden diese in Tabelle 7. dargestellt.

Tabelle 7: Überblick der Proben

Probennummer 1	Probennummer 2	Probenahmestelle	Bemerkung
TM-4	13910	Walbersdorf, Ziegelwerk	in Tonen des Badenium
TM 15-6	13911	Zentraler Xixsee	salzführender Horizont (50-60cm unter GOK)
TM 21-1	13912	Apetlonerhof Süd	salzführender Horizont
TM 5	13913	Ton anstehend	Schicht aus Badenium
TM 11-6	13914	Wörtenlacke 2	salzführender Horizont
TM 22-1	13915	Arbesthaulacke	salzführender Horizont
TM 30	13916	Zickseeschlamm	Zickseeschlamm
TM 25-1	13917	Feldsee (Illmitz)	salzführender Horizont
TM 15-11	13918	Zentraler Xixsee	salzführender Horizont (100-110cm unter GOK)
TM 19-4	13919	Ochsenbrunnlacke West	salzführender Horizont
TM 8-01	13920	Oggau Neusesiedlung	Blauer Ton; gebänderte Seesedimente auf Pannonium
TM 9-2	13921	Sechsmadlacke West	salzführender Horizont
TM6-2	13922	Sechsmadlacke	salzführender Horizont
TM 17-3	13923	Warmsee	salzführender Horizont
TM 29-03	13924	Check-In Hotel	rezente Sedimente des Neusiedlersees

3.1.1 Korngrößenbeschreibung

Die Korngrößenbestimmung dient zur näheren Charakterisierung des „salzführenden Horizonts“. Wie Anhang 1 zu entnehmen ist wurden die Proben jeweils in den tonreichen Schichten der Bohrprofile genommen.

Das in Abb. 20 dargestellte „Österreichische Texturdreieck nach ÖNORM L 1050“ dient zur Benennung der im Seewinkel genommen Sedimentproben, wobei die Anteile an Sand, Schluff und Ton verhältnismäßig in das Dreieck geplottet werden. Die Legende verweist auf die Lokalität der einzelnen im „salzföhrnden Horizont“ genommenen Proben. Die Bohrung des Xixsees zeigt wenig Variation in den verschiedenen Tiefen, da beide in den sehr schluffigen Bereich IU eingeteilt werden.

Abbildung 20 zeigt, dass die Korngrößenverteilung des beprobten salzföhrnden Horizontes in 8 Profilen der Bodenform 26 eine große Variation im schluffig-tonigen Bereich aufweist.

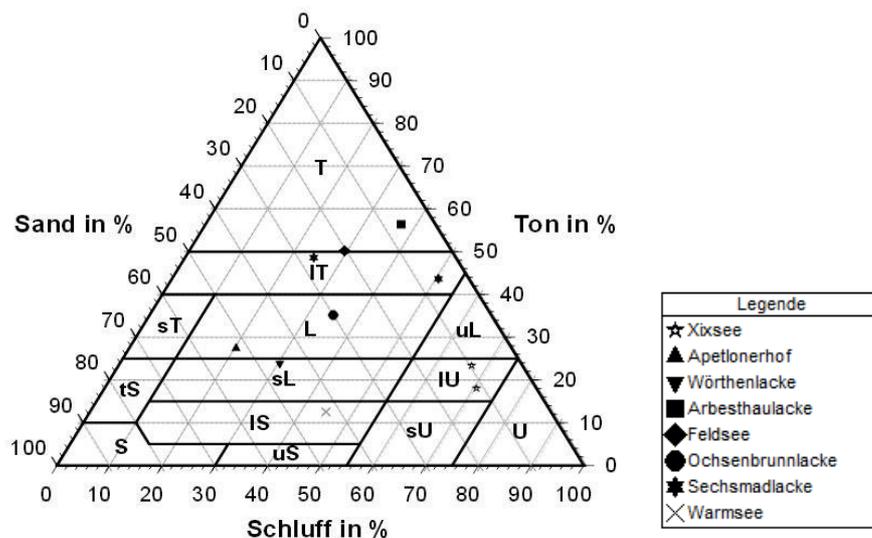


Abb. 20: Verteilung der Proben von Tabelle 7 des „salzföhrnden Horizonts“ im Österreichischen Texturdreieck (ÖNORM L 1050)

Nach ÖNORM L1050 ergibt sich für die einzelnen Proben folgende Bezeichnung (Tabelle 8):

Tabelle 8: Benennung der Proben laut ÖNORM L 1050

Probenbezeichnung	Benennung laut ÖNORM L1050	Lokalität
13911	lehmiger Schluff	Zentraler Xixsee
13912	Lehm	Apetlonerhof Süd
13914	sandiger Lehm	Wörthenlacke Ost
13915	Ton	Arbesthaulacke
13917	Ton-lehmiger Ton	Feldsee (Illmitz)
13918	lehmiger Schluff	Zentraler Xixsee
13919	Lehm	Ochsenbrunnlacke West
13921	lehmiger Ton	Sechsmadlacke West
13922	lehmiger Ton	Sechsmadlacke
13923	lehmiger Sand	Warmsee (Darscho)

Tabelle 9 stellt eine Übersicht der unterschiedlichen Kiese, Sande, Schluffe und Tone dar. In Anhang 2 befinden sich dazu für alle 15 Sedimentproben Kornsummenkurven.

Tabelle 9: Fraktion der Sedimentproben

Probenbezeichnung/ Fraktion	FG	GS	MS	FS	GU	MU	FU	GT	MT	FT
13911	0,0	0,4	3,7	5,8	31,2	21,6	13,8	7,7	5,6	10,0
13912	20,7	6,0	15,1	20,3	7,7	4,0	4,4	4,3	7,2	10,3
13914	10,1	3,0	22,2	15,9	8,5	5,7	13,0	12,4	5,6	3,7
13915	0,1	0,2	2,3	4,3	5,1	12,7	19,0	18,8	24,4	13,1
13917	1,1	1,9	4,7	13,6	13,7	7,9	7,4	10,7	20,2	18,8
13918	0,0	0,1	2,0	9,6	33,5	20,3	16,3	9,5	4,8	3,8
13919	1,3	0,9	13,8	14,9	13,9	8,8	11,5	15,1	9,5	10,2
13921	0,2	0,1	1,0	5,1	16,7	12,6	20,9	17,8	9,1	16,6
13922	23,4	2,7	6,7	11,3	6,2	4,9	7,6	7,8	11,0	18,4
13923	28,9	2,3	15,1	13,1	15,2	9,6	6,9	3,9	3,2	1,8

Im folgenden Kapitel (3.1.2) werden der Gesamtmineralbestand und die Tonminerale, welche sich innerhalb des „salzführenden Horizont“ befinden, ausführlich beschrieben.

3.1.2 Gesamtmineralverteilung

Hinsichtlich Kalzit und Dolomit ist festzuhalten, dass alle Proben einen mehr oder weniger schwachen Gehalt an Kalzit (29,4°) aufweisen. Hingegen bei nur vier entnommenen Proben (13911, 13913, 13918 und 13921) ist Kalzit der Hauptbestandteil. Besonders auffällig ist dies bei der Probe des Feldsees (13917), bei der die Tonfraktion hauptsächlich durch den Karbonatanteil bestimmt wird. Ähnlich dem Kalziumgehalt verhält sich der Dolomitanteil bei 31,0° der Proben. Dieser ist zwar auch bei den Xixseeproben (13911 und 13918) als Hauptvertreter anwesend, doch bei 13913 (Probe aus dem Badenium) und 13921 (Sechsmadlacke) ist der Kalzitanteil deutlich höher, als der des Dolomits. Bei der Bohrung in den „salzführenden Horizont“ im Feldsee (13917), überwiegt der Dolomitanteil im Vergleich zum Kalzit stark. Nicht ganz so stark dominiert dieser auch in den rezenten Sedimenten des Neusiedler Sees (13924), da hier Kalzit nur in Spuren vorhanden ist.

Die wenig verbreiteten Kalifeldspäte bei 27,5° wurden mittels Röntgendiffraktogramme hauptsächlich in Spuren nachgewiesen. Bei 28,0° wurde in allen 15 Proben ein ähnlich mittelgroßer Peak entdeckt, was für einen mittleren Gehalt an Plagioklas in den Proben steht. Ebenso wurde Quarz in geringen Mengen in allen Proben gefunden. Ausnahmen stellen nur die Proben der Sechsmadlacke (13922) und des Warmsees (13923) dar, da diese einen sehr hohen Gehalt an Quarz aufweisen. Der Schichtsilikatgehalt verhält sich unauffällig. Speziell Glimmer ist zwar überall vorhanden, jedoch oft nur in Spuren wie bei den Proben 13915-13919 sowie 13922 und 13923.

Hämatit, Gips, Amphibolit und Goethit ließen sich in keiner einzigen Probe eindeutig feststellen. Nur in 13923 (Warmsee) befinden sich eventuell Spuren an Amphibolit.

3.1.3 Tonmineralogie

Auffällig ist, dass Illit sehr stark in allen Proben, meist sogar als Hauptbestandteil sowohl in limnischen Tonproben, als auch in Verwitterungsprodukten, vertreten ist. Smektite, aus denen sich Illite meist bilden, kommen jedoch nur vereinzelt in hohen Konzentrationen vor. Diese hohen Konzentrationen werden allerdings in keiner Probe des „salzführenden Horizonts“ nachgewiesen, sondern in den Proben der rezenten Sedimente des Neusiedler Sees (13920 und 13924) sowie in einer Schicht des Badenium (13913). Wenige Analysen im Bereich des „salzführenden Horizonts“ weisen Smektite auf, wozu die Bohrungen des Feldsees (13917), der Sechsmahdlacke West (13921) und des Warmsees (13923) zählen. Lediglich Spuren oder überhaupt keine Hinweise auf Smektite liefern die restlichen Analysen der Bohrungen.

Bei den Analyseergebnissen des Kaolinit wird zwischen gut und schlecht kristallisiertem Kaolinit unterschieden. Schlecht kristallisierter Kaolinit, Fireclay genannt, tritt in allen Proben mit einem durchschnittlichen, mittleren Gehalt auf. Anders verhält sich der Gehalt des Kaolinit, der in vielen Proben nur in Spuren vorhanden ist. Im Konkreten sind das die Proben Apetloner Hof (13912), Arbesthaulacke (13915), der Zickseeschlamm (13916), der Feldsee (13917) und die Ochsenbrunnlacke (13919).

Bei den Chloriten erfolgt eine Unterscheidung zwischen primärem und sekundärem Chlorit. Das Vorkommen von primärem Chlorit bleibt bei einer Probe der Schicht des Badenium (13913) sowie bei der Wörtenlacke (13914) und der Ochsenbrunnlacke (13919) völlig aus, was auf sekundäre Chloritvorkommen hindeutet. In den übrigen Proben sind Spuren oder mittelhohe Gehalte an primären Chlorit aus den Diagrammen ablesbar. Sekundärer Chlorit lässt sich hingegen schwieriger anhand der Diagramme feststellen. So wird zwar bei sehr vielen Proben ein sekundärer Chlorit zu vermuten, jedoch wären zur Bestimmung weitere Analysen notwendig. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass weder bei 14Å noch bei 18Å ein Vermikulit zu sehen ist.

Eine Eigenheit der Tonminerale sind sogenannte „Mixed Layer“-eine wechselnde Lagerung von Tonmineralen. Mixed Layer wurden im Zickseeschlamm (13916) sowie im Warmsee (13923), der vermutlich aus irregulären Illit/Smektit Lagen besteht, festgestellt.

Da dieses Kapitel dazu führen soll den „salzföhrenden Horizont“ zu charakterisieren wird als Typusprobe dafür an dieser Stelle die Probe des Xixees (50-60 cm unter GOK) gewöhlt. Das Röntgendiffraktogramm befindet sich als Beispiel in Abb. 21. Die restlichen Diagramme sind im Anhang 3 zu finden.

Im folgenden Kapitel 3.2 werden die Bohrprofile innerhalb des Profilmiveaus des „salzföhrenden Horizonts“ miteinander verglichen.

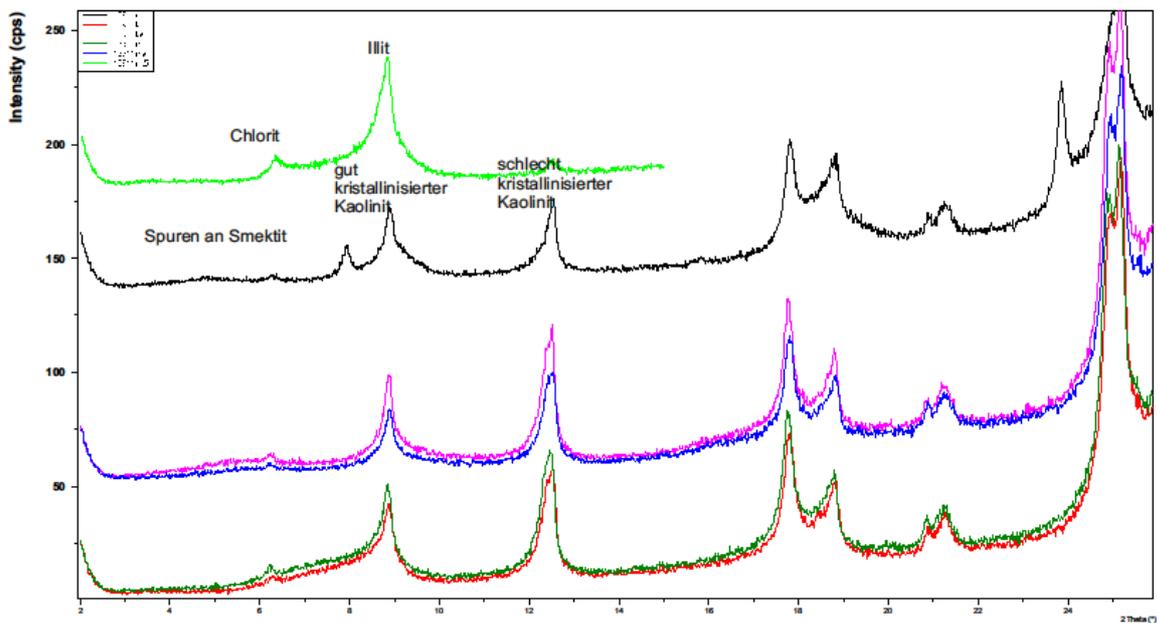


Abb. 21: Röntgendiffraktogramm einer Tonprobe (13911) aus dem „salzföhrenden Horizont“ des Xixees

3.2 Profilaufbau im Niveau des „salzführenden Horizonts“ im Bereich der Lacken [Gritzmann]

Der Vergleich von Bohrprofilen innerhalb, am Rande und unmittelbar außerhalb der Lacken des Seewinkels, soll nicht nur Auskunft über eine mögliche Entstehung der Lacken geben, sondern auch die Bereiche des salzführenden Horizonts näher charakterisieren. Darüber hinaus wird dessen Existenz, in der Form eines durchgehenden Horizonts, wie er in der Literatur beschrieben wird (siehe Kapitel 1.3.1) zur Diskussion gestellt.

Dazu werden im folgenden Kapitel Profilschnitte der einzelnen Lacken dargestellt. Die Sedimenttypen der Bohrprofile variieren stark zwischen Ton, Ton und Schluff, Sand, Sand und Schluff mit Mittelkiesen sowie Sand mit Mittelkiesen.

3.2.1 Illmitzer Zicksee

Bohrungen des Illmitzer Zicksees im Profilschnitt SW-NO

In Abb. 22 wird die Lage der zum Vergleich der dominierenden Fazies genommenen Bohrprofile dargestellt. So befinden sich ID 243 und ID 298 im südwestlich Bereich, ID 297 am Rande und ID 296 nördlich, jedoch schon außerhalb des Illmitzer Zicksees. Abb. 23 gibt einen schematischen Überblick der möglichen Faziesverteilung zwischen den einzelnen Bohrungen wieder.

Beginnend mit ID 298, der südwestlichste der drei maximal 2 m tiefen Vergleichsbohrungen, zeigt diese in den obersten 40 cm grauen Sand, der von ebenfalls grauem, leicht rostfleckigem Schluff (bis 60 cm) unterlagert wird. Ab dieser Tiefe wechselt die Schicht in bräunlichen Ton, der ab 1,4 m Feinsand führt. Innerhalb des ersten Meters zeigt auch das in Abb. 24 dargestellte, am Rande des Zicksees gelegene Bohrprofil (ID 297), das aufgrund seiner sehr südlichen Lage nicht in den Profilschnitt miteinbezogen wird, eine sehr ähnliche Korngrößenverteilung wie ID 298. Im darunter liegenden Bereich führt ID 297 jedoch hauptsächlich Sande.

ID 243 besteht bis 20 cm ab der GOK aus reinem braun- grauen Ton. Der hellgraue schluffige Ton könnte eine Schicht mit dem grauen Schluff von ID 298 darstellen und auch bei ID 297 eine Fortsetzung der Schicht finden. Rostfleckiger hellgrauer Ton befindet sich ab einer Tiefe von 0,7 m in ID 243, welches zwar darunter eine 20 cm sandig kiesige Lage führt,

jedoch ab 1,1 m unter der GOK zuerst in rostfleckigen, schluffigen Ton und dann in blaugrauen- schwarzen Ton übergeht.

ID 296 besteht in den obersten 0,6 m aus grauem, schwach rostfleckigem Schluff. Ab dieser Tiefe definiert sehr grobkörnig- gelbbraunlicher Sand und Mittelkies, stellenweise auch Grobkies diese Lage.

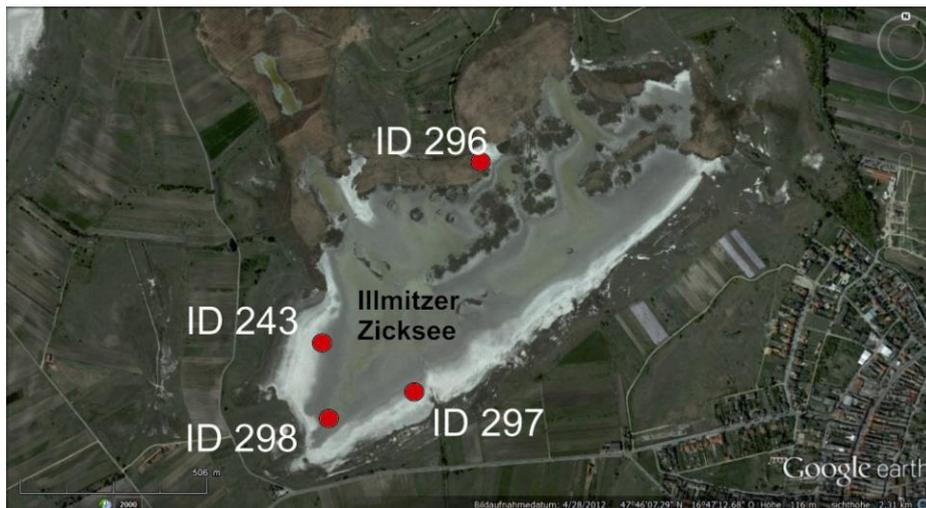
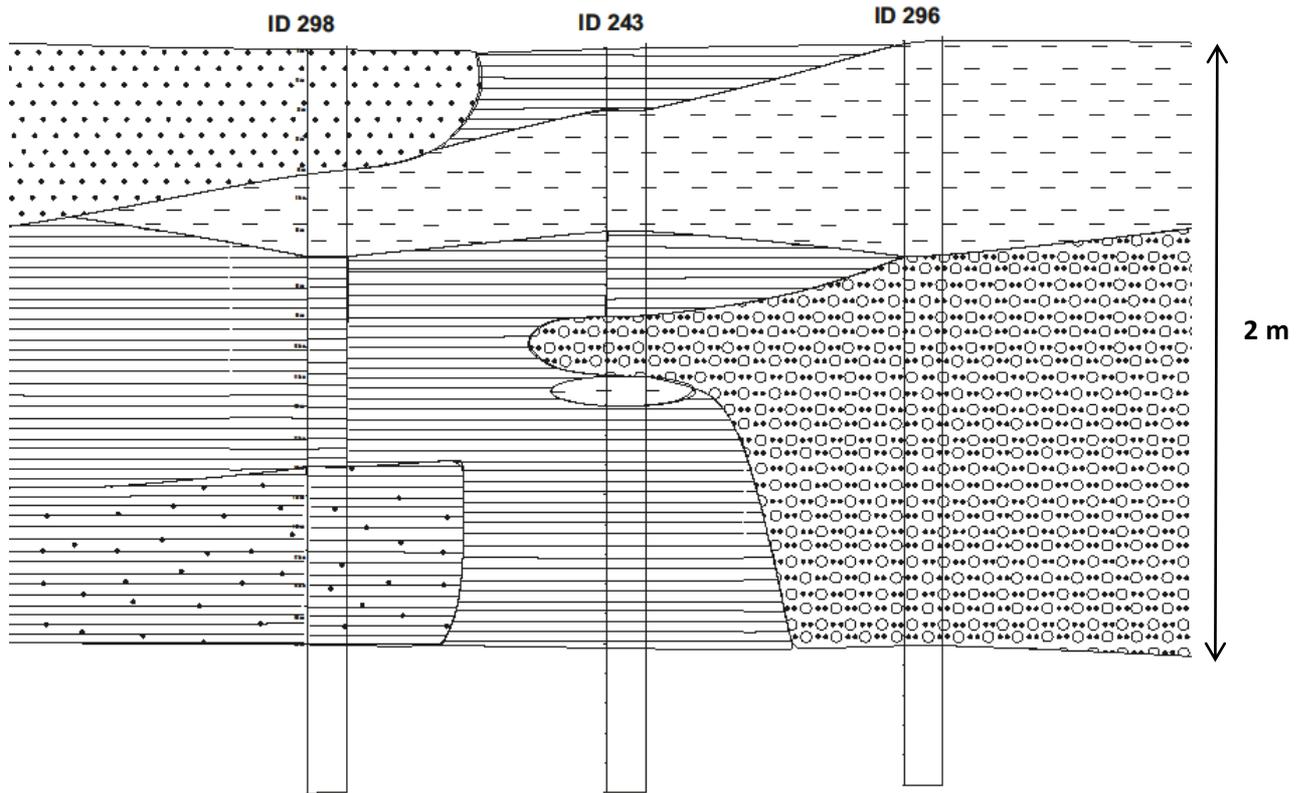


Abb. 22: Lage der Bohrungen ID 243, ID 296, ID 297, ID 298 des Illmitzer Zicksee, Google Earth 2013 (Version: 7.1.2.2041). Stand: 18.09.2014, eigene Beschriftung



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	SCHLUFF und TON	sandiger SCHLUFF und TON	kiesiger SCHLUFF und TON	sandig, kiesiger SCHLUFF und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 23: Schematischer Südwest-Nordost Profilschnitt des Illmitzer Zicksees mit den Bohrungen ID 298, ID 243 und ID 296

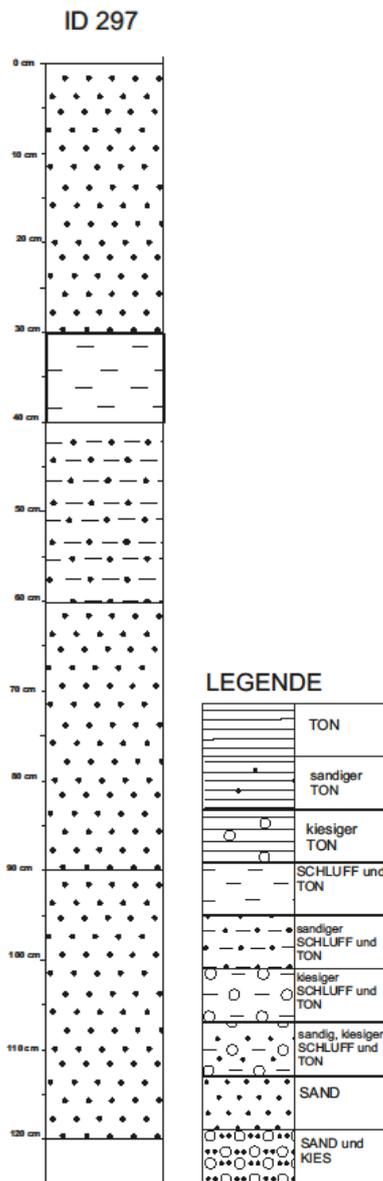


Abb. 24: Südlich gelegenes Bohrprofil ID 297 des Illmitzer Zicksees

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Südwesten des Illmitzer Zicksees durch eine tonreiche Fazies dominiert wird, während der Nordosten eine sandige-kiesige Fazies aufweist.

3.2.2 Obere Höllacke

Vergleichsbohrungen im N-S Profilschnitt im Osten der Oberen Höllacke

Um die Profile der Oberen Höllacke übersichtlich miteinander vergleichen zu können, wurde ein Profilschnitt von ID 284, ID 286 und ID 287 angefertigt und ein weiterer Schnitt mit den

Bohrprofilen ID 284, ID 285 und ID 287. Die Lage von ID 284 (dargestellt in Abb. 25) ist dem nördlichen Teil der Höllacke zuzuordnen. Südlich davon, im westlichen Bereich der Lacke befindet sich ID 286, im östlichen Teil ID 285 und im Süden der Lacke wurde die Bohrung mit ID 287, welche einen Randbereich darstellt, bezeichnet. Die Bohrprofile und ein möglicher Zusammenhang zwischen den einzelnen Profilen wird in der Abb. 26 dargestellt.

Die Bohrungen weisen auf eine sehr unterschiedliche Faziesverteilung im nördlichen Bereich (ID 284) der Oberen Höllacke hin: Die ersten 20 cm des Bohrprofils bestehen aus grauem Sand, der in grauen schluffigen Ton übergeht und ab 0,6 m maximal 5 cm große, kalkhaltige Kiese enthält. Bräunlicher, kalkhaltiger Sand wird zwischen 0,8 m und 1,4 m aufgenommen. Ab dieser Tiefe tritt jedoch grauer, feuchter Grobsand mit 1-2 cm Kieskomponenten auf. Darauf folgt blauer Ton.

ID 286 unterscheidet sich in den obersten Zentimeter von ID 284 hauptsächlich durch die Farbe des Sandes, da in diesem Profil hellbrauner schluffiger Feinsand aufgenommen wurde. In einer Tiefe von 0,4-0,6 m befinden sich innerhalb des hellgrauen, rostfleckigen schluffigen Feinsandes 2-3 cm große Kiese, der in schwarz-grauen, ebenfalls rostfleckigen Sand übergeht, welcher mit zunehmender Tiefe grobsandiger wird und ab 1,0 m erneut 2 cm große Kiese sowie Kohlelagen enthält. Das Bohrprofil (ID 287), das den Süden der Lacke wiedergeben soll wird bis 0,4 m von hellbraunem Sand, wie auch in ID 286, dominiert, der in hellgrauen Sand übergeht. In einer Tiefe von 0,9 m tritt bereits Grundwasser auf.

Vergleichsbohrungen im N-S Profilschnitt im Westen der Oberen Höllacke

Ebenfalls dargestellt wird der Übergang der einzelnen Korngrößen des östlichen, mittig gelegenen Bohrprofils (ID 285) zu den beiden bereits beschriebenen Profilen des Nordens und Südens (Abb. 27). Bräunlich, stark sandiger Schluff kennzeichnet die ersten 40 cm, die in weiterer Tiefe zu grau-grünlichen, teils rostfleckigen feinsandigen Schluff wechseln. Erst ab einer Tiefe von 0,8 m trifft man auf schwarz-grauen Grobsand, mit einem geringen Anteil an Kies.



Abb. 25: Lage der Bohrungen ID 264, ID285, ID 286, ID 287 der Oberen Hölllacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung

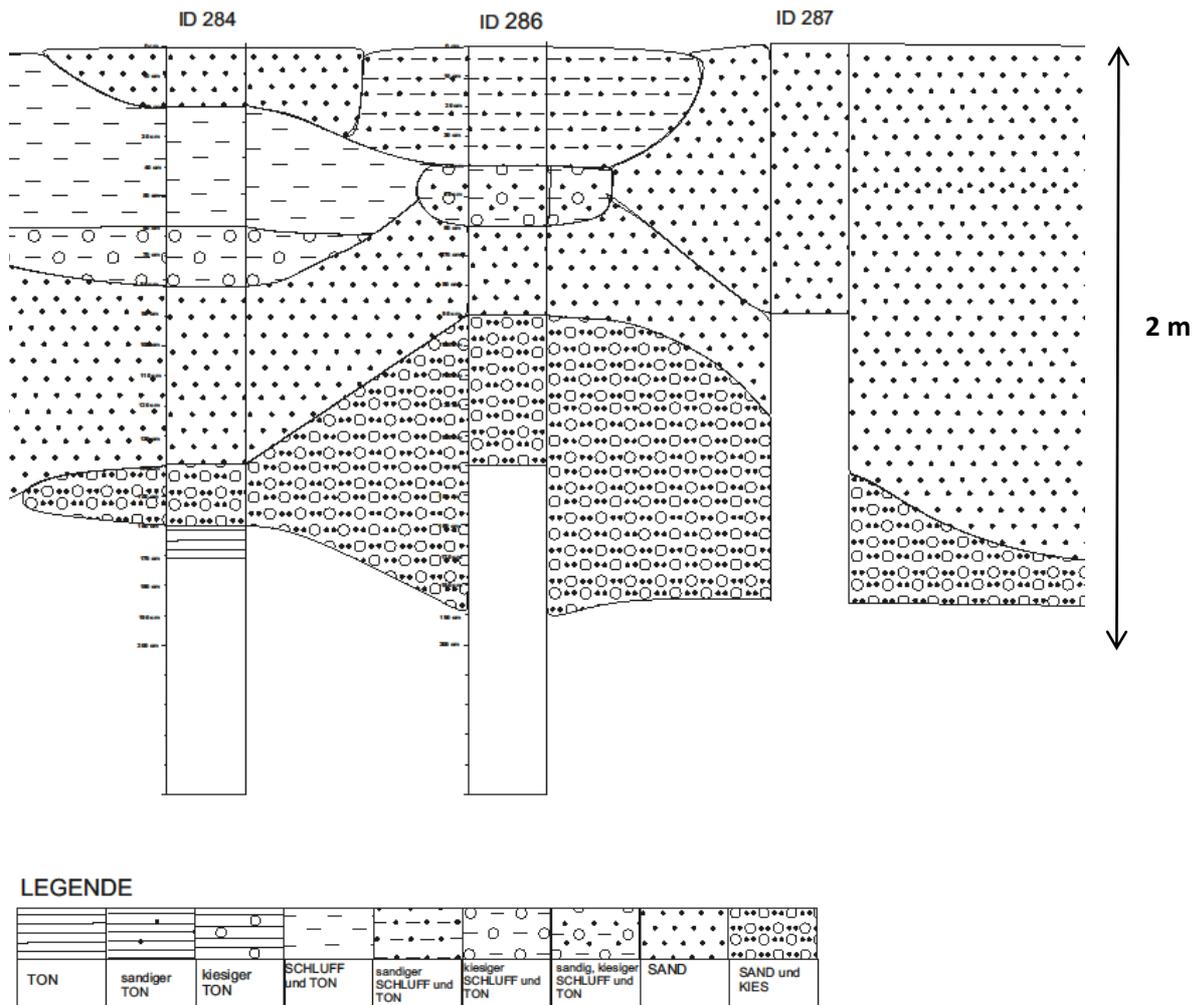
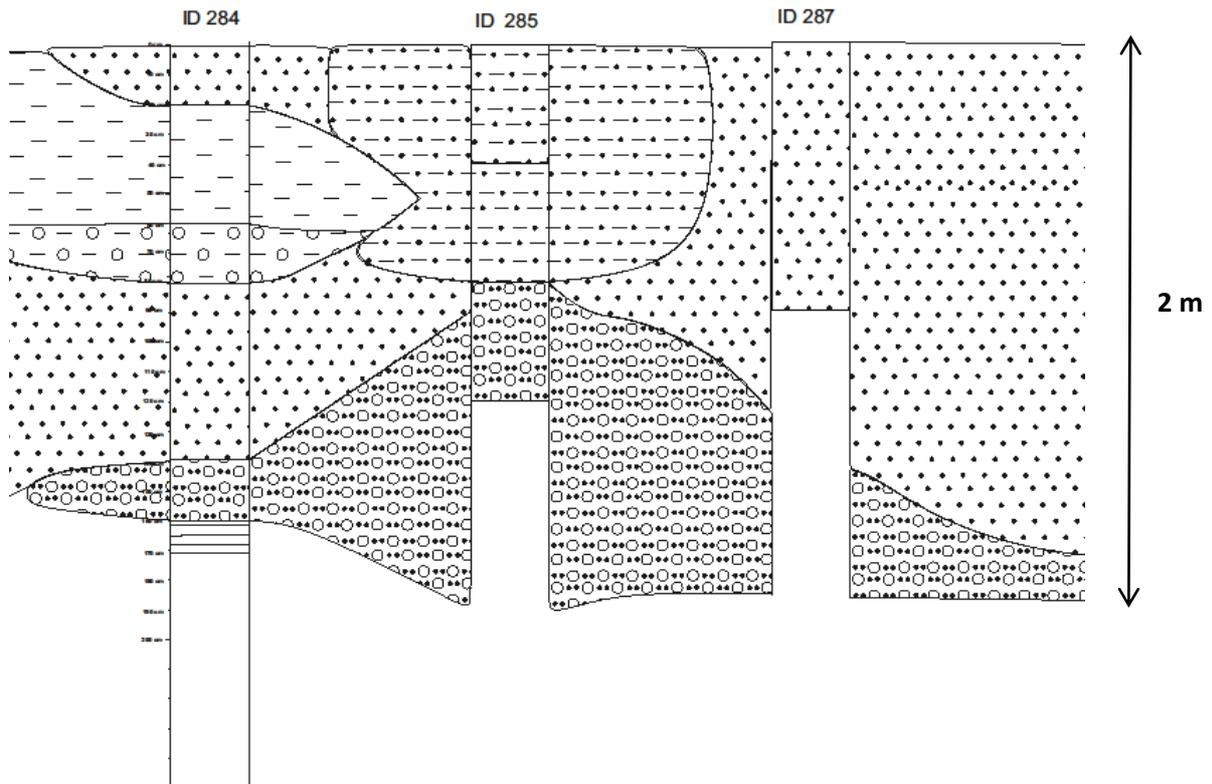


Abb. 26: Schematischer Nord-Süd Profilschnitt im Osten der Oberen Hölllacke mit den Bohrungen ID 284, ID 286 und ID 287



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	SCHLUFF und TON	sandiger SCHLUFF und TON	kiesiger SCHLUFF und TON	sandig, kiesiger SCHLUFF und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 27: Schematischer Nord-Süd Profilschnitt im Westen der Oberen Hölllacke mit den Bohrungen ID 284, ID 285 und ID 287

Zusammenfassend wird die Hölllacke mit sandigen und sandig-tonigen Korngrößen innerhalb des ersten Meters unter der GOK beschrieben. Unterlagert wird diese Schicht meist von sandigem Kies.

3.2.3 Kühbrunnlacke

Vergleichsbohrungen der Kühbrunnlacke im Profilschnitt W-O

Im Bereich der Kühbrunnlacke wurden drei Vergleichsbohrungen zur genaueren Beschreibung herangezogen. Die Bohrung ID 268 befindet sich am westlichen Rand, jedoch außerhalb der Kühbrunnlacke, ID 272 im westlichen Uferbereich und ID 267 am östlichen

Rand in der Lacke. Die Bohrung ID 268 und ID 267 liegen 200 m voneinander entfernt (Abb. 28).

In einer Tiefe von 25–100 cm unter der Geländeoberkante befindet sich im Bohrprofil ID 268 ein bräunlich-gräulich, kalkhaltiger mittelkiesiger Schluff, der ab 50 cm dazu Sandkörner enthält. Auch bei dem Bohrprofil ID 272 wurde eine bräunlich-graue tonige mittelkiesige Schlufflage bis in eine Tiefe von 50 cm ab der GOK festgestellt.

Sand mit Kieskomponenten bis zu 5 cm wurde in allen drei Bohrprofilen festgestellt, dies jedoch in sehr unterschiedlichen Tiefen. Der erste Grundwasserleiter befindet sich bei ID 268 in einer Tiefe von 120 cm, bei ID 267 in einer Tiefe von 100 cm. In Abb. 29 werden die beschriebenen Bohrprofile in einem Profilschnitt dargestellt.



Abb. 28: Lage der Bohrungen ID 267, ID 268 und ID 272 der Kühbrunnlacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung

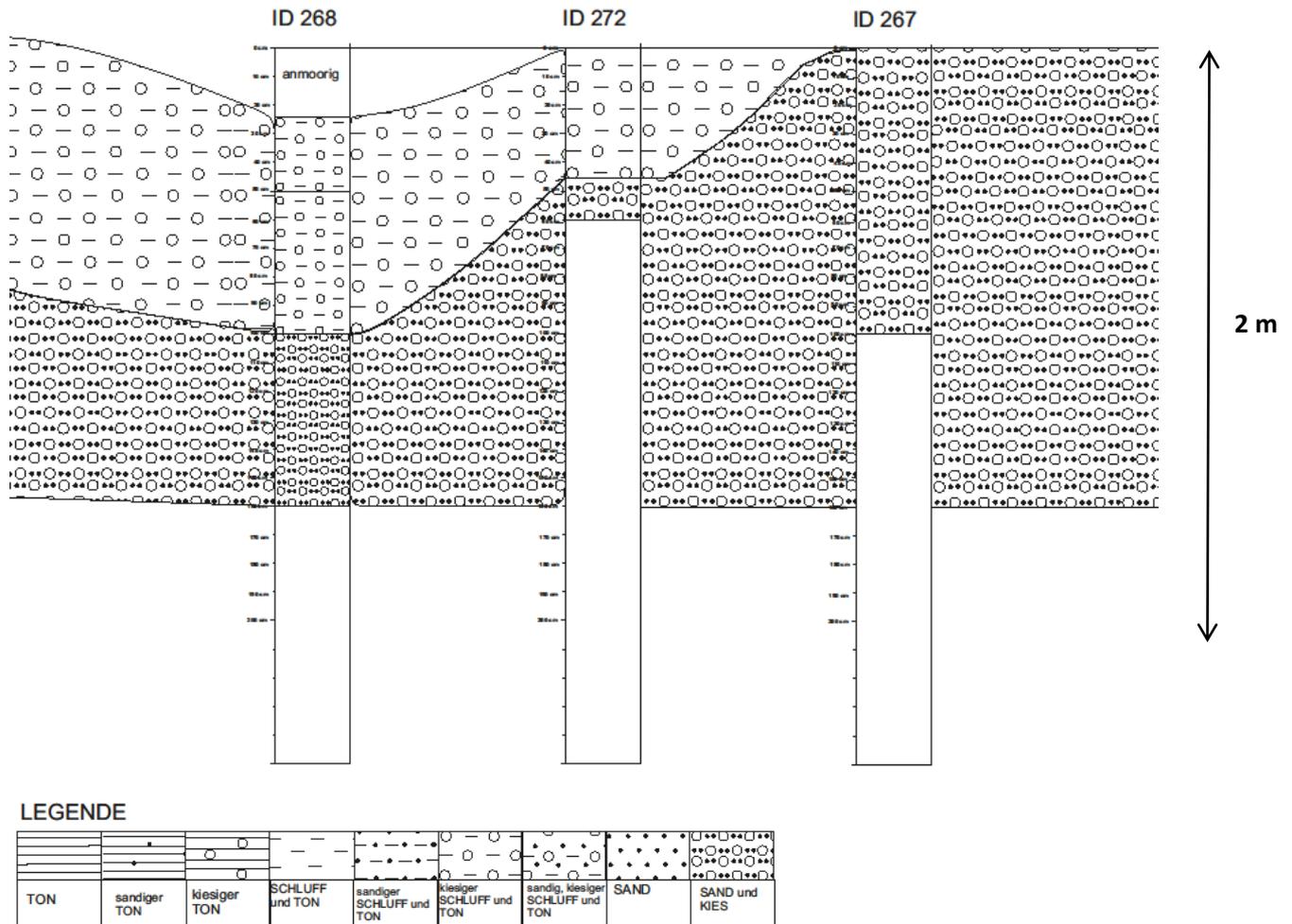


Abb. 29: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Kühbrunnlacke mit den Bohrungen ID 268, ID 272 und ID 267

Schluffiger Kies definiert den zentralen Bereich der Kühbrunnlacke, der in sandigen Kies in der Tiefe übergeht.

3.2.4 Oberer- und Unterer Stinkersee

Vergleichsbohrungen im N-S Profilschnitt

Wie in Abb. 30 zu sehen wurden Bohrprofile mit den Bezeichnungen ID 244, ID 259 und ID 270 in unmittelbarer Umgebung der beiden Stinkerseen aufgenommen, wobei keine Bohrung innerhalb einer der Lacken genommen wurde und es sich somit ausschließlich um Randbereiche handelt.

Das südlichste der drei Bohrprofile, ID 244, stellt in dem in Abb. 31 dargestellten Profilschnitt ein vergleichsweise grobkörniges Profil dar, denn ab einer Tiefe von 0,35 m wechseln gelb-

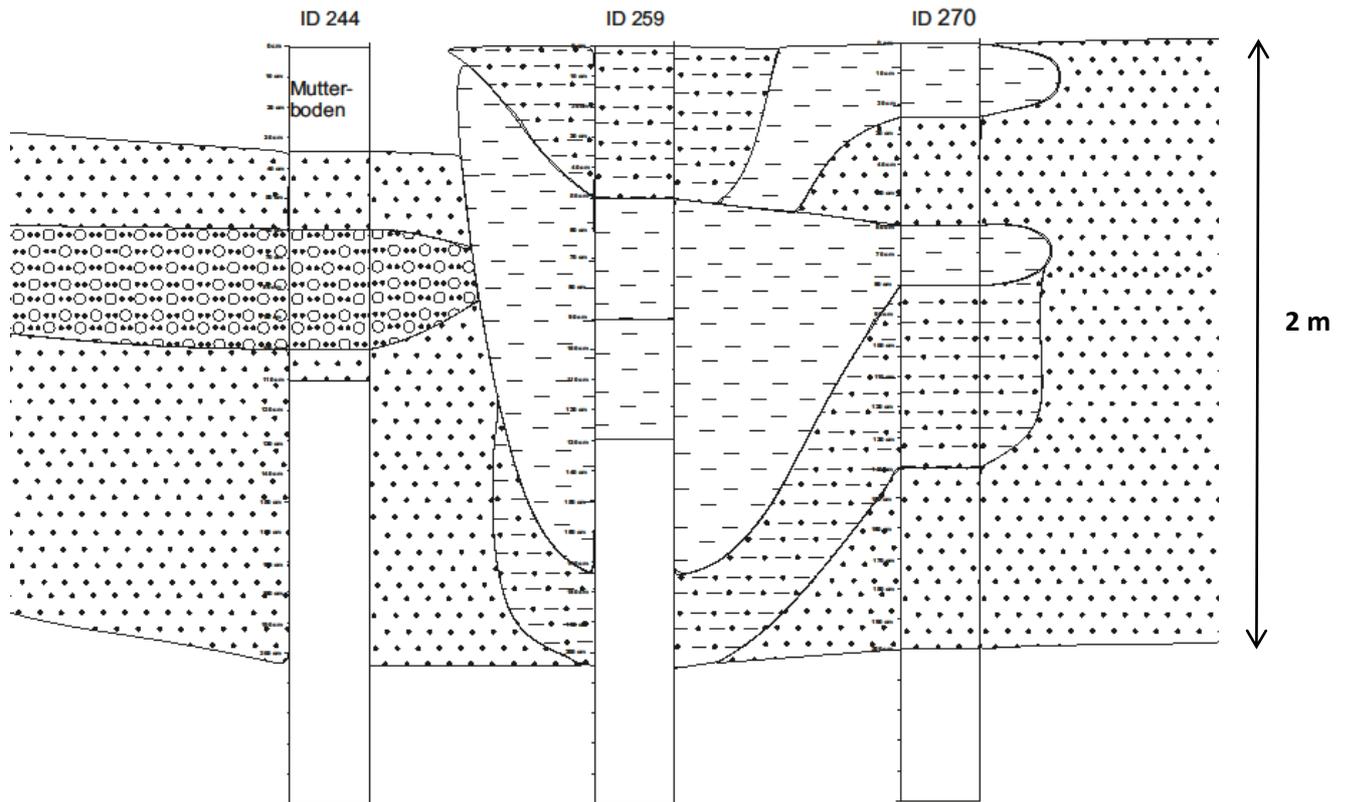
braune Sandlagen mit grauen feinkiesigen Sanden. Ab einer Tiefe von 1,0 m konnte braunen Sand festgestellt werden.

Das Bohrprofil zwischen den beiden Stinkerseen ist durchwegs feinkörnig. Zwar enthält der hellglimmerreiche, kalkhaltige Schluff im ersten halben Meter noch vereinzelt Feinsand, jedoch wird in den unteren Schicht nur noch feuchter schluffiger Ton aufgenommen.

Die unmittelbar am Nordrand des Oberen Stinkersees gelegene Bohrstelle mit der Profilnummer ID 270 zeigt in den ersten 25 cm eine tonig, schluffige Korngrößenverteilung. Der Boden in diesem Bereich ist grau und stark kalkhaltig. Darunter liegt eine feinsandige, ebenfalls kalkhaltige Schicht, die wiederum von kalkhaltigem, grau-beigem tonigen Schluff unterlagert wird. Der tonige Schluff wird mit zunehmender Tiefe sandiger bis in eine Tiefe von 1,4 m, in welcher nur noch Fein- und Mittelsand aufgenommen werden.



Abb. 30: Lage der Bohrungen ID 244, ID 259 und ID 270 des Oberen- und Unteren Stinkersees, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	Schluff und TON	sandiger Schluff und TON	kiesiger Schluff und TON	sandig, kiesiger Schluff und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 31: Schematischer Süd-Nord Profilschnitt der Stinkersee mit den Bohrungen ID 244, ID 259 und ID 270

Bei diesem Profilschnitt (Abb. 31) ist ein deutlicher Unterschied zwischen der Bohrung des Mittleren Stinkersees (ID 259) und den anderen beiden Bohrungen erkennbar. Die Bohrung ID 259 zeigt Schluffe Tone die teilweise Sande führen, während ID 270 reine Sandlagen vorweist und ID 244 von Sanden und kiesigen Sanden dominiert wird.

3.2.5 Sechsmahdlacke

Vergleichsbohrungen im W-O Profilschnitt im südlichen Bereich der Sechsmahdlacke

Insgesamt wurden in der Sechsmahdlacke 6 Vergleichsbohrungen vom westlichen bis zum östlichen Ende der Sechsmahdlacke vorgenommen. Die Profile reichen bis eine Tiefe von maximal 1,3 m. Die Lage aller Vergleichsbohrungen ist der Abb. 32 zu entnehmen. Da die 6

Profile nicht in einer geraden Linie genommen wurden, werden diese in zwei Profilschnitte aufgeteilt (Abb. 33 und Abb. 34), wobei Abb. 34 als Fortsetzung (mit der Wiederholung von ID 297) von Abb. 33 zu sehen ist. Zur Zeit der Probenahme war die Lacke nahezu vollständig ausgetrocknet, sodass eine unkomplizierte Bestandsaufnahme möglich war.

Die Bohrung mit der Bezeichnung TM 9 stellt den westlichsten der 6 Bohrungen dar, wobei der Bohrpunkt jedoch schon innerhalb des Lackenbereichs gewählt wurde. Bis in eine Tiefe von 0,6 m unter der GOK ist an diesem Bohrpunkt reiner Ton anzutreffen, der mit zunehmender Tiefe vorerst Kies führt und ab einer Tiefe von 0,8 m zu sandigem, schluffigem Ton übergeht. Bis 1,3 m Tiefe ist reiner, sehr nasser Sand anzutreffen, jedoch noch kein Grundwasser.

Auch die Bohrung TM 6, die in einem zentralen Bereich durchgeführt wurde, besteht in den ersten 30 cm ab der GOK aus reinem Ton. Die darunter liegende Schicht führt jedoch Mittelkiese bis 0,6 m unter der GOK und geht dann in eine ebenfalls kiesführende, schluffige Tonschicht über.

Ganz anders verhält sich die Korngrößenverteilung im Bohrprofil ID 297, das am südsüdöstlichen Rande der Sechsmahdlacke erbohrt wurde. Eine kiesige Sandschicht reicht bis in eine Tiefe von 80 cm. Vorerst führt diese Schicht nur vereinzelt Schluffe und wirkt bräunlich, was jedoch in grauen Feinsand mit Kies übergeht. Ab 0,8 m unter der GOK ist hauptsächlich glimmerreicher, grauer Feinsand anzutreffen.

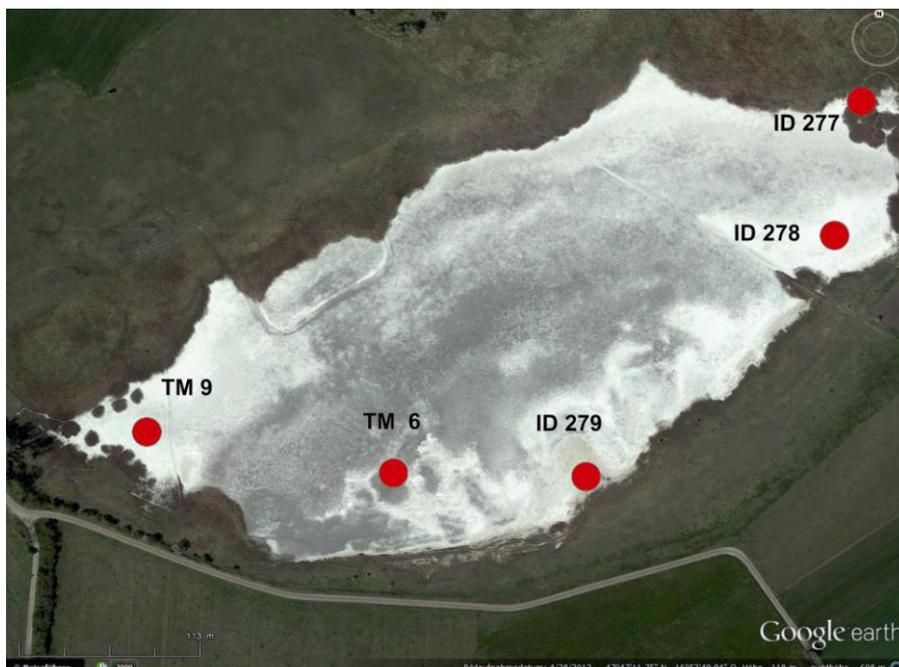
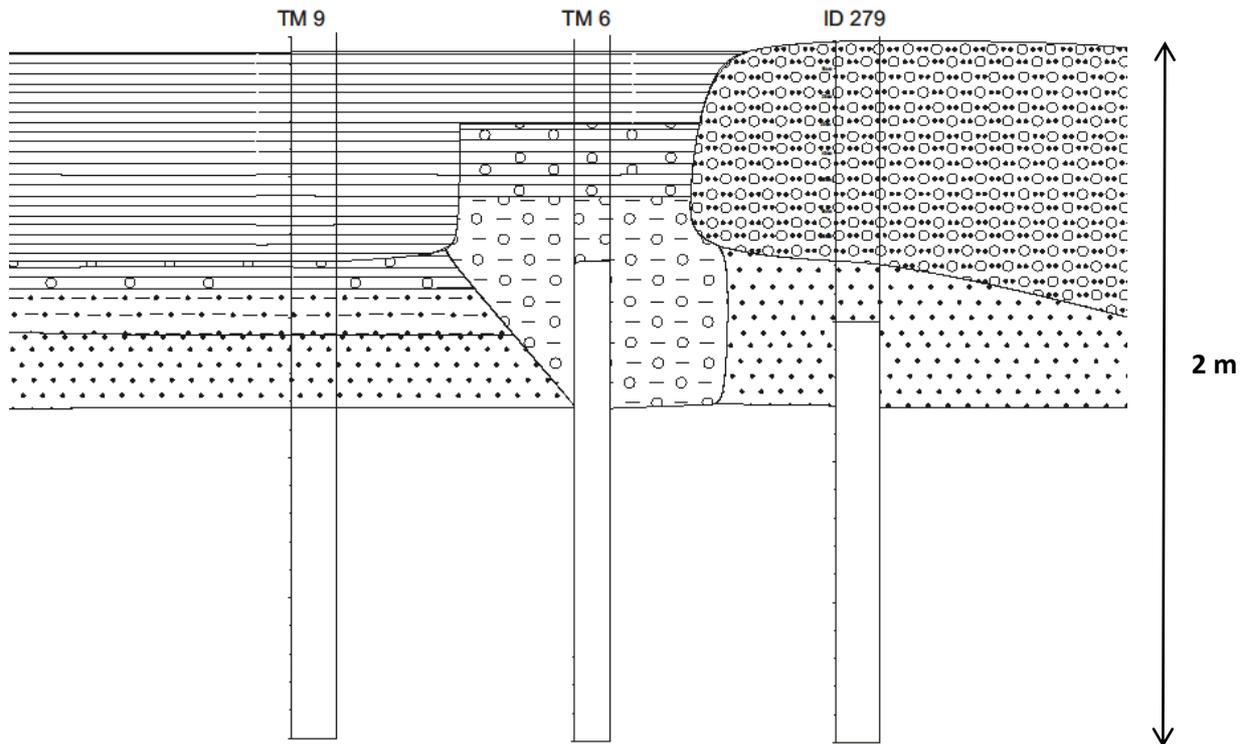


Abb. 32: Lage der Bohrungen TM 9, TM 6, ID 279, ID 278 und ID 277 der Sechsmahdlacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	Schluff und TON	sandiger Schluff und TON	kiesiger Schluff und TON	sandig, kiesiger Schluff und TON	SAND	SAND und KIES

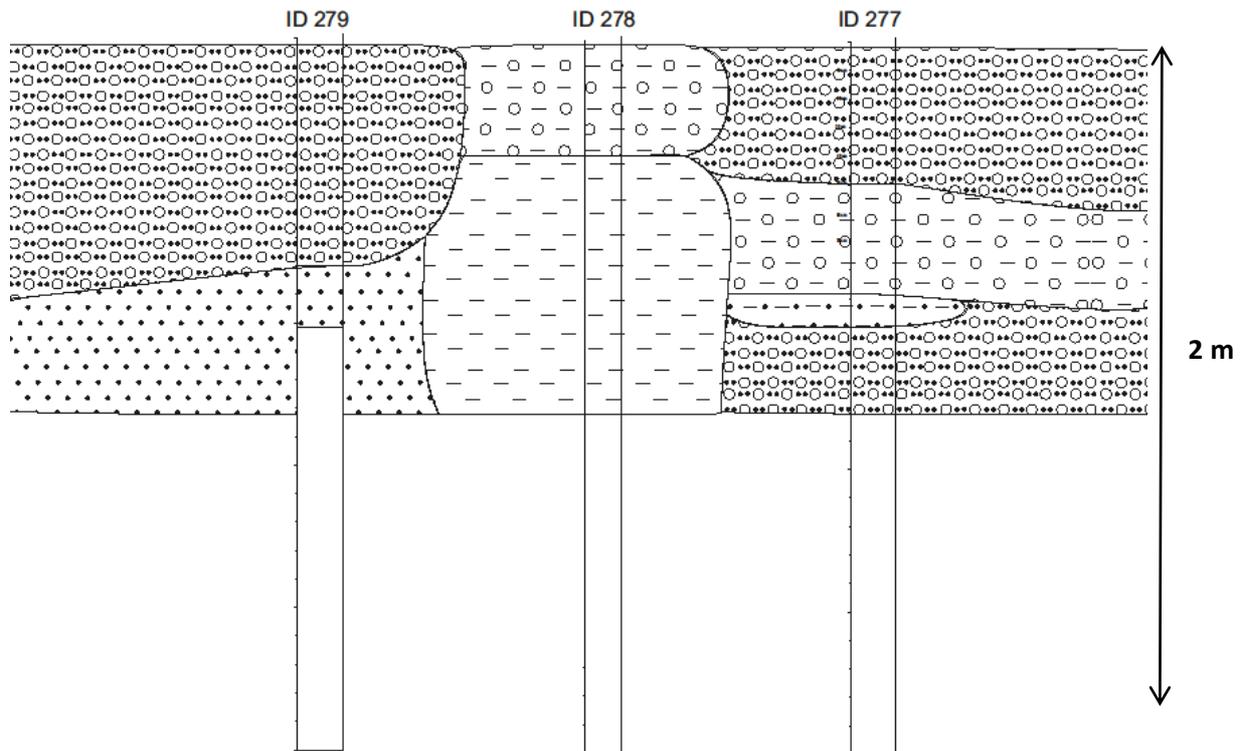
Abb. 33: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Sechsmahdlacke mit den Bohrungen TM 9, TM 6, ID 279

Vergleichsbohrungen im Profilschnitt NO-S

Diese Bohrprofile stellen in Abb. 34 einen von Südosten nach Nordosten gelegten Profilschnitt im südöstlichen Bereich der Sechsmahdlacke dar.

Beginnend mit dem, am Rand der Lacke gelegenen, Bohrprofil ID 279, das schon im West-Ost Profilschnitt Teil des Profilschnitts war, weist dieses, wie schon besprochen, eine sehr grobkörnige Verteilung auf. Ganz im Gegenteil dazu steht ID 278, das zwar in den obersten 40 cm ab der GOK vereinzelte Mittelkiese führt, jedoch bis in eine Tiefe von 1,3 m aus wechselnden Lagen zwischen grauen und gelblichen, schluffigem Ton besteht. Dieses Profil gibt demnach eine äußerst feinkörnige Fazies ab und durchgehende Schichten können weder bei ID 279 noch bei ID 277 festgestellt werden. Denn ID 277 ist im ersten halben Meter ab der GOK von bräunlichem, sandigem Kies geprägt, der zwar teilweise leicht schluffig ist, jedoch höchstwahrscheinlich keine durchgehende Schicht mit ID 278 darstellt.

Ab 0,5 m Tiefe trifft man im Bohrbereich ID 277 rostfleckigen Schluff mit Mittelkiesen an, der in blaugrauen rostfleckigen sandigen Schluff übergeht. Unterlagert wird diese Schicht von hellglimmerreichem, grauem Feinsand, welcher in der Tiefe an Kiesen zunimmt.



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	SCHLUFF und TON	sandiger SCHLUFF und TON	kiesiger SCHLUFF und TON	sandig, kiesiger SCHLUFF und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 34: Schematischer Nordost-Süd Profilschnitt der Sechsmahdlacke mit den Bohrprofilen ID 277, ID 278 und ID 279

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass die jeweils randlichen Profile unvergleichbar grobkörniger als die zentralen Bohrungen TM 6 (13922) und ID 279 sind. Doch auch TM 9 weist hauptsächlich Ton und Sand auf.

3.2.6 Lange Lacke und Katschitzlacke

Bohrprofile der Langen Lacke im südlich gelegenen Profilschnitt W-O

Zur Pegelsetzung beschrieb Steiner (1994) 12 Bohrprofile im Bereich der Langen Lacke, wovon 6 Profile im Profilschnitt von Westen nach Osten in Abb. 36 abgebildet sind und in dieser Arbeit in einem Profilschnitt interpretiert werden. Die Abb. 35 stellt die Lage der Bohrungen der Langen Lacke und der Katschitzlacke dar.

Das Bohrprofil LL1, das am westlichsten Rand der Langen Lacke gebohrt wurde, geht im ersten halben Meter von einer vorerst sandigen in einen leicht sandigen tonigen Schluff über. Die darunter liegende Schicht ist bis in eine Tiefe von 2 m durch schwach kiesigen Fein-Mittelsand geprägt. Das Grundwasser kommt hier ab einer Tiefe von 1,4 m unter der Geländeoberkante zum Vorschein (Oktober 1992).

Die Bohrung LL2 erfolgte ebenfalls am westlichen Rand der Lacke, jedoch einige Meter weiter östlich von LL1 und somit innerhalb der Lacke. Die obersten 30 cm bestehen in diesem Profil aus schluffigem Ton, der von einer Sandschicht (stellenweise schwach schluffig und schwach kiesig) bis in eine Tiefe von 2,0 m unterlagert wird. Eine nur 10 cm mächtige sandige Tonlage befindet sich zwischen 1,33 m und 1,43 m. Ab dieser Tiefe trat bei der Bohrung im Oktober 1992 Grundwasser auf (vgl. Steiner, 1994).

Wiederum einige Meter weiter westlich bohrte Steiner (1994) das Bohrprofil LL3, das an den südlichen Rand der Langen Lacke grenzt. Auch bei diesem Profil wird der oberste halbe Meter von einer feinsandigen, schluffigen Korngrößenverteilung gezeichnet. Darunter befindet sich vorwiegend Mittelsand, der von Kiesen begleitet wird.

LL4 liegt am südsüdöstlichen Uferrand der Langen Lacke und die Kornverteilung ist, laut Steiner (1994), bis in eine Tiefe von mindestens einem Meter mit schwach kiesigem, schluffigem Sand beschreibbar.

LL5 ist das einzige Bohrprofil in diesem Profilschnitt, das im zentralen Lackenbereich aufgenommen wurde. So ist es auch wenig verwunderlich, dass dies das feinkörnigste Profil dieser 6 Bohrungen ist. Bis 1,20 m besteht das Profil aus schluffigem Ton mit Sandkomponenten. Unterlagert wird dies jedoch von sehr schwach kiesigem Sand.

Sehr wechselnde Lagen bis in eine Tiefe von zwei Metern zeigt das am Südostrand liegende Profil LL6, das bis 1,1 m unter der Geländeoberkante kiesigen Sand aufweist. Darunter befindet sich eine ungefähr 40 cm mächtige feinkörnige Schicht, die vermutlich mit dem obersten Meter von LL5 zusammenhängt. Diese Schicht wird von schwach kiesigen,

schluffigen Fein- und Mittelsand unterlagert, wobei der Schluff in einer Tiefe von 1,80-2,0 m nicht mehr auffindbar ist.

Die oben beschriebenen Profile zeigen eine sandig bis sandig kiesige Korngrößenverteilung im Randbereich der Langen Lacke, während das Profil, welches innerhalb der Lacke aufgenommen wurde, vorwiegend sehr feines Sedimentmaterial aufweist. Insbesondere ist das gröbere Material bei den äußersten Randprofilen LL1 (westlich), LL3 (südlich) und LL6 (östlich) festzustellen.

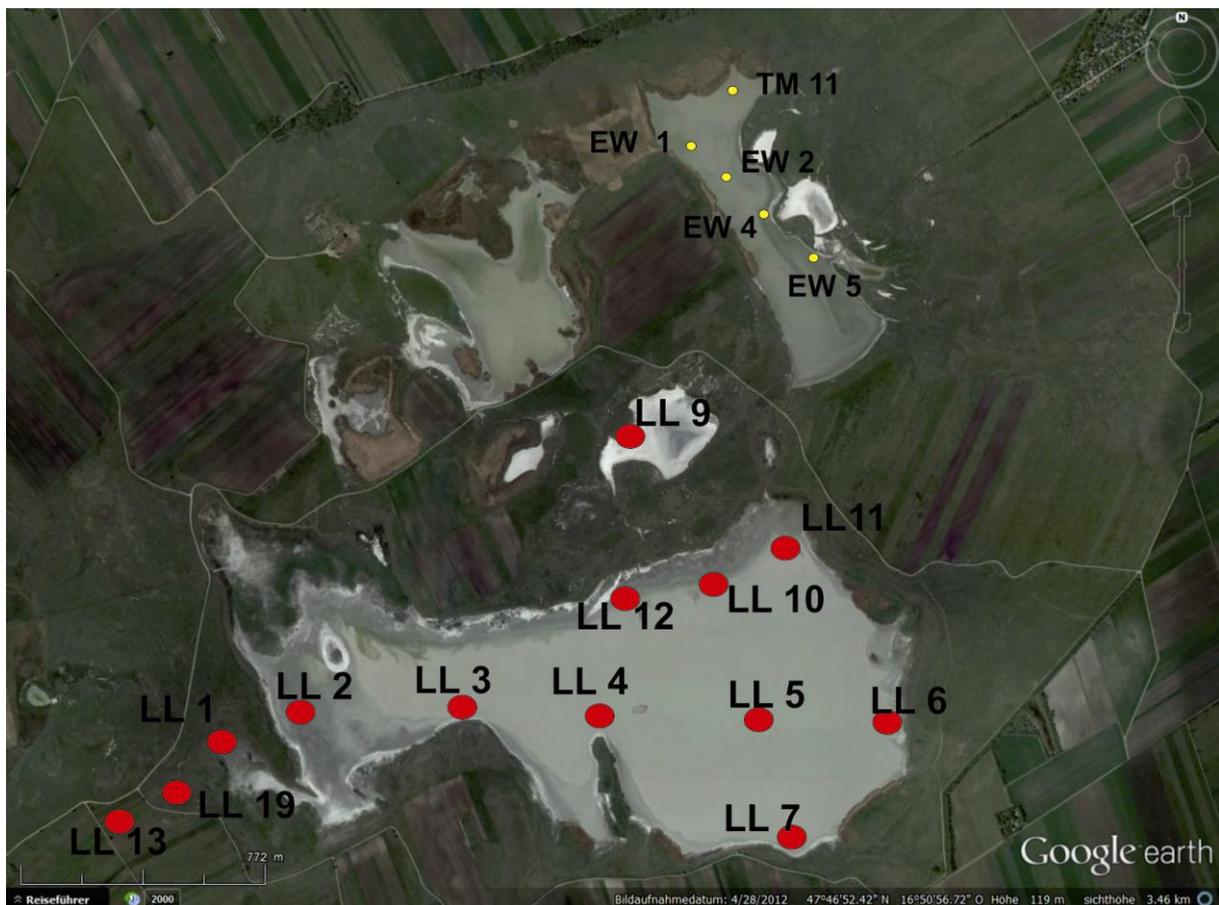
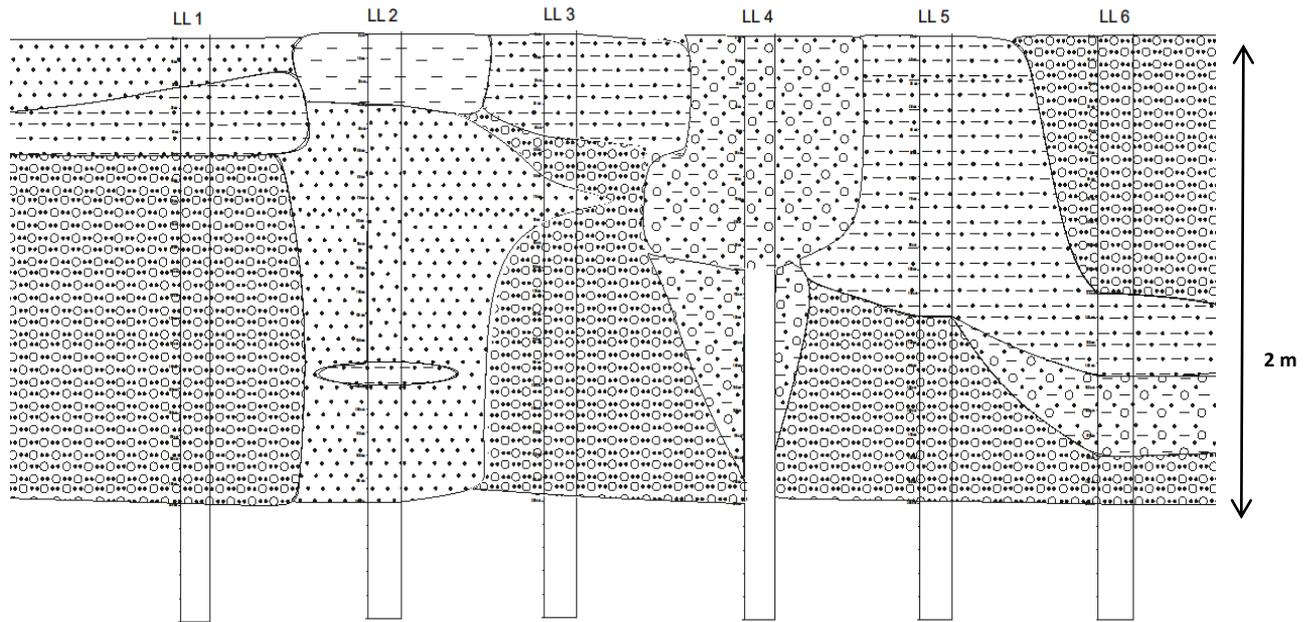


Abb. 35: Lage der Bohrungen LL 1-LL 7, LL 9-LL13 und LL 19 der Langen Lacke und EW 1, EW 2, EW 4, EW 5, TM11 der Wörtenlacken, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am, 18.09.2014, eigene Beschriftung



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	SCHLUFF und TON	sandiger SCHLUFF und TON	kiesiger SCHLUFF und TON	sandig, kiesiger SCHLUFF und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 36: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 1-LL 6 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994)

Bohrprofile der Langen Lacke im nordöstlich gelegenen Profilschnitt W-O

Um einen Eindruck der Korngrößenzusammensetzung des Bodens des nordöstlichen Bereichs der Langen Lacke zu bekommen ist in Abb. 37 ein Profilschnitt der Bohrungen LL 12, LL 10 und LL 11 (Steiner, 1994) von Westen Richtung Osten aufgezeichnet.

Im Folgenden werden die drei Bohrprofile, deren Lage in Abb. 35 dargestellt ist, genauer beschrieben.

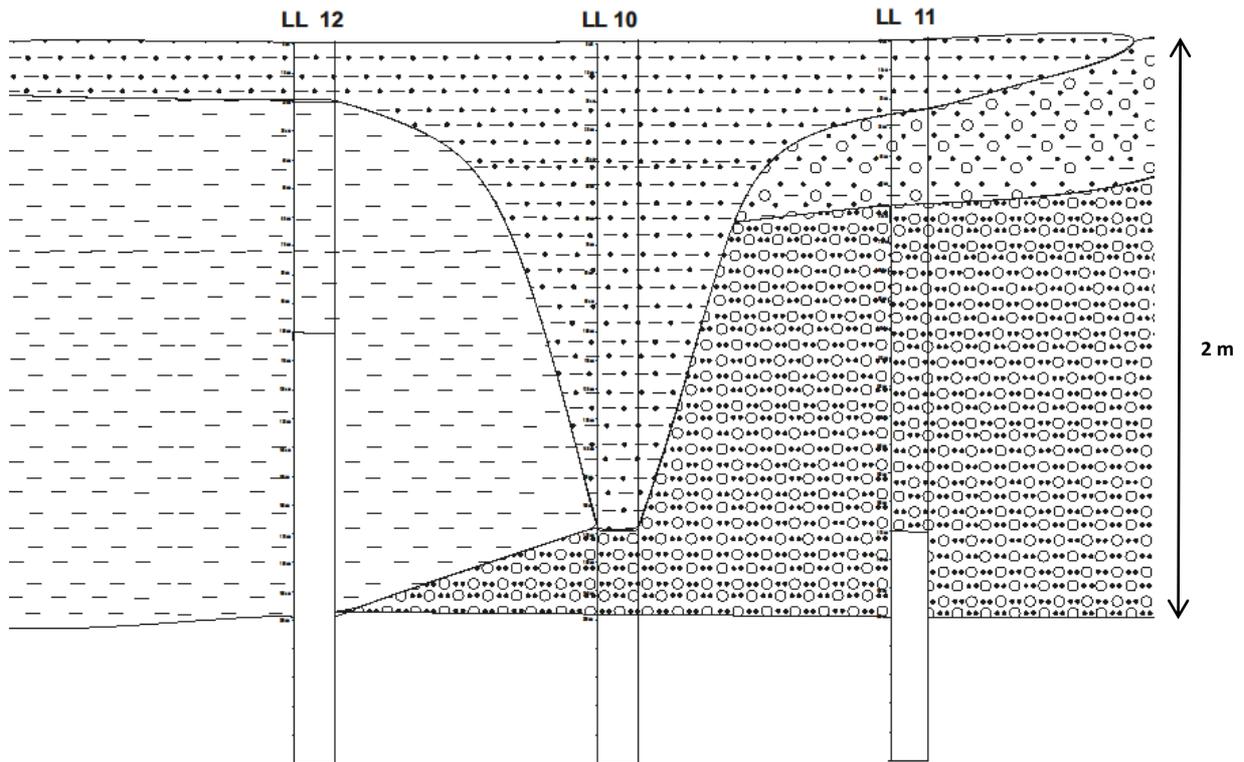
Der Bohrpunkt LL 12, das westlichste der drei Profile, befindet sich am nördlichen Rand der Langen Lacke und besteht aus schluffigem Ton, der in den obersten 20 cm von Feinsand begleitet wird. Ab einer Tiefe von 29 cm unter der GOK tritt bereits Wasser auf. Auch das etwas weiter östlich gelegene Profil LL 10 besteht aus feinsandig, tonigem Schluff, der in eine Tiefe von 1,70 m reicht. An diesem Bohrpunkt wurde bei 0,55m unter der GOK Grundwasser festgestellt.

LL 12 und LL 10 repräsentieren jeweils ehemalige Lackenbereiche und keine Randbereiche, da bei höheren Wasserständen das Wasser der Langen Lacke unter anderem im Bereich

der Bohrpunkte über das Ufer trat, da am nördlichen Rand das Lackenufer wie schon im Kapitel 1.4.1 erwähnt, sehr flach ist.

Eine ganz andere Kornverteilung zeigt das Bohrprofil LL 11, das sich am nordöstlichen Rand der Langen Lacke befindet. Nur in den obersten Zentimetern findet man eine vergleichbare Fazies wie in LL 12 und LL 10. Schon ab einer Tiefe von einem halben Meter wird das Profil mit sandigem Kies beschrieben und zwischen 0,78 m und 1,27 m Grundwasser notiert.

Um von der Langen Lacke und den dort vorherrschenden Bodensedimente noch ein genaueres Bild zu bekommen, wird ein weiterer Profilschnitt vorgestellt.



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	Schluff und TON	sandiger Schluff und TON	kiesiger Schluff und TON	sandig, kiesiger Schluff und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 37: Schematischer Westsüdwest-Ostnordost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 10-LL 12 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994)

Bohrprofile der Langen Lacke und der Katschitzlacke im Profilschnitt NNW-SSE

Da der Nordrand der Langen Lacke nur 0,2 km von der Katschitzlacke entfernt liegt, werden in diesem Profilschnitt die Bohrungen der Langen Lacke mit einer Bohrung der Katschitzlacke kombiniert (Abb. 38). Alle in diesem Profilschnitt verwendeten Bohrungen, die basieren auf Grundlage der Arbeit von Steiner (1994).

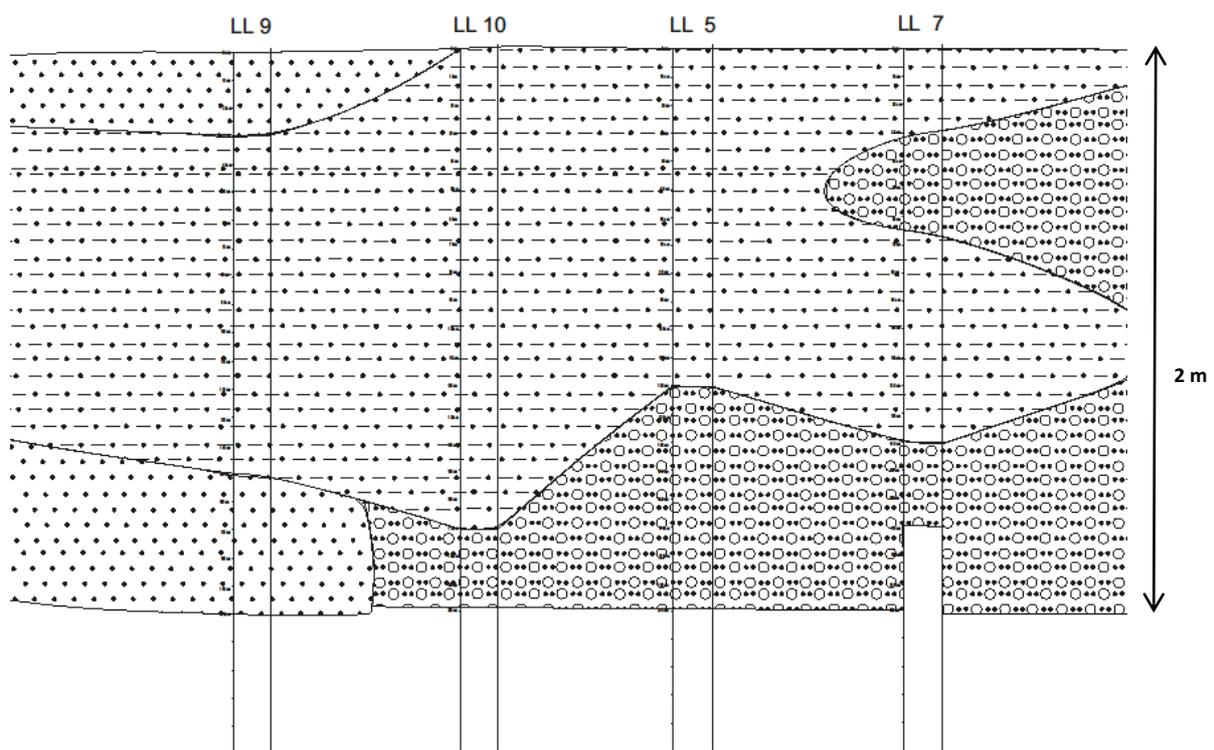
Das Bohrprofil LL 9, dessen Lagen in Abb. 35 veranschaulicht wird, wurde in der Katschitzlacke aufgenommen.

Es weist eine sehr feinkörnige Zusammensetzung auf: In den obersten 30 cm treten hauptsächlich Fein- und Mittelsande auf, einzelne Schluffe werden ebenfalls festgestellt. In der darunter liegenden Schicht bis 1,5 m befindet sich schluffiger Ton, der von Feinsand begleitet wird. Wie bereits beschrieben, besteht das zwei Meter lange Profil LL 10 ebenfalls

hauptsächlich aus schluffigem, feinsandigem Ton, der allerdings ab einer Tiefe von 1,7 m keinen Sand (wie LL 9) aufweist, sondern von sandigem Kies dominiert wird.

Sehr ähnlich sieht auch die im West- Ost Profil beschriebene Bohrung LL5 aus, da auch bei diesem Profil feinsandiger, schluffiger Ton dominiert und ab einer Tiefe von 1,2 m kiesiger Sand auftritt.

Das am Südostrand der Langen Lacke gelegene Profil LL 7 wechselt zwischen den feinsandigen, schluffigen Tonen und kiesigem Sand.



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	SCHLUFF und TON	sandiger SCHLUFF und TON	kiesiger SCHLUFF und TON	sandig, kiesiger SCHLUFF und TON	SAND	SAND und KIES

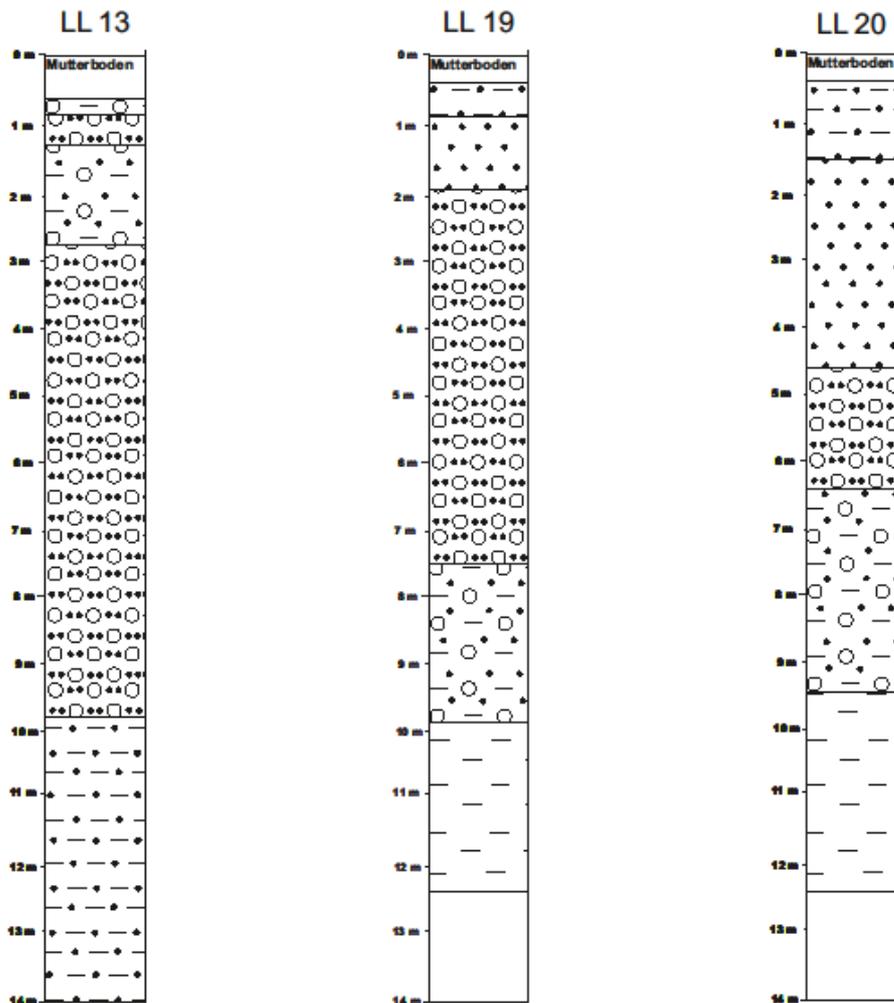
Abb. 38: Schematischer Nordnordwest-Südsüdost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 5, LL 7, LL 9, LL 19 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994)

Bohrprofile im Südwesten außerhalb der Langen Lacke

Um nicht nur den Einblick in die Randzone der Lacke, sondern auch außerhalb zu bekommen werden in diesem Kapitel Bohrprofile des Arsenalberichts (Belocky, Pepesch & Rank, 1998) verwendet, um die Bodenverhältnisse zu beschreiben. Diese Profile reichen in Tiefen bis 14 m, da der Arsenalbericht hauptsächlich von hydrogeologischen Verhältnissen der Lacke handelt.

Das Satellitenbild in Abb. 35 veranschaulicht die Lage von den Bohrprofilen LL 13, LL 19 und LL 20, die südwestlich, außerhalb der Langen Lacke aufgenommen wurden. Bisher wurden Profilschnitte erstellt, die innerhalb der Lacke eine vergleichsweise feinkörnige Verteilung aufweisen. Die Bohrprofile sind bis zu 14 Meter lang. LL 13 liegt am weitesten der drei Profile von der Lacke entfernt, ca. 170 m weiter nordöstlich davon befindet sich LL 19, wovon LL 20, der noch einen Lackenrand darstellt, ungefähr 180 m in Richtung Nordosten liegt.

Wie Abb. 39 zeigt nimmt der grobkörnige Bereich mit der Distanz zur Lacke zu. Die kiesig sandigen Lagen nehmen im Lacken nächsten Profil LL 20 nur eine Mächtigkeit von knapp 1,5 m ein, wobei sich dieser Bereich bis zum Profil LL 13 auf 7 m ausweitet. Auch in den bisher fokussierten Bereich (bis 2m Tiefe) zeigt das Profil LL 20 vorwiegend schluffigen Sand, das Profil LL 19 wird in dieser Tiefe bereits sandiger und im LL 13 wechseln in dieser Tiefe schluffig-sandige Kiese mit rein sandigen Kiesen.



LEGENDE

TON	sandiger TON	kiesiger TON	Schluff und TON	sandiger Schluff und TON	kiesiger Schluff und TON	sandig, kiesiger Schluff und TON	SAND	SAND und KIES

Abb. 39: Bohrprofile LL 13, LL 19 und LL 20 (bis 40 m) in unmittelbarer Nähe (westlich) der Langen Lacke (modifiziert nach Belocky et al., 1998)

Eine zusammenfassende Beschreibung der Sedimente der Langen Lacke kann nur überblicksmäßig gegeben werden, da von feinsten Ton bis hin zu leicht sandigen Kies alles zu finden ist. Ein großer Teil lässt sich jedoch sandigem Schluff und Ton zuordnen. Insbesondere südwestlich der Langen Lacke wechseln sandige Schichten mit sandigem Kies.

3.2.7 Östliche Wörtenlacke

Bohrungen der Östlichen Wörtenlacke im Profilschnitt NNW-SSE

Um einen Überblick über die Sedimente der Östlichen Wörtenlacke zu bekommen werden in diesem Kapitel vier Profile von Steiner (1994) miteinander verglichen und in Form eines Profilschnitts zusammengefügt. Die maximale Tiefe einer Bohrung beträgt 1,3 m. Die Bohrprofile befinden sich in Abb. 41 sowie Abb. 42. Die Lage der einzelnen Bohrungen wird in Abb. 40 veranschaulicht.

Die nördlichste Bohrung EW1 befindet sich am westlichen Randbereich der Lacke. Im obersten Bereich (bis 10 cm) ist die Korngrößenzusammensetzung, schluffig-feinsandiger Kies, sehr inhomogen. Unterlagert wird diese Schicht von feinsandig-schluffigem Ton, der auch in der Lacke zentral gelegen im Profil EW 2 in den obersten 15 cm zu finden ist. Diese Schicht wird wiederum von schluffig-feinsandigem Kies unterlagert. EW 4 beinhaltet zwar im obersten halben Meter noch vereinzelt Schluff, jedoch führt das Bohrprofil ansonsten fein-mittelsandigem Kies. Im Jahr 1993 wurde auf Grundwasser in diesem Bohrprofil (EW 4) von 0,56-0,99 m unter der GOK getroffen. Die sich ebenfalls östlich der Lacke befindende Bohrstelle (EW 5) besteht ab 0,15 m unter der GOK ebenfalls aus fein-mittelsandigem Kies, der vereinzelt von Schluffen begleitet wird. Die obersten 15 cm können mit feinsandigem, sehr schwach kiesigem Schluff beschrieben werden.

Um ein weiteres Profil innerhalb der Lacke zum Vergleich heranzuziehen, wird zusätzlich, das in Abb. 42 dargestellte Profil TM 11 im Folgenden beschrieben:

Die obersten 40 cm bestehen aus feinsandigem, kiesigem, schluffigem Ton, der ab dieser Tiefe jedoch in reinen Ton übergeht. Ab 0,75 m unter der GOK wird der rostfleckige Ton zwar von Feinsand begleitet, doch bleibt dieser weitgehend trocken.

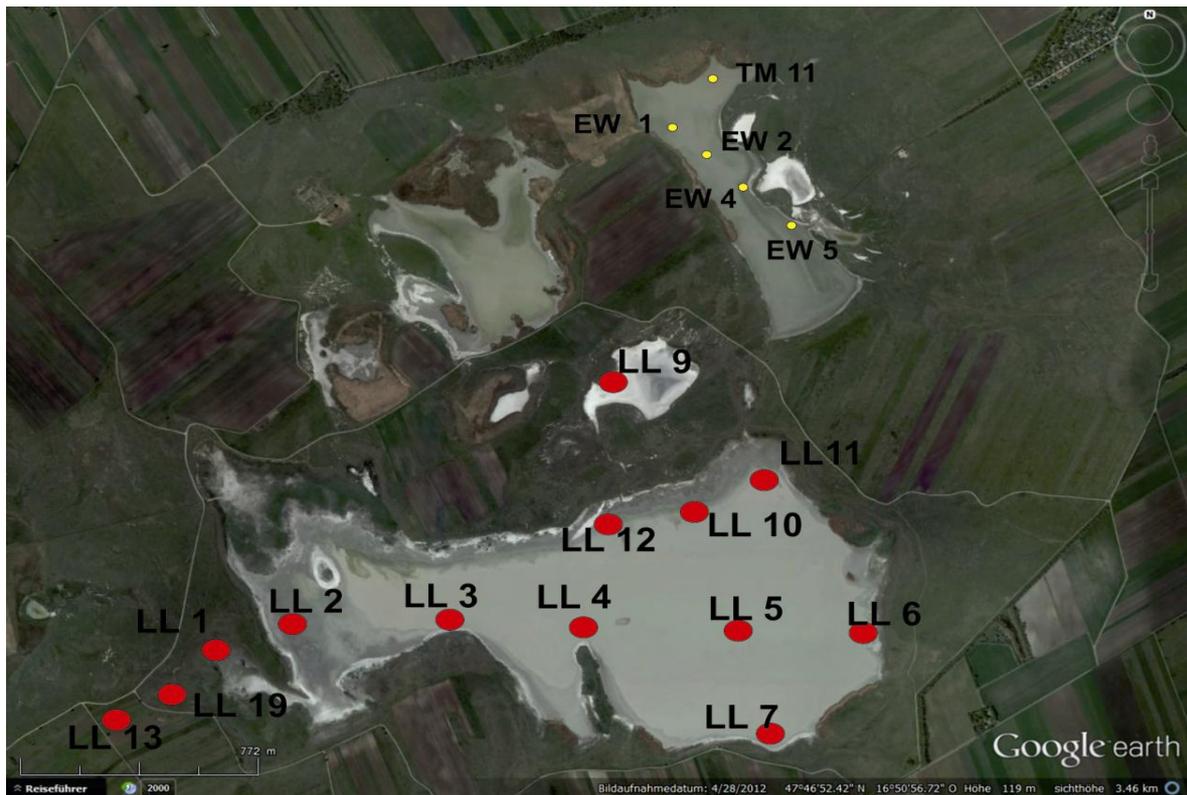


Abb. 40: Lage der Bohrungen LL 1-LL 7, LL 9-LL 13 und LL 19 der Langen Lacke und EW 1, EW 2, EW 4, EW 5, TM11 der Wörtenlaken, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung

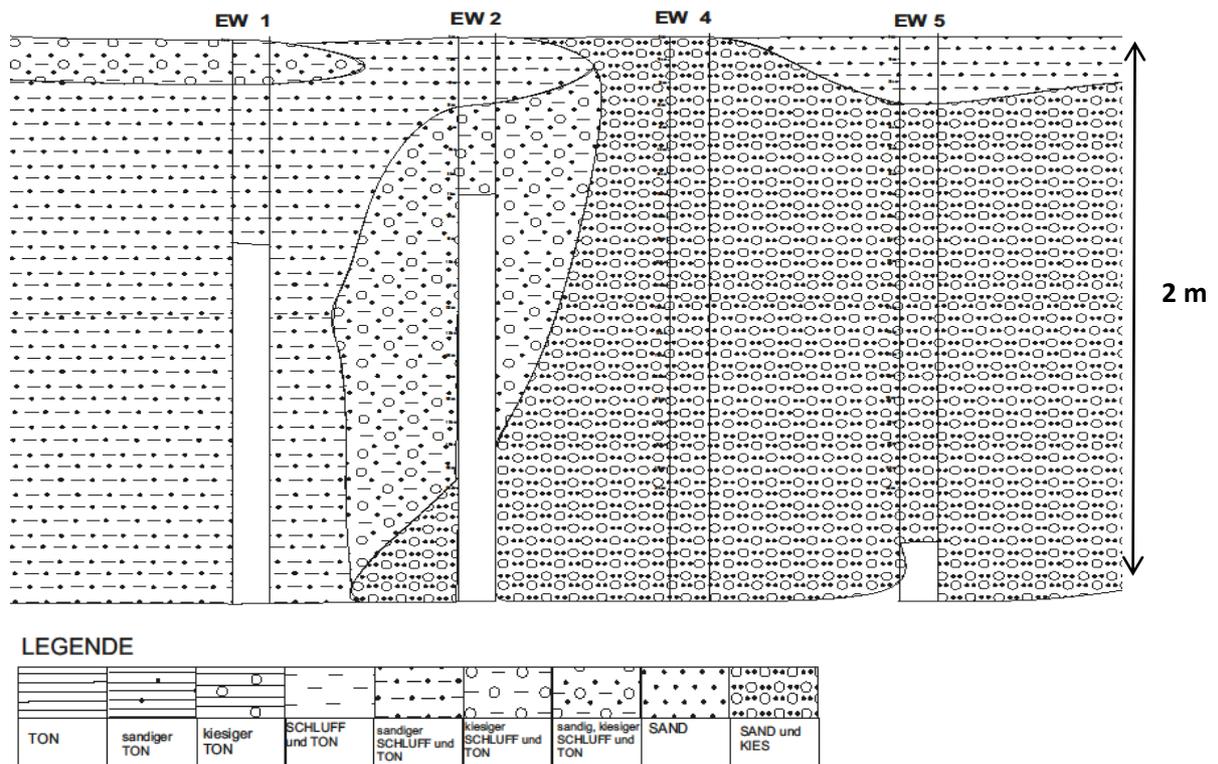


Abb. 41: Schematischer Nordnordwest- Südsüdost Profilschnitt der Östlichen Wörtenlacke mit den Bohrprofilen EW 1, EW 2, EW 4 und EW 5 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994)

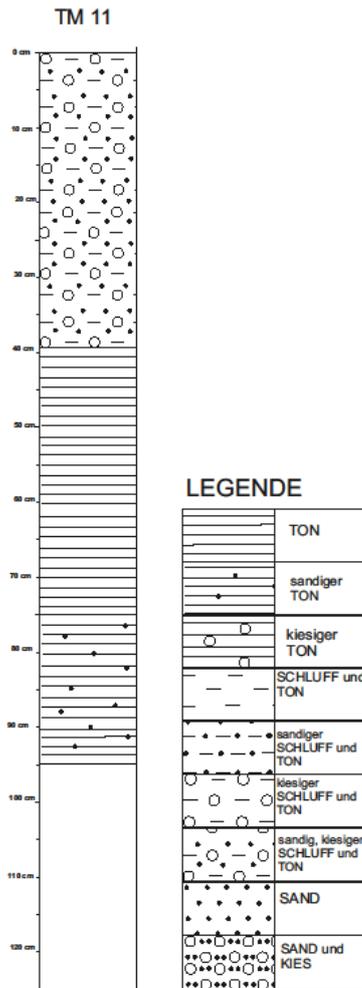


Abb. 42: Bohrung TM 11 im Norden der Östlichen Wörtenlacke

Die Östliche Wörtenlacke weist mit den gegebenen Bohrprofilen eine sehr feine Kornzusammensetzung, hauptsächlich sandiger Schluff und Ton, im Norden und eine sandig-kiesige Zusammensetzung südlich der Lacke auf.

3.3 Geochemische Analyse [Dober]

Im Zeitraum von Juli 2013 bis Juni 2014 wurden 39 verschiedene Wasserproben genommen und auf ihre chemischen und physikalischen Parameter hin analysiert. Da diese in unterschiedlichen geologischen Formationen vorkommen, werden diese auch unterschiedlichen Wassertypen zugeordnet.

Bei Grundwasseranalysen ist darauf zu achten, dass der Grundwasserchemismus ein dynamisches System darstellt und sich somit im Laufe der Zeit ändern kann. Da der Wasserchemismus rund um den Neusiedler See stark variiert, wurden die Wasserproben großräumig genommen und deren Analyseergebnisse bei der Auswertung in Abhängigkeit der geographischen Lage behandelt. Überdies wird berücksichtigt, ob es sich um Oberflächenwässer, oberflächennahe Grundwässer, artesische Wässer oder thermale Wässer handelt.

Für die Analytik wurde auf die folgenden Methoden zurückgegriffen um die hydrochemischen Parameter zu erfassen.

- Optische Emissions Spektrometrie (ICP-OES)
- Massenspektrometrie (ICP-MS)
- Ionenchromatographie (IC)
- Titration

Die nachfolgende Tabelle 10 zeigt mit welchem Gerät die Parameter analysiert. Zudem wegen die Nachweißgrenzen aufgelistet.

Tabelle 10: Bestimmungsgrenzen der Analysegeräte

Parameter	Gerät	Bestimmungsgrenze in mg/l
Kalzium (Ca)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,010
Magnesium (Mg)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,010
Natrium (Na)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,050
Kalium (K)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,050
Silizium (Si)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,010
Aluminium (Al)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,050
Eisen (Fe)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,050
Mangan (Mn)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Titan (Ti)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Phosphor (P)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,020
Bor (B)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,100
Barium (Ba)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Strontium (Sr)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Chrom (Cr)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Kupfer (Cu)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Nikel (Ni)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Blei (Pb)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,005
Zink (Zn)	PERKIN ELMER OES Optima 5300 DV	0,002
Chlorid (Cl ⁻)	DIONEX ICS-1000	0,5
Nitrat (NO ₃)	DIONEX ICS-1000	0,5
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	DIONEX ICS-1000	0,5
Fluorid (F ⁻)	DIONEX ICS-1000	0,1
Phosphat (PO ₄ ³⁻)	DIONEX ICS-1000	0,1
Nitrit (NO ₂)	DIONEX ICS-1000	0,1
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻)	METROHM 800 Dosin	0,5

Parameter	Gerät	Bestimmungsgrenze in ppt
Arsen (As)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,50
Cadmium (Cd)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,20
Cobald (Co)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,10
Chrom (Cr)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,10
Cäsium (Cs)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,10
Kuper (Cu)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,50
Nickel (Ni)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,50
Blei (Pb)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	1,00
Rubidium (Rb)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,20
Antimon (Sb)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,20
Zinn (Sn)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,20
Vanadium (V)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,10
Zink (Zn)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	1,00
Scandium (Sc)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,20
Lanthan (La)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,10
Cer (Ce)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Praseodym (Pr)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Neodym (Nd)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Samarium (Sm)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Europium (Eu)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Gadolinium (Gd)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Terbium (Tb)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Dysprosium (Dy)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Holmium (Ho)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Erbium (Er)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Thulium (Tm)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Ytterbium (Yb)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Lutetium (Lu)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01
Uran (U)	AGILENT TECHNOLOGIES 7700 Series ICP-MS	0,01

3.3.1 Übersicht aller analysierten Wässer

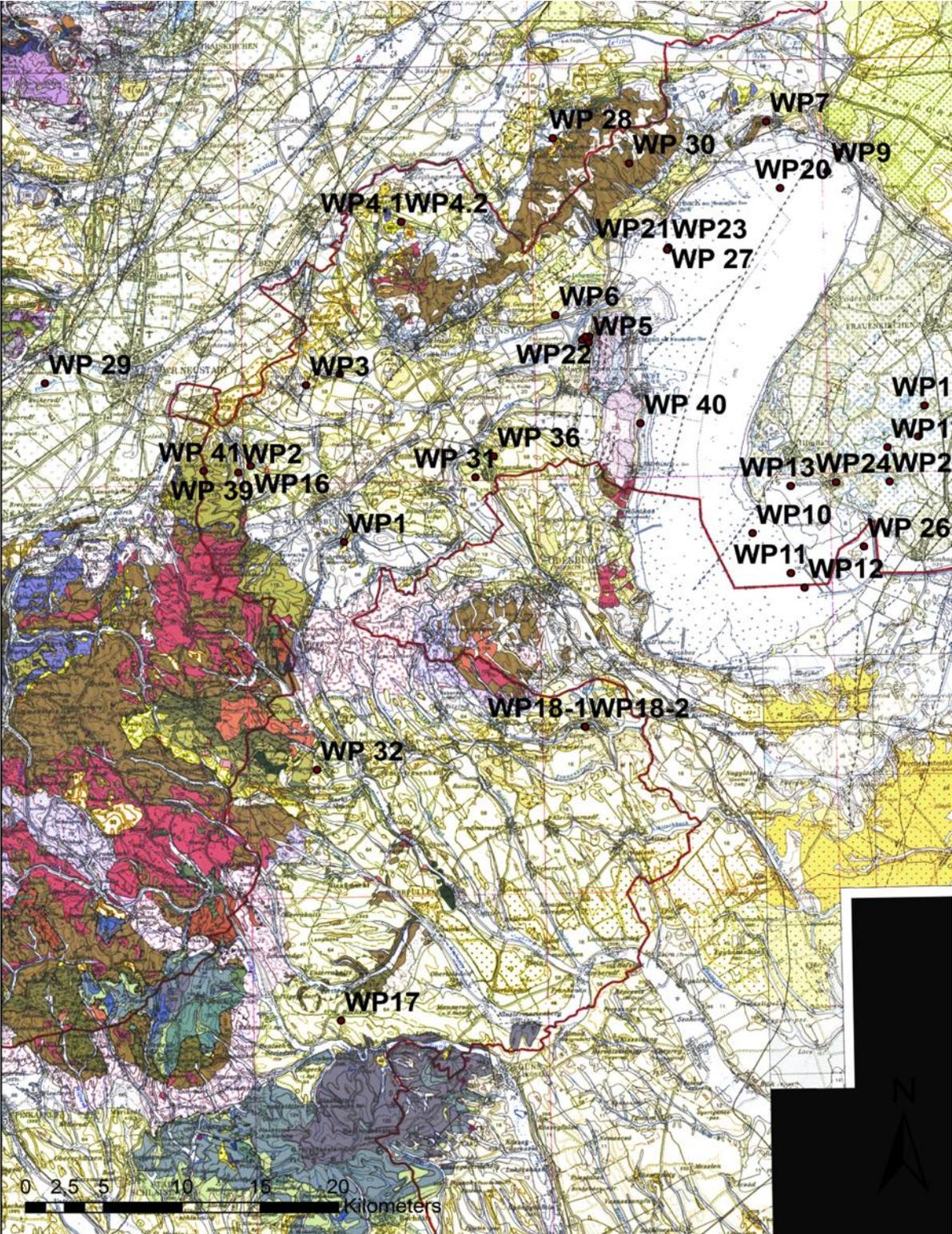


Abb. 43: Geographische Übersicht der untersuchten Wasserproben

EXPLANATION

- WP 1,5,6,7,8,36,41
- WP 3,4,2,31,33,34,37
- WP 4,1,28
- △ WP 2,9,10,11,12,14,18.2,22,23,26,27,30,32
- × WP 21,35
- ▼ WP 13,17,18.1,19,20,24
- ▲ WP 16

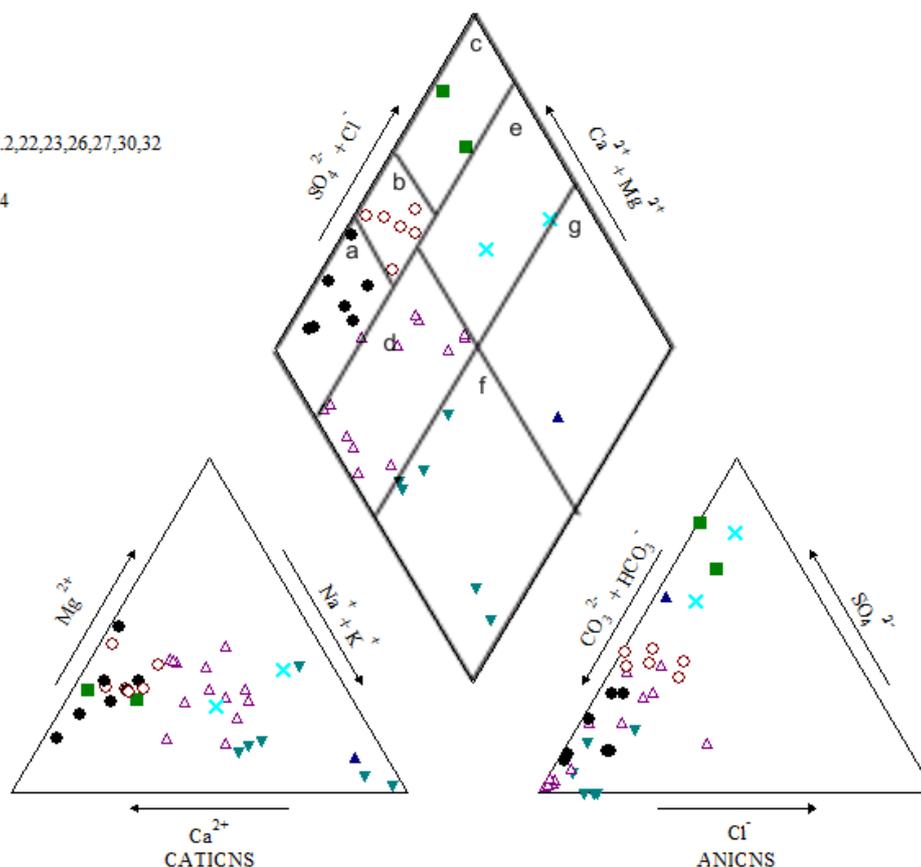


Abb. 44: Piperdiagramm aller analysierten Wässer

Tabelle 11: Probenbezeichnung

Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	WP21	Purbach, Purgina
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	WP22	Schützen, Fam. Prieler
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	WP23	Purbach, Fischergasse 7
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee
WP5	Schützen, Wulka	WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthauacke
WP6	Schützen, Johannesquelle	WP 27	Purbach, Gemeindegaschacht (vorm pumpen)
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	WP 28	Mannersdorf, Therme
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	WP 29	Bad Fischau, Therme Q1
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	WP 30	Sommerein, Drei Bründl
WP10	Sandegg, Arteser	WP 31	Siegenderdorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath
WP11	Neudegg, Weidenarteser	WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)
WP14	St. Andrä, Zicksee	WP 35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	WP 36	Siegenderdorf, Fußtabrunnen
WP17	Piringsdorf, Arteser	WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	WP 40	Rust, Gemeindebrunnen
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)		

Tabelle 12: Klassifizierung der Wässer nach Furtak und Langguth (1967)

Klassifizierung nach Furtak und Langguth (1967)		
Erdalkalische Wässer	a) überwiegend hydrogencarbonatisch (>80//>60/<10)	WP1, WP5, WP6, WP7, WP8, WP36, WP41
	b) hydrogencarbonatisch-sulfatisch (>80//40-60/<10)	WP3, WP4.2, WP31, WP33, WP34, WP37
	c) überwiegend sulfatisch (>80//<40/<10)	WP4.1, WP28
Erdalkalische Wässer mit höherem Alkaligehalt	d) überwiegend hydrogencarbonatisch (50-80//>50/<20)	WP2, WP9, WP10, WP11, WP12, WP14, WP18.2, WP22, WP23, WP26, WP27, WP30, WP32
	e) überwiegend sulfatisch (50-80//<50/<20)	WP 21, WP35
	überwiegend chloridisch (50-80//<50/>50)	
Alkalische Wässer	f) überwiegend (hydrogen-)carbonatisch (<50//>50/<50)	WP13, WP17, WP18.1, WP19, WP20, WP24
	g) überwiegend sulfatisch-chloridisch (<50//<50/>50)	WP 16
	überwiegend chloridisch (<50//<20/>70)	

Das Piperdiagramm (Abb. 44) und die Abb. 43 zeigen welchem Wassertyp die im nördlichen Burgenland genommenen Wasserproben zuzuordnen sind.

Die Tabelle 12 zeigt, welche Proben welchem Wassertyp zuzuordnen ist. Um gezielte Aussagen treffen zu können, müssen die Wasserproben neben der Zuordnung des Wassertyps, auch der geologischen Lage zugeordnet werden.

Um einen besseren Überblick und ein paar Anhaltspunkte zu bekommen wie hoch die Konzentrationen der verschiedenen Kationen und Anionen im Trinkwasser sein dürfen, haben Appelo & Postma (1996) eine kleine Übersichtstabelle zusammengestellt (Abb. 45). Diese zeigt die erlaubten Höchstkonzentrationen der wichtigsten Elemente und chemischen Verbindungen im Trinkwasser die von der WHO beschlossen worden sind und ihre Auswirkung bei einer groben Überschreitung.

Constituent	Contribution to mineral nutrition (%)	Highest admissible concentration (mg/l)	Comment
Mg ²⁺	3-10	50	Mg/SO ₄ diarrhea
Na ⁺	1-4	175	
Cl ⁻	2-15	300	taste; safe < 600 mg/l
SO ₄ ²⁻		250	diarrhea
NO ₃ ⁻		50	blue baby disease
NO ₂ ⁻		0.1	
F ⁻	10-50	1.5	Lower at high water consumption
As	ca. 30	0.05	Black-foot disease
Al	..	0.2	Acidification/Al-flocculation
Cu	6-10	0.1	3 mg/l in new piping systems
Zn	negligible	0.1	5 mg/l in new piping systems
Cd	..	0.005	
Pb	..	0.05	
Cr	20-30	0.05	

Abb. 45: Maximalkonzentrationen der Trinkwasserinhaltsstoffe nach Appelo und Postma (1996)

Einige untersuchte Wässer überschreiten diese WHO-Richtlinien, genaue Ergebnisse der Wasseranalysen sind in den folgenden Kapiteln 3.3.2 bis 3.3.5 aufgelistet.

Diese Kapitel gliedern sich in:

- Oberflächenwässer
- artesisch gespannte Wässer
- Thermalwässer
- oberflächennahe Grundwässer

Innerhalb dieser Gliederung wird auch auf die geologische Lage Rücksicht genommen, um gezielte Aussagen treffen zu können.

3.3.2 Oberflächenwässer

3.3.2.1 Feldparameter

Die Tabelle 13 enthält einen Überblick der physikalischen Feldparameter, welche wiederum ein wichtiger Teil der Hydrochemie von Wässern sind. Hier findet man Informationen über Ort der Probennahme, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Temperatur der Oberflächenwässer im nördlichen Burgenland.

Der Punkt der genommenen Probe wird in UTM-Koordinaten angegeben, welche in Zone, Ostwert und Nordwert gegliedert sind. Die Höhe wurde aus einem Höhenmodell ausgelesen und die Abweichung gibt die Genauigkeit der GPS-Messung an.

Der pH-Wert der Oberflächenwässer befindet sich zwischen 7,7 – 8,8 und somit im neutralen bis schwach basischen Bereich. Die Grenzwerte für Trinkwasser liegen zwischen 6,5 – 9,5 und werden somit nicht über- bzw. unterschritten.

In nicht anthropogen beeinflussten Wässern wird der pH-Wert durch das Verhältnis zwischen gebundener und freier Kohlensäure beeinflusst. Je nach Kontamination können sich die pH-Werte deutlich verändern.

Die elektrische Leitfähigkeit (LF) wird verwendet, um die Summe aller im Wasser gelösten Ionen (beziehungsweise der Salze) zu bestimmen und bewegt sich in einem Bereich von 812 – 2310 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Diese Werte wurden vom Messgerät automatisch auf 25°C korrigiert. Der Grenzwert für Trinkwasser liegt bei 2790 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bei einer Temperatur von 25°C.

Das heißt, der Grenzwert der LF für Trinkwasser wird ebenfalls nicht überschritten jedoch können Wert $> 750 \mu\text{S}/\text{cm}$ ein Hinweis auf anthropogene Einflüsse sein. Da sich die genommenen Proben jedoch in einem sehr salzreichen Milieu befinden, sind diese erhöhten Werte nicht außergewöhnlich.

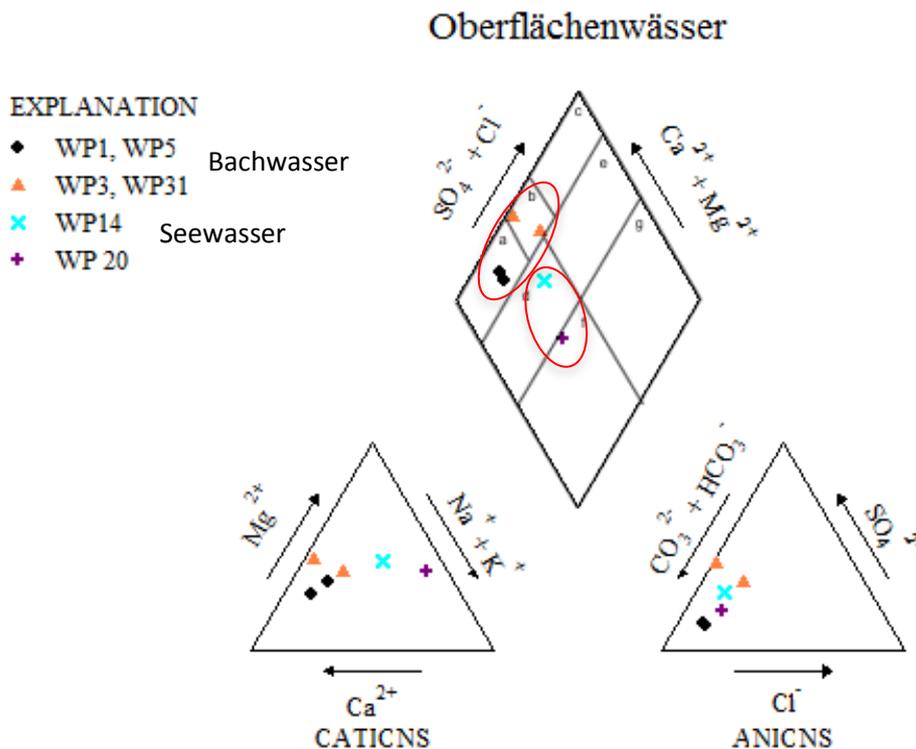
Doch nicht nur anthropogene Einflüsse beeinflussen Wässer. Denn da die Seen und Bäche, aus denen die Wasserproben stammen, im ständigen Kontakt mit der Umwelt stehen, besteht eine Wechselwirkung zwischen Niederschlag und eventuellen Zuflüssen. Auch die Biologie und die Zoologie (wie die Ausscheidungen der vielen Wasservögel und der Landwirtschaftlichen Nutztiere) wirkt sich erhebliche auf die physikalischen und chemischen Parameter dieser Gewässer aus.

Tabelle 13: Feldparameter der untersuchten Oberflächenwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Koordinaten					pH	elektrische Leitfähigkeit	Temperatur
		Zone	Ostwert	Nordwert	Höhe (müA)	Abweichung (m)			
Westlich des Neusiedler Sees									
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	33	606497	5288394	221,2	(+/-) 4	8,24	812,00	17,60
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	33	603861	5298150	234	(+/-) 4	7,82	1094,00	24,30
WP5	Schützen, Wulka	33	621960	5301027	124,9	(+/-) 8	8,38	1053,00	23,10
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	33	634202	5311367	113,7	(+/-) 4	8,50	2280,00	21,60
WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	33	614701	5291964	170	(+/-) 4	7,72	943,00	15,30
Östlich des Neusieder Sees									
WP14	St.Andrä, Zicksee	33	643028	5294704	166,7	(+/-) 4	8,81	2310,00	24,70

Tabelle 13 zeigt die Feldparameter der Oberflächenwässer inklusive der Temperatur. Die Temperatur scheint auf den ersten Blick ziemlich hoch, doch wenn man bedenkt, dass die Wasserproben in der Zeit zwischen dem 30. Juli 2013 – 10. September 2013 bei Schönwetter genommen wurden, erklärt dies die erhöhte Temperatur. Da auch Temperatur und Tageszeit einen Einfluss auf den pH-Wert haben, befindet sich im Anhang 6 eine detaillierte Angabe zu jeder Probe.

3.3.2.2 Chemische Parameter



Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	WP14	St.Andrä, Zicksee
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)
WP5	Schützen, Wulka	WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath

Abb. 46: Piperdiagramm Oberflächenwässer

Wie Abb. 46 zeigt, haben die Wulka (WP5) und der Marzerbach (WP1) nahezu die gleiche Zusammensetzung was die Hauptelemente betrifft. Beide sind laut Furtak und Langguth (1967) als überwiegend hydrogenkarbonatisch zu bezeichnen, was nicht auffällig ist, wenn man sich die Herkunft dieser beiden Bäche ansieht. Die Wulka entspringt am Fuße des Rosaliengebirges nahe der Ortschaft Forchtenstein und fließt über die Ortschaften Mattersburg, Wulkaprodersdorf, Schützen am Gebirge und bei Seemühlen in einen der vielen Entwässerungskanäle, welcher wiederum in den Neusiedler See mündet. Der Marzerbach entspringt ebenfalls im Rosaliengebirge und fließt bei Mattersburg in die Wulka.

Die weiteren Kationen und Anionen haben eine geringe Konzentration und überschreiten die maximale Grenze der Trinkwasserverordnung nicht. In der Wasserprobe 1 (WP1) konnte man etwas Chrom, Nickel und Zink nachweisen (Tabelle 16). Doch auch diese Ergebnisse bleiben unter den Richtlinien für Trinkwasser.

Nur der Wert von Zink, welcher in der Wulka mit 0,16 mg/l gemessen wurde überschreitet die Richtlinie welche bei 0,1 mg/l liegt.

Der Zillingtalerbach bei Pötsching (WP3) und der Nodbach in Siegendorf (WP31) plotten im Piperdiagramm (Abb. 46) im Feld b und sind daher hydrogenkarbonatisch-sulfatische Wässer. Wie die Bezeichnung schon erahnen lässt, ist bei diesen Proben der Sulfat- und Hydrogenkarbonatanteil erhöht (Tabelle 15). Beide Bäche, sowohl der Nodbach als auch der Zillingtalerbach, münden in die Wulka. Da die beiden Beprobungsstellen nur ca. 1 km entfernt voneinander liegen, ist es nicht außergewöhnlich, dass sie ungefähr die gleiche Verteilung der Hauptionen haben (Tabelle 14). Der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit sind ebenfalls nahezu gleich.

Die restlichen Ionen und seltenen Erden sind unauffällig und unter den europäischen Trinkwasserrichtlinien nur der Urangehalt im Zillingtalerbach überschreitet diese um mehr als das Doppelte.

Bei den zwei restlichen Proben, WP14 und WP20, handelt es sich nicht wie bei den anderen Proben um Bäche, sondern um Seen. Der Zicksee (WP14), welcher östlich des Neusiedler Sees liegt, enthält erdalkalische Wässer mit erhöhtem Alkaligehalt, welche überwiegend hydrogenkarbonatisch sind. Das Wasser aus dem Neusiedler See, welches beim Hafen in Jois entnommen wurde, ist als überwiegend karbonatisches und alkalisches Wasser zu bezeichnen.

Trotz der unterschiedlichen Lage und Größe der zwei Seen sind sie sich doch ähnlicher als auf den ersten Blick angenommen. Der pH-Wert und die Leitfähigkeit decken sich fast und auch die meisten analysierten chemischen Elemente stimmen überein. Grobe Unterschiede sind nur im Kalzium-, Sulfat- und Hydrogenkarbonatgehalt feststellbar.

Ein weiteres Ergebnis ist der erhöhte Urangehalt im Zicksee und im Zillingtalerbach.

Alle Messwerte, die unter der Nachweisgrenze liegen, sind nicht zu berücksichtigen, da der Messfehler größer sein kann als der gemessene Wert. Außerdem wird mit jeder Probe eine gewisse Hintergrundkonzentration mitgemessen, welche im endgültigen Messwert miteinbezogen wird.

Tabelle 14: Kationen der untersuchten Oberflächenwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Kationen																	
		Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Zn [mg/l]
Westlich des Neusieder Sees																			
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	105,50	28,27	21,51	2,79	7,04	0,00	1,61	0,01	0,00	0,04	0,00	0,05	0,30	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	202,50	104,30	14,80	0,29	4,92	0,00	0,21	0,10	0,00	0,00	0,00	0,02	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WP5	Schützen, Wulka	107,20	42,55	33,40	7,85	5,97	0,07	0,24	0,04	0,00	0,12	0,00	0,03	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	36,30	103,80	258,40	27,80	5,94	0,00	0,18	0,01	0,00	0,00	0,33	0,03	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	84,80	45,10	37,40	5,88	3,82	0,13	0,28	0,04	0,00	0,17	0,00	0,03	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Östlich des Neusieder Sees																			
WP14	St.Andrä, Zicksee	132,40	144,60	198,00	10,50	7,07	0,54	1,68	0,22	0,02	0,23	0,19	0,12	0,64	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01

Tabelle 15: Anionen der untersuchten Oberflächenwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Anionen						
		Chlorid (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Sulfat (mg/l)	Fluorid (mg/l)	Phosphat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Hydrogencarbonat (mg/l)
Westlich des Neusieder Sees								
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	51,43	21,83	71,00	0,20	0,20	0,20	323,30
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	8,99	10,47	436,00	1,00	1,00	1,00	555,10
WP5	Schützen, Wulka	80,50	18,53	123,00	0,50	0,50	0,50	387,35
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	218,00	0,73	382,00	0,00	0,00	0,00	629,52
WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	63,15	24,49	159,20	0,09	0,10	0,00	268,40
Östlich des Neusieder Sees								
WP14	St.Andrä, Zicksee	218,20	6,75	665,50	2,00	2,00	2,00	387,35

Tabelle 16: SEE der untersuchten Oberflächenwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE															
		As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]	
Westlich des Neusieder Sees																	
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	3,96	0,00	0,25	22,04	0,03	5,30	12,27	0,22	0,77	0,52	0,52	0,59	5,73	0,07	0,07	
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	0,70	0,00	0,08	0,36	0,01	1,45	0,75	0,56	0,44	0,15	-0,04	0,14	2,68	0,08	0,03	
WP5	Schützen, Wulka	2,72	0,00	0,31	0,73	0,02	2,29	1,84	0,70	3,22	0,76	-0,01	0,89	16,73	0,06	0,24	
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	9,73	0,00	0,21	0,20	0,01	3,47	1,20	0,19	6,55	0,76	-0,06	1,87	2,11	0,05	0,09	
WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	1,69	0,00	0,23	0,47	0,03	5,47	1,60	0,58	2,01	0,43	-0,01	1,36	8,08	0,06	0,18	
Östlich des Neusieder Sees																	
WP14	St.Andrä, Zicksee	4,03	0,00	0,98	2,00	0,03	4,78	3,19	7,89	3,56	0,57	-0,08	3,80	18,71	0,19	1,50	
Westlich des Neusieder Sees																	
		Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]		
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	0,10	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	2,18		
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	0,06	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	23,85		
WP5	Schützen, Wulka	0,50	0,06	0,26	0,05	0,01	0,10	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	3,76		
WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	0,19	0,02	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46		
WP 31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath	0,33	0,05	0,18	0,02	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	4,35		
Östlich des Neusieder Sees																	
WP14	St.Andrä, Zicksee	3,14	0,38	1,67	0,33	0,08	0,36	0,06	0,28	0,06	0,15	0,02	0,14	0,02	21,96		

3.3.3 Artesische Wässer

Da es nicht sehr viele hydrochemische Informationen über artesische Wässer im Neusiedler Seegebiet gibt, wurden 11 frei überlaufende Messstellen untersucht. Diese artesisch gespannten Tiefengrundwässer haben eine große Bedeutung für diese Arbeit, da bei einigen von ihnen das Alter mit Hilfe der ^{14}C -Analytik bestimmt wurde.

Das Ziel ist es, die Tiefengrundwässer mit oberflächennahen Grundwässern, Thermalwässern und zum Teil mit Oberflächenwässern zu vergleichen und so die Herkunft zu klären. Unter anderem sollen die Vergleiche des Wasserchemismus Rückschlüsse auf etwaige Interaktionsprozesse geben.

3.3.3.1 Feldparameter

Die Tabelle 17 enthält einen Überblick über die physikalischen Feldparameter. Hier findet man Informationen über den Ort der Probenahme, den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit und die Temperatur der artesischen Wässer rund um den Neusiedler See. Ein wichtiger Punkt bei diesen Wässern ist die geothermische Tiefenstufe, welche besagt, dass pro 100 m Tiefe eine Temperaturzunahme von 3°C stattfindet.

Besonders die Lokalität der Klosterschule in Neusiedl/See weist eine sehr hohe Wassertemperatur auf, wobei es sich hierbei möglicherweise nicht um den Einfluss der geothermischen Tiefenstufe handelt, sondern um ein Wasser, welches sich mit oberflächennahem Grundwasser mischt.

Ein Hinweis darauf könnte sein, dass sich Nitrit in dieser Probe nachweisen lässt, denn dies kann einen Einfluss der oberflächennahen Wässer anzeigen.

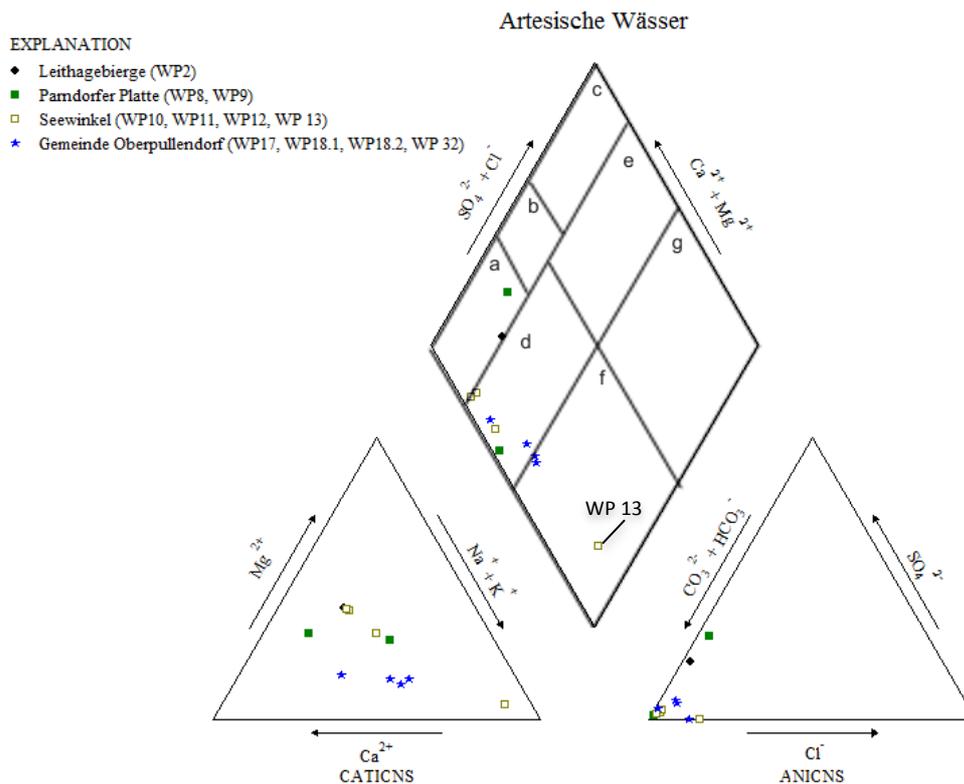
Die Leitfähigkeiten des Artesers BH Neusiedel (WP9) und das artesisch gespannte Wasser der Bartholomäusquelle (WP13) sind mit über $4000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ zu beziffern. Diese hohen Werte können ein Hinweis auf eine lange Verweildauer im Untergrund sein. Die Bartholomäusquelle in Illmitz reicht bis in eine Tiefe von 201 m. Dies verstärkt die Annahme der langen Aufenthaltszeiten und Anreicherung bzw. Lösung von Ionen in tieferen Grundwasserstockwerken. Denn je länger ein Wasser im Sediment zirkuliert, desto höher ist der Anteil der gelösten Stoffe. Auch die Temperatur hat Auswirkung auf die Löslichkeit und, wie bereits erwähnt, steigt diese mit der Tiefe.

Westlich des Neusiedler Sees wurden 4 Wasserproben genommen, welche repräsentativ für die Gemeinde Oberpullendorf sind. Diese Bohrungen haben eine Tiefe zwischen 15-30 m und eine Leitfähigkeit von 2000 bis 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die hohen Werte erscheinen auf den ersten Blick ungewöhnlich, doch aus der Literatur geht hervor, dass die Wässer WP18.1 und WP18.2 ein Alter von 37.000 Jahren aufweisen und somit viel Zeit hatten Mineralien zu lösen. Über die beiden anderen Wässer gibt es leider keine weiteren Informationen. Doch aus der tieferen Temperatur lässt sich ableiten, dass das artesische Wasser der Gemeindequelle in Kobersdorf wahrscheinlich aus nicht so großen Tiefen kommt und vermutlich auch nicht so alt ist. Ein weiterer Grund für den geringeren Wert an gelösten Stoffen kann sein, dass die Bohrung am westlichen Ende der Gemeinde liegt und somit unter Umständen durch eine andere Geologie im Untergrund beeinflusst wird.

Tabelle 17: Feldparameter der untersuchten artesischen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Koordinaten					pH	elektrische Leitfähigkeit μS/cm	Temperatur °C
		Zone	Ostwert	Nordwert	Höhe (müA)	Abweichung (m)			
Leithagebirge									
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	33	599535	5292271	263,8	(+/-) 4	5,94	1738	15,3
Parndorfer Platte									
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	33	637955	5313738	119,8	(+/-) 4	7,60	714	21,9
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	33	637224	5312492	128,0	(+/-) 4	6,52	4290	15,5
Seewinkel									
WP10	Sandeck, Arteser	33	632442	5288210	114,8	(+/-) 8	7,22	903	16,0
WP11	Neudegg, Weidenarteser	33	634879	5285543	170,0	(+/-) 4	7,80	630	16,8
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	33	635765	5284575	170,0	(+/-) 4	7,57	580	16,5
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	33	634866	5291384	169,4	(+/-) 4	6,97	4030	17,5
Oberpullendorf									
WP17	Piringsdorf, Arteser	33	606101	5255526	310,6	(+/-) 4	7,10	3470	13,0
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	33	621696	5275238	177,3	(+/-) 4	6,91	2970	15,1
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	33	621731	5275228	176,9	(+/-) 4	6,62	2520	15,1
WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	33	604567	5272345	320,0	(+/-) 4	7,14	2000	14,5

3.3.3.2 Chemische Parameter



Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	WP17	Piringsdorf, Arteser
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle
WP10	Sandegg, Arteser	WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2
WP11	Neudegg, Weidenarteser	WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte		

Abb. 47: Piperdiagramm artesische Wässer

Obwohl das Wasser WP2-Bad Sauerbrunn dem Gebiet des Leithagebirges und WP8-Klosterschule-Neusiedel dem Gebiet Parndorfer Platte zuzuschreiben sind, haben sie laut Furtak und Langguth (Abb. 47) eine ähnliche Zusammensetzung in Bezug auf die Hauptionen. Vermutlich sind sich die überwiegend hydrogenkarbonatischen, erdalkalischen Proben so gleich, weil es sich bei der Wasserprobe aus der Klosterschule in Neusiedel/See wahrscheinlich um Mischwasser handelt. Das Verhältnis der Äquivalentkonzentrationen $(Ca^{2+} + Mg^{2+})/HCO_3^-$ ist kleiner als 1 was ein Hinweis auf Ionenaustauschwässer ist. Dadurch könnte man zu der Annahme kommen, dass diese Wässer demselben Grundwasserkörper angehören. Die physikalischen und restlichen chemischen Parameter hingegen schließen diese Vermutung aus.

Die überwiegend hydrogenkarbonatischen Wässer mit hohem Alkaligehalt des Seewinkels können in ihrer Zusammensetzung kaum analoger sein (Tabelle 18, Tabelle 19). Nur die Bartholomäus Quelle bei Illmitz weicht extrem davon ab und wird auch als überwiegend sulfatisch beschrieben. Wie auch schon oben erwähnt, ist diese Bohrung mit 201 m die tiefste Bohrung. Vor Ort wird dieses Wasser als „Natrium-Hydrogenkarbonat-Mineral-Trinksäuerling“ beschrieben.

In der Tabelle 18 erscheint der Natriumgehalt von der Probe WP13-Bartholomäusquelle mit 882 mg/l, jedoch wurden für die Messung nur Standards bis 100 mg/l hergestellt, daher kann man davon ausgehen, dass dieser Messwert mit einem gewissen Fehler behaftet ist.

Auch die beiden anderen Wasserproben Piringsdorf (WP17) und Kobersdorf (WP32), welche repräsentativ für die Gemeinde Oberpullendorf stehen, passen gut in die Gruppe der überwiegend hydrogenkarbonatischen Wässer mit hohem Alkaligehalt. Sie unterscheiden sich jedoch etwas voneinander. Zum Beispiel enthält das Wasser in Piringsdorf kein Sulfat und die Probe von Kobersdorf kein Rubidium und weniger Chlorid als die restlichen Proben dieser Kategorie.

Außerdem ist in manchen untersuchten Wässern Arsen, Rubidium, Vanadium und eine massiv erhöhte Zink-Konzentrationen nachgewiesen worden (Tabelle 20). Im Kapitel 4.4 (Interpretation und Diskussion) wird darauf näher eingegangen und versucht, die Herkunft dieser Elemente zu klären.

Tabelle 18: Kationen der artesischen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Kationen													
		Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]
Leithagebirge															
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	159,30	94,80	84,90	13,80	17,60	0,00	5,10	0,49	0,00	0,00	0,00	0,03	1,41	0,00
Parndorfer Platte															
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	85,90	28,80	24,64	1,54	6,41	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,18	0,00
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	315,50	170,5	436,0	32,42	21,10	0,37	3,62	0,24	0,00	0,17	1,29	0,19	13,29	0,00
Seewinkel															
WP10	Sandeck, Arteser	69,40	37,20	78,30	2,70	14,80	0,00	0,88	0,07	0,00	0,05	0,00	0,17	0,67	0,00
WP11	Neudegg, Weidenartesper	55,80	33,40	33,40	5,96	16,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,08	0,68	0,02
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	49,80	29,80	30,55	1,05	12,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,66	0,00
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	70,40	28,70	882,0	7,40	18,90	0,00	0,65	0,02	0,00	0,16	1,39	0,26	0,71	0,00
Oberpullendorf															
WP17	Piringsdorf, Arteser	283,30	57,10	445,2	18,40	42,70	0,00	8,18	0,44	0,00	0,00	6,36	0,15	3,86	0,01
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	214,60	56,50	388,5	17,45	26,20	0,00	1,84	0,19	0,00	0,02	1,43	0,11	1,92	0,00
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	215,30	47,68	287,4	15,76	24,10	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	1,08	0,11	1,78	0,00
WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	334,80	60,80	216,2	17,80	37,80	0,00	2,68	0,86	0,00	0,00	0,22	0,19	2,45	0,00

Tabelle 19: Anion der artesischen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Anionen						Hydrogencarbonat (mg/l)
		Chlorid (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Sulfat (mg/l)	Fluorid (mg/l)	Phosphat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	
Leithagebirge								
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	20,19	1,67	197,20	0,50	0,50	0,50	927,20
Parndorfer Platte								
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	12,14	1,99	127,50	0,50	0,50	0,50	306,22
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	17,78	37,92	29,58	0,10	0,10	0,00	2842,60
Seewinkel								
WP10	Sandeck, Arteser	8,45	0,00	13,30	0,10	0,10	0,00	594,75
WP11	Neudegg, Weidenarteser	7,65	6,30	14,41	0,11	0,10	0,00	399,55
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	3,60	0,00	6,83	0,13	0,10	0,00	383,08
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	260,83	0,00	0,00	0,84	0,50	0,50	2385,10
Oberpullendorf								
WP17	Piringsdorf, Arteser	178,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2138,05
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	70,32	6,18	102,03	0,50	0,50	0,50	1845,25
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	55,09	4,04	98,46	0,50	0,50	0,50	1598,20
WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	11,79	0,50	62,60	0,08	0,10	0,00	1903,20

Tabelle 20: SEE der artesischen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE														
		As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]
Leithagebirge																
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	0,00	0,00	0,01	0,30	4,60	6,25	0,53	0,37	61,23	0,08	0,09	0,02	12,60	0,15	0,06
Parndorfer Platte																
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	2,32	15,12	0,00	1,50	0,06	0,06	0,01	46,92	0,08	0,00
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,24	0,09	2,42	0,08	28,61	0,01	0,10	0,00	439,3 4	0,29	0,00
Seewinkel																
WP10	Sandeck, Arteser	17,53	0,00	0,08	0,25	0,00	0,12	0,42	0,06	1,02	0,04	0,04	0,01	1,26	0,05	0,01
WP11	Neudegg, Weidenarteser	8,31	0,00	0,21	18,88	0,00	0,01	0,07	0,02	1,55	0,21	0,11	19,15	0,00	0,10	0,00
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	5,83	0,00	0,00	0,06	0,00	0,17	0,79	0,00	0,34	0,07	0,12	4,64	0,00	0,08	0,00
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	0,00	0,00	0,00	0,03	0,21	1,06	0,57	0,06	7,39	0,00	0,10	0,22	2,62	0,39	0,00
Oberpullendorf																
WP17	Piringsdorf, Arteser	0,00	0,00	0,10	7,15	15,21	2,06	6,16	0,04	93,55	0,16	0,05	3,38	2,50	1,24	0,18
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	0,00	0,00	0,04	0,55	2,83	2,82	0,81	0,47	54,88	0,00	0,06	0,34	2,70	0,50	0,15
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	0,00	0,00	0,00	0,06	2,85	0,00	0,09	0,00	62,20	0,00	0,12	0,00	-0,36	0,06	0,00
WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	1,69	0,00	0,23	0,47	0,03	5,47	1,60	0,58	2,01	0,43	0,01	1,36	8,08	0,06	0,18

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE														
		Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]	
Leithagebirge																
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	0,08	0,02	0,06	0,02	0,01	0,04	0,02	0,06	0,02	0,05	0,02	0,04	0,01	0,03	
Parndorfer Platte																
WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	
WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Seewinkel																
WP10	Sandeck, Arteser	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71	
WP11	Neudegg, Weidenarteser	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44	
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,55	
WP13	Illmitz, Arteser, Bartholomäusquelle	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	
Oberpullendorf																
WP17	Piringsdorf, Arteser	0,37	0,06	0,31	0,05	0,04	0,18	0,03	0,22	0,06	0,20	0,03	0,17	0,03	0,07	
WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	0,10	0,01	0,08	0,00	0,01	0,07	0,01	0,12	0,04	0,13	0,03	0,16	0,02	0,21	
WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	
WP 32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle	0,33	0,05	0,18	0,02	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	4,35	

3.3.4 Thermalwässer

3.3.4.1 Feldparameter

Der geologische Begriff der Therme bezeichnet Quellen, deren Temperatur höher ist als die mittlere Jahrestemperatur des betreffenden Gebietes (<http://t1p.de/5575> (17.9.2014)). Dafür können vulkanische Aktivitäten verantwortlich sein oder, wie schon erwähnt, die geothermische Tiefenstufe.

Alle pH-Werte liegen im neutralen Bereich zwischen 6,6-7,8 und haben damit eine sehr geringe Bandbreite. Die Messwerte der elektrischen Leitfähigkeit hingegen sind für jede Probe sehr spezifisch, bis auf die 3 Wässer mit der Bezeichnung WP4.1, WP28 und WP19, welche einen Wert zwischen 1400-1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ aufweisen. Die niedrigste Leitfähigkeit wurde in Bad Fischau (WP29) mit knapp 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen und die höchste in Leithaprodersdorf beim bachseitigen Auslass am Anwesen „zur Scheune“.

Die Temperaturen sind ebenfalls sehr unterschiedlich und belaufen sich von 16,5°C bis fast 42°C. Dafür gibt es einige Erklärungen wie beispielsweise, dass die Bohrung der Therme Frauenkirchen bis in eine Tiefe von 860 m reicht. Die Temperaturen der Wässer von Leithaprodersdorf sind etwas geringer. Das kommt vermutlich daher, weil die Temperatur nicht sofort beim Austritt gemessen werden kann, sondern erst nachdem es durch die Leitungen geronnen ist und dort schon etwas auskühlen konnte.

Das Thermalwasser aus Bad Fischau (WP29) wurde genommen, um einen besseren Vergleich zwischen den Wässern im nördlichen Burgenland zu bekommen. Alleine die physikalischen Parameter lassen schon darauf schließen, dass dieses Wasser nur wenig mit den anderen gemeinsam hat. Diese und alle restlichen Feldparameter der thermalen Wässer können der Tabelle 21 entnommen werden.

Tabelle 21: Feldparameter der thermalen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Koordinaten					pH	elektrische Leitfähigkeit μS/cm	Temperatur °C
		Zone	Ostwert	Nordwert	Höhe	Abweichung			
Leithagebirg									
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	33	609943	5309098	200,4	(+/-) 4	6,99	1680	16,5
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	33	609943	5309099	200,4	(+/-) 4	6,58	3260	17,1
WP 28	Mannersdorf, Therme	33	619654	5314705	197,0	(+/-) 4	7,41	1877	21,9
Seewinkel									
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	33	643420	5296781	119,8	(+/-) 4	7,90	1426	41,5
Rosaliengebirge									
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	33	600318	5292716	236,2	(+/-) 4	6,60	2370	33,0
Fischauer Vorberge									
WP 29	Bad Fischau, Therme Q1	33	587170	5298261	284,0	(+/-) 4	7,76	592	18,8

3.3.4.2 Chemische Parameter

Wie Abb. 48 zeigt, haben die 3 Wasserproben, welche aus dem Gebiet des Leithagebirges stammen, zwar nicht die gleichen Absolutwerte, aber was die prozentuelle Verteilung betrifft, sind sie sich sehr ähnlich. Aufsehen erregend ist aber, dass gerade die beiden Wässer, die nur wenige Meter voneinander entspringen (WP4.1, WP4.2), größere Unterschiede in der chemischen Verteilung zeigen als die weiter voneinander entfernten Proben (WP4.1, WP 28).

Leider sind zu den Thermalwässern in Leithaprodersdorf nur spärliche Informationen vorhanden. Es gibt weder Informationen zur Tiefe der Bohrung noch zur genauen aktuellen Temperatur oder Zeitreihenaufnahme.

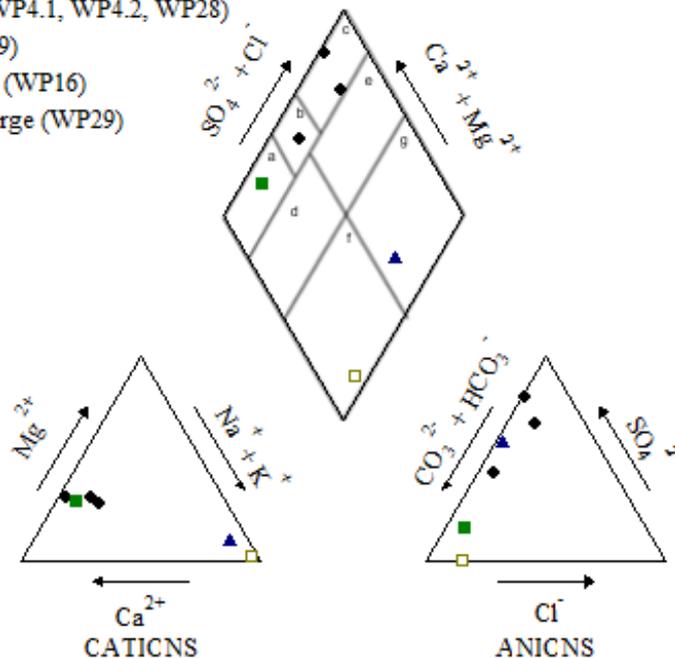
Die Quelle, welche in Mannersdorf entspringt, hat eine Ergiebigkeit von 11 l/sec und eine gleichbleibende Temperatur von 22°C. Obwohl diese Quelle nördlich des Leithagebirges entspringt und die Probe WP4.1 in Leithaprodersdorf, also westlich des Leithagebirges, ist nicht unmöglich, dass diese Wässer gleichen Grundwasserstockwerken angehören.

Die Thermalquelle in Mannersdorf hat eine Tiefe von 200 m. Könnte man diese Tiefe auch in Leithaprodersdorf feststellen, wäre dies ein guter Hinweis auf eine Zugehörigkeit zu diesem Stockwerk.

Thermalwässer

EXPLANATION

- ◆ Leithagebirge (WP4.1, WP4.2, WP28)
- Seewinkel (WP19)
- ▲ Rosaliengebirge (WP16)
- Fischauer Vorberge (WP29)



Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser
WP 28	Mannersdorf, Therme	WP 29	Bad Fischau, Therme Q1

Abb. 48: Piperdiagramm Thermalwässer

Diese Abb. 48 zeigt deutlich die unterschiedlichen Zusammensetzungen der Thermalwässer. Ebenfalls gut auf dieser Abbildung zu erkennen ist, dass auch ein Unterschied im Chemismus am Westabhang und am Ostabhang des Leithagebirges besteht. Für die Absolutwerte stehen die Tabelle 22, Tabelle 23 und Tabelle 24 zur Verfügung. Diese sind zwar alle erdalkalische Wässer, haben jedoch einen unterschiedlichen karbonatischen bzw. sulfatischen Anteil. Auch die Probe aus Bad Fischau (WP29) zählt zu den erdalkalischen Wässern, hat jedoch im Vergleich zu den Wasserproben aus dem Leithagebirge viel weniger Sulfat gelöst.

Die Wasserprobe mit der Nummer WP19 aus der St. Martinstherme in Frauenkirchen, welche die Tiefengrundwässer des Seewinkels repräsentiert, ist ein alkalisches Wasser mit überwiegend hydrogenkarbonatischen Inhalt. Da so viel Natrium im Wasser aus Bad Sauerbrunn (WP16) gelöst ist, wird es ebenfalls als alkalisches Wasser bezeichnet. Jedoch überwiegt in dieser Probe nicht der Anteil an Hydrogenkarbonat, sondern das in Lösung gebrachte Sulfat.

Die Wasserprobe (WP16) aus Bad Sauerbrunn ist weitgehend unauffällig. Es handelt sich hierbei um einen Na-HCO₃ Wassertyp. Bis auf geringe Spuren von Arsen und Rubidium konnten keine weiteren Selten-Erd-Elemente nachgewiesen werden.

WP16 aus dem Rosaliengebirge hat neben sehr hohem Gehalt an Natrium und Sulfat auch noch den höchsten Anteil an gelöstem Hydrogenkarbonat. Das Rubidium, welches mit 53,19 µg/l nachgewiesen wurde, wird im Kapitel Interpretation/Diskussion genauer untersucht.

Die nur zu Kontrollzwecken genommene Thermalwasserprobe WP29 zeigt keine besonderen Messwerte und ist insgesamt sehr gering mineralisiert. Die größten Anteile machen in diesem Wasser das Kalzium und das Hydrogenkarbonat aus. Dies ist auch nicht außergewöhnlich, wenn man die Lage betrachtet, welche am Fuße der Fischauer Vorberge liegt. Die Analyse der Seltenen Erden zeigt Spuren von Arsen und Rubidium in jeder Probe. Die höchsten Werte hat das Thermalwasser in Leithaprodersdorf (WP 4.1), diese enthält auch etwas Chrom und Nickel, was aber mit großer Wahrscheinlichkeit von den Rohrleitungen stammt.

Tabelle 22: Kationen der thermalen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Kationen																		
		Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Zn [mg/l]	
Leithagebirg																				
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	434,50	134,50	159,50	13,80	12,19	0,00	1,00	0,06	0,00	0,00	0,33	0,01	11,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	152,20	51,60	38,50	6,35	8,25	0,00	0,12	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	2,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
WP 28	Mannersdorf, Therme	303,20	85,80	17,90	5,08	9,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Seewinkel																				
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	7,41	4,20	313,20	3,72	10,90	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,57	0,14	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rosaliengebirge																				
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	72,87	54,08	830,00	24,22	12,80	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,77	0,03	4,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fischauer Vorberge																				
WP 29	Bad Fischau, Therme Q1	78,60	22,65	12,80	1,24	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Tabelle 23: Anionen der thermalen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Kationen						
		Chlorid (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Sulfat (mg/l)	Fluorid (mg/l)	Phosphat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Hydrogencarbonat (mg/l)
Leithagebirg								
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	179,00	4,49	1354,90	3,00	3,00	3,00	530,70
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	31,92	4,46	261,00	0,00	0,00	0,00	376,98
WP 28	Mannersdorf, Therme	8,23	0,00	946,00	2,61	2,00	2,00	248,88
Seewinkel								
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	122,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	703,94
Rosaliengebirge								
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	52,50	0,00	1271,64	5,00	5,00	5,00	1057,74
Fischauer Vorberge								
WP 29	Bad Fischau, Therme Q1	18,58	5,81	50,21	0,45	0,20	0,20	297,68

Tabelle 24: SEE der thermalen Wässer

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE														
		As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]
Leithagebirg																
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass	14,0	0,00	0,08	3,73	10,90	1,05	2,71	0,40	49,22	0,13	0,12	0,25	3,84	0,10	0,03
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass	3,84	0,00	0,00	0,64	2,90	0,23	0,68	0,23	12,33	0,07	0,00	0,19	4,72	0,04	0,01
WP 28	Mannersdorf, Therme	2,78	0,00	0,01	0,00	1,67	0,64	0,28	0,32	12,81	0,13	0,13	0,08	7,73	0,09	0,01
Seewinkel																
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	7,53	0,00	0,03	0,00	0,33	0,07	0,22	0,04	8,20	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Rosaliengebirge																
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	3,79	0,00	0,00	0,00	2,41	0,00	1,89	0,02	53,19	0,75	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00
Fischauer Vorberge																
WP 29	Bad Fischau, Therme Q1	5,83	0,00	0,00	0,11	0,66	1,23	0,05	0,33	1,99	0,27	0,04	0,50	0,80	0,04	0,01

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE													
		Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]
Leithagebirg															
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass	0,06	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,60
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31
WP 28	Mannersdorf, Therme	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81
Seewinkel															
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rosaliengebirge															
WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
Fischauer Vorberge															
WP 29	Bad Fischau, Therme Q1	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42

3.3.5 Oberflächennahe Grundwässer

3.3.5.1 Feldparameter

Der pH-Wert der oberflächennahen Wässer im Gebiet des Leithagebirges liegt zwischen 7-8 und damit im neutralen Bereich. Die elektrischen Leitfähigkeiten sind mit einer Ausnahme alle im Messbereich zwischen 300 und 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wobei im Durchschnitt 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht werden. Auch die Temperaturen sind alle ziemlich ähnlich und bewegen sich zwischen 12-18°C (Tabelle 25).

Interessant bei der Ausnahme ist, dass das Wasser aus Purbach (WP 27) bevor der 5,6 m tiefe Schacht dreimal leergepumpt wurde, dem Durchschnitt aller Wässer in diesem Gebiet entspricht. Das nachfließende Wasser (WP21) hingegen hat zwar annähernd denselben pH-Wert aber eine viel geringere Temperatur und was noch auffallender ist, eine Leitfähigkeit die 5,5 mal höher ist als die im stehenden Wasser.

Dieser Versuch wurde nur wenige Meter weiter bei einem 5 m tiefen Brunnen, der zu einem Einfamilienhaus gehört, wiederholt. Hier konnte dieser Effekt jedoch nicht festgestellt werden, die Werte blieben konstant und veränderten sich nicht.

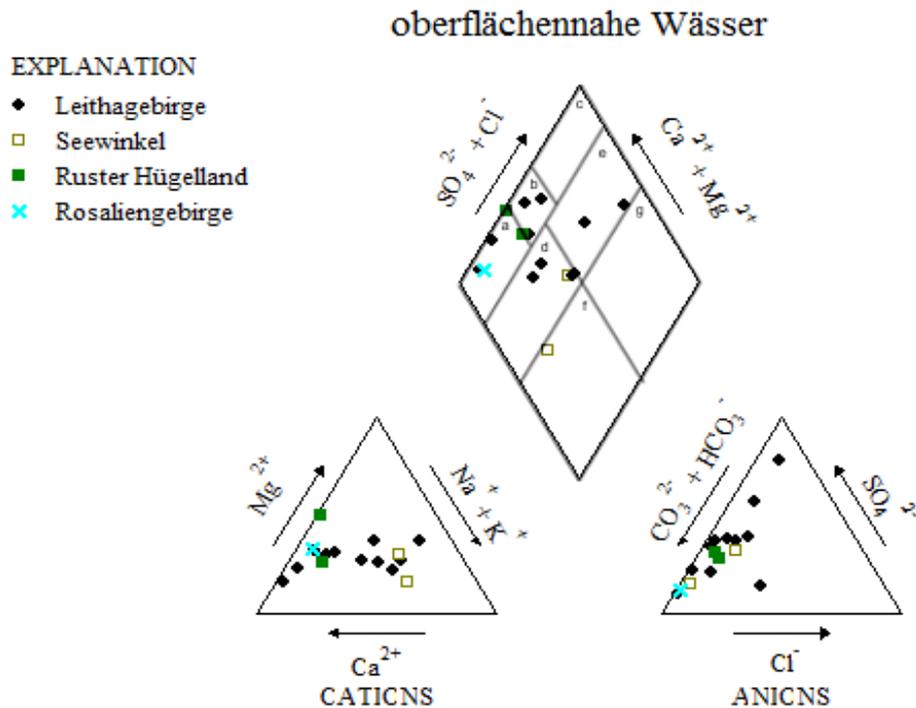
Im Gebiet des Seewinkels sind die pH-Werte und die Leitfähigkeiten deutlich höher als überall dort, wo noch Proben genommen wurden.

Die Wasserproben aus dem Ruster Hügelland und aus dem Rosaliengebirge sind denen aus dem Leithagebirge bezüglich pH-Wert, Leitfähigkeit und Temperatur sehr ähnlich.

Tabelle 25: Feldparameter der oberflächennahen Grundwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Koordinaten					pH	elektrische Leitfähigkeit	Temperatur
Leithagebirge		Zone	Ostwert	Nordwert	Höhe (müA)	Abweichung (m)		µS/cm	°C
WP6	Schützen, Johannesquelle	33	619815	5302849	183,5	(+/-) 8	7,28	630	13,3
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	33	633302	5315828	204,9	(+/-) 4	7,54	582	12,1
WP21	Purbach, Purgina	33	627053	5307387	117,5	(+/-) 4	7,62	8321	13,7
WP22	Schützen, Fam. Prieler	33	621981	5301409	126,8	(+/-) 4	7,3	1343	13,6
WP23	Purbach, Fischergasse 7	33	627037	5307364	118,4	(+/-) 4	7,93	861	14,4
WP 27	Purbach, Gemeindeschacht (vor Pumpen)	33	626972	5307237	117,6	(+/-) 4	7,76	1599	16
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	33	624535	5313026	395,2	(+/-) 4	7,21	313	15,5
WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	33	621523	5301189	128,3	(+/-) 4	7,32	1416	17,8
WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	33	606010	5298881	214	(+/-) 4	7,19	1343	12,4
WP 35	Schützen, Grundwasser, Quelleng. 41	33	621745	5301395	128,8	(+/-) 4	7,22	1810	13,7
WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	33	606010	5298881	214	(+/-) 4	7,32	961	13,1
Seewinkel									
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	33	637775	5291645	115,5	(+/-) 4	8,7	3390	15,5
WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	33	639555	5287323	113,6	(+/-) 4	7,8	2500	13,1
Ruster Hügelland									
WP 36	Siegendorf, Pußtabrunnen	33	615866	5293376	160,9	(+/-) 4	7,46	900	12,9
WP 40	Rust, Gemeindebrunnen	33	625252	5295589	121,3	(+/-) 4	7,43	1063	14,6
Rosaliengebirge									
WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl	33	597305	5292376	357	(+/-) 4	7,04	700	18,1

3.3.5.2 Chemische Parameter



Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP6	Schützen, Johannesquelle	WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	WP 35	Schützen, Grundwasser, Quelleng. 41
WP21	Purbach, Purkina	WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)
WP22	Schützen, Fam. Prieler	WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee
WP23	Prubach, Fischergasse 7	WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthauacke
WP 27	Purbach, Gemeindegaschacht (vorm pumpen)	WP 36	Siegendorf, Pußtabrunnen
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	WP 40	Rust, Gemeindebrunnen
WP 33	Schütze, Grundwasser, Quellengasse 27	WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl

Abb. 49: Piperdiagramm oberflächennahe Grundwässer

Das Piperdiagramm Abb. 49 ist wie auch die vorherigen Piperdiagramme nach Furtak und Langguth unterteilt. Die Messwerte wurden den jeweiligen geologischen Gebieten zugeteilt, um diese besser miteinander vergleichen zu können.

Wie aus der Abbildung hervorgeht gibt es eine gewisse Streuung im Bereich des Leithagebirges. Bei näherer Betrachtung wird aber ersichtlich, dass die Verteilung im Prinzip nur durch den Kalzium- und Hydrogenkarbonatgehalt verursacht wird. Dies ist durch die geologische Verteilung der Proben und den Einfluss des Niederschlags möglich. Natürlich ist es auch nicht auszuschließen, dass eventuell Mischwässer beprobt wurden. Die einzige Wasserprobe, welche sich extrem von den anderen abhebt, ist jene aus Purbach mit der ID-Nummer WP 21.

Die zwei Wässer aus dem Ruster Hügelland (WP36, WP40) könnten sich ähnlicher nicht sein, obwohl sie über 11km auseinander liegen.

Auch die Analyse des Wassers aus Katzelsdorf (WP41), welche geologisch schon zum Rosaliengebirge zu zählen ist, ähnelt diesem aus der Johannesquelle (nahe Schützen am Gebirge) sehr. Jedoch ist in der Wasserprobe 6 (Johannesquelle) kaum Arsen vorhanden.

Der Seewinkel, mit den Grundwasserproben WP24-zentraler Xixsee und WP26-Arbesthaulacke, bringt die mit Abstand höchsten Konzentrationen hervor. Um bessere Aussagen treffen zu können wären mehrere Analysen notwendig.

Die Tonproben aus den Bohrungen wurden ebenfalls auf dieselben Kationen, Anionen und SEE analysiert wie auch die Wasserproben, um genauere Rückschlüsse ziehen zu können. Im Kapitel der Interpretation wird darauf näher eingegangen.

Bei den chemischen Analysen zeichnet sich ein gleichartiges Bild ab. Die meisten Wässer im Leithagebirge haben eine ähnliche chemische Zusammensetzung. Nur die Probe aus dem Schacht bei Purbach nach dem Pumpen (WP 21) weist Extremwerte auf. Besonders ragen die Werte von Natrium mit 1226 mg/l, Magnesium mit 486 mg/l, Chlorid mit 434 mg/l, Sulfat mit 4278 mg/l, Fluorid mit 10 mg/l und Phosphat mit 10 mg/l hervor.

Der Chloridwert hat sich nach dem Pumpen nur verdoppelt, während sich die anderen vorhin erwähnten Werte um ein Vielfaches erhöhten. Das Nitrat jedoch, welches vor dem Pumpen mit zirka 10 mg/l nachgewiesen werden konnte, war anschließend nicht mehr als Nitrat sondern als Nitrit messbar. Zu beobachten ist unter anderem, dass die Wasserprobe WP 30 aus Sommerein sehr gering mineralisiert ist.

Wie auch schon die höheren Leitfähigkeiten erwarten ließen, zeigte die Analyse der Wasserproben aus dem Seewinkelgebiet einen höheren Gehalt an Kationen und Anionen als die restlichen oberflächennahen Grundwässer. Vor allem die Kationen Natrium und Magnesium und die Anionen Chlorid, Sulfat und das Hydrogenkarbonat unterscheiden sich deutlich von den Messwerten der anderen Gebiete.

Was die Selten-Erd-Elemente und Spurenelemente (Tabelle 28) betrifft stechen auch hier die schon bekannten Proben (WP 24-zentraler Xixsee, WP 26-Arbesthaulacke) hervor. In der Wasserprobe 21 aus dem Schacht bei Purbach (nach dem Pumpen) sind vor allem die Rubidium- und Uran-Werte erhöht.

Die Arsenanomalie in Sommerein (WP30) kann ein Hinweis auf das Einzugsgebiet sein. Außerdem befinden sich in dieser Probe, im Vergleich zu den restlichen oberflächennahen

Wässern, durchschnittlich mehr SEE, wobei die Gesamtmineralisation geringere Konzentrationen aufweist.

Der St.Andräer Zicksee des Seewinkels sticht auf Grund seiner erhöhten Konzentrationen besonders hervor. Hier konnten neben Arsen, Kupfer, Nickel, Blei, Zink, Cobalt und Chrom auch Vanadium, Cäsium, Gadolinium, Dysprosium, Lanthan und weitere SEE in geringen Spuren analysiert werden.

Der Pußtabrunnen in Siegendorf hat mit Abstand am meisten Zink enthalten, was aber vermutlich auf ein verzinktes Metallrohr zurückzuführen ist. Außerdem enthält die Probe aus dem Gemeindebrunnen in Rust Spuren von Uran.

Tabelle 26: Kationen der oberflächennahen Grundwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Kationen																	
		Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Zn [mg/l]
Leithagebirge																			
WP6	Schützen, Johannesquelle	100,40	19,85	8,05	1,29	7,99	0,20	0,02	0,000	0,00	0,00	0,00	0,061	0,544	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	100,11	12,06	3,43	3,10	5,23	0,00	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,067	0,217	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WP21	Purbach, Purgina	285,00	486,00	1228,0	32,34	11,46	0,00	0,94	1,359	0,00	0,00	0,39	0,00	3,224	0,00	0,00	0,002	0,00	0,00
WP22	Schützen, Fam. Prieler	72,60	45,90	143,50	8,51	7,87	0,00	0,14	0,075	0,00	0,02	0,51	0,022	3,770	0,00	0,004	0,00	0,00	0,013
WP23	Purbach, Fischergasse 7	50,10	34,80	45,40	14,50	7,00	0,00	0,06	0,073	0,00	0,04	0,00	0,027	0,515	0,00	0,004	0,00	0,00	0,029
WP 27	Purbach, Gemeindegaschacht (vor Pumpen)	100,30	41,80	154,00	20,45	9,44	1,36	0,40	0,004	0,00	0,21	0,17	0,016	1,211	0,00	0,002	0,00	0,00	0,004
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	18,50	6,91	13,20	2,95	14,90	2,22	10,58	1,230	0,024	0,66	0,00	0,043	0,070	0,002	0,006	0,010	0,009	0,019
WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	154,50	56,10	26,90	58,60	8,82	0,00	0,12	0,021	0,00	0,16	0,38	0,034	5,968	0,00	0,00	0,00	0,00	0,022
WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	159,00	51,80	44,10	6,65	12,02	0,46	3,30	0,232	0,020	0,23	0,00	0,045	0,532	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005
WP 35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41	137,50	59,35	160,60	14,90	8,36	0,00	0,00	0,003	0,00	0,00	0,42	0,016	4,085	0,00	0,00	0,002	0,00	0,035
WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	128,00	40,60	14,95	7,05	10,15	0,26	0,89	0,181	0,011	0,04	0,00	0,043	0,367	0,00	0,00	0,00	0,00	0,004
Seewinkel																			
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	242,90	79,80	530,50	15,20	34,70	19,16	39,50	1,572	0,035	0,97	0,69	0,193	0,980	0,041	0,183	0,109	0,052	0,152
WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	136,80	99,20	259,80	18,60	8,62	1,78	6,45	0,266	0,061	0,09	0,20	0,194	1,519	0,005	0,008	0,008	0,00	0,051
Ruster Hügelland																			
WP 36	Siegendorf, Pußtabrunnen	91,10	57,30	4,80	0,25	5,62	0,00	0,40	0,015	0,00	0,00	0,00	0,019	0,131	0,00	0,00	0,00	0,00	0,860
WP 40	Rust, Gemeindebrunnen	128,60	33,55	29,80	11,15	9,02	0,00	0,11	0,001	0,004	0,04	0,00	0,145	0,499	0,00	0,00	0,00	0,00	0,005
Rosaliengebirge																			
WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl	89,60	30,40	11,60	0,77	14,40	0,00	4,34	0,518	0,00	0,00	0,00	0,025	0,138	0,007	0,002	0,006	0,00	0,019

Tabelle 27: Anionen der oberflächennahen Grundwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	Anionen						
		Chlorid (mg/l)	Nitrat (mg/l)	Sulfat (mg/l)	Fluorid (mg/l)	Phosphat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	Hydrogencarbonat (mg/l)
Leithagebirge								
WP6	Schützen, Johannesquelle	4,49	3,68	35,49	0,15	0,10	0,00	381,25
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	4,43	7,51	74,71	0,20	0,20	0,20	283,04
WP21	Purbach, Purgina	434,50	0,00	4278,00	10,00	10,00	10,00	677,10
WP22	Schützen, Fam. Prieler	63,80	14,53	265,50	1,00	1,00	1,00	416,02
WP23	Purbach, Fischergasse 7	14,65	11,84	159,40	0,50	0,50	0,50	248,88
WP 27	Purbach, Gemeindegaschacht (vor Pumpen)	223,50	9,55	122,80	0,50	0,50	0,50	440,42
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	7,82	12,71	20,05	0,24	0,10	0,00	80,52
WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	15,39	257,80	218,00	1,67	1,00	1,00	395,28
WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	92,40	7,33	281,80	1,00	1,00	1,00	379,42
WP 35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41	79,00	19,20	546,00	2,09	2,00	2,00	362,34
WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	35,49	2,40	209,00	0,50	0,50	0,50	334,28
Seewinkel								
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	154,20	0,00	664,00	2,00	2,00	2,00	1363,96
WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	165,30	10,49	482,50	1,00	1,00	1,00	794,22
Ruster Hügelland								
WP 36	Siegendorf, Pußtabrunnen	19,65	111,60	124,10	0,50	0,50	0,50	296,46
WP 40	Rust, Gemeindebrunnen	33,98	134,60	125,80	0,50	0,50	0,50	333,06
Rosaliengebirge								
WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl	5,20	0,00	44,51	0,17	0,10	0,00	400,16

Tabelle 28: SEE der oberflächennahen Grundwässer

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE														
		As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]
Leithagebirge																
WP6	Schützen, Johannesquelle	1,25	0,20	0,01	0,51	0,00	0,50	0,47	0,10	0,96	0,15	0,00	0,54	1,75	0,04	0,00
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	0,60	0,20	0,05	0,31	0,00	0,60	0,36	0,06	2,13	0,12	0,01	0,13	1,42	0,04	0,00
WP21	Purbach, Purgina	0,00	0,00	2,53	0,08	0,00	0,03	5,33	0,06	126,52	0,01	0,10	0,30	0,03	0,03	0,00
WP22	Schützen, Fam. Prieler	0,00	0,00	0,03	1,27	0,26	6,39	1,23	0,72	11,12	0,00	0,12	0,03	15,56	0,04	0,01
WP23	Purbach, Fischergasse 7	3,71	0,00	0,14	0,65	0,00	5,81	1,41	3,61	3,35	0,36	0,06	1,19	34,21	0,06	0,05
WP 27	Purbach, Gemeindeschacht (vor Pumpen)	6,36	0,00	0,15	1,07	0,04	4,19	1,58	0,36	30,69	0,38	0,02	7,96	5,45	0,09	0,07
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	74,93	0,78	4,14	2,49	0,09	7,48	12,40	10,46	6,69	0,52	0,10	5,57	21,02	0,17	5,42
WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	2,05	0,29	0,12	0,28	0,03	4,95	2,52	1,02	16,76	0,21	0,08	0,41	27,73	0,11	0,09
WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	2,25	0,00	0,78	1,31	0,22	1,49	2,67	1,15	4,62	0,03	0,07	1,27	7,12	0,23	1,05
WP 35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41	4,03	0,00	0,23	0,02	2,11	1,44	3,71	0,19	12,99	0,35	0,01	0,08	41,43	0,07	0,01
WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	0,53	0,00	0,67	0,84	0,10	1,44	1,79	0,80	3,32	0,02	0,05	0,84	7,71	0,15	0,56
Seewinkel																
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	78,07	2,90	38,68	52,15	0,98	204,87	140,19	67,80	37,18	1,01	0,11	63,16	194,53	6,56	33,01
WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	24,14	0,62	4,11	8,56	0,28	15,17	14,42	4,99	6,42	1,34	0,07	10,80	67,32	0,70	3,14
Ruster Hügelland																
WP 36	Siegendorf, Pußtabrunnen	1,82	0,00	0,15	0,21	0,00	2,86	0,75	1,66	0,56	0,11	0,03	0,52	941,83	0,03	0,02
WP 40	Rust, Gemeindebrunnen	4,26	0,00	0,03	0,80	0,00	1,98	0,75	0,39	3,32	0,18	0,01	0,40	7,00	0,05	0,01
Rosaliengebirge																
WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl	10,73	0,20	1,73	6,93	0,02	4,78	6,82	0,26	1,94	0,14	0,16	0,20	21,21	0,05	0,11

Sample ID	Name/Beschreibung	SEE													
		Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]
Leithagebirge															
WP6	Schützen, Johannesquelle	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
WP7	Jois, Ochsenbrunnen	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84
WP21	Purbach, Purgina	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,22
WP22	Schützen, Fam. Prieler	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
WP23	Purbach, Fischergasse 7	0,11	0,01	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51
WP 27	Purbach, Gemeindegaschacht (vor Pumpen)	0,14	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	5,43
WP 30	Sommerein, Drei Bründl	12,68	1,22	4,57	0,85	0,16	0,75	0,11	0,66	0,12	0,34	0,05	0,30	0,04	0,21
WP 33	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 27	0,16	0,02	0,07	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,72
WP 34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)	2,21	0,27	1,11	0,24	0,05	0,22	0,03	0,17	0,03	0,09	0,02	0,08	0,01	1,10
WP 35	Schützen, Grundwasser, Quellengasse 41	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84
WP 37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)	1,23	0,14	0,65	0,16	0,03	0,14	0,02	0,08	0,02	0,04	0,01	0,03	0,00	1,10
Seewinkel															
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee	74,17	8,93	37,81	9,07	1,81	8,59	1,30	7,42	1,38	3,64	0,50	3,04	0,39	14,57
WP 26	Apetlon, Grundwasser, Arbesthaulacke	6,89	0,84	3,49	0,76	0,16	0,79	0,11	0,63	0,11	0,31	0,04	0,24	0,04	14,61
Ruster Hügelland															
WP 36	Siegendorf, Pußtabbrunnen	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03
WP 40	Rust, Gemeindebrunnen	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,44
Rosaliengebirge															
WP 41	Katzelsdorf, Marienbründl	0,22	0,02	0,10	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	1,78

4 Interpretation und Diskussion [Gritzmann/Dober]

4.1 Interpretation und Diskussion der sedimentologischen und tonmineralogischen Ergebnisse des „salzführenden Horizonts“ [Gritzmann]

In allen analysierten Tonproben sind auffällig hohe Konzentrationen an Illit zu finden. Dies trifft sowohl auf die Bohrproben des „salzführenden Horizonts“ als auch auf die des Badenium und der rezenten Sedimente des Neusiedler Sees zu. Auch schon Blohm (1974) stellte in der oberen Schlammschicht des Neusiedler Sees Illit als das am stärksten vertretene Mineral fest. Dieses stammt vermutlich, wie auch der in den Tonproben häufig vorkommende Kaolinit, aus dem Leithagebirge. In Blohms Proben des Neusiedler Seeschlammes wurde jedoch vergleichsweise kein Kaolinit festgestellt. Kaolinit wurde im Tertiär bei starker Verwitterung von Feldspäten und Gneisen gebildet und deutet somit auf Verwitterung kristallinen Untergrunds hin. So schreibt auch Kurzweil (1970), dass in Tonproben des südlichen Burgenlands Kaolinit aufgrund des kristallinen Untergrunds stärker vertreten ist als im Norden, da die Länge des Transportweges und die Abtragung von Kalken und Dolomiten zu einem geringeren Vorkommen in den nördlichen Regionen führen.

Chlorit ist in den analysierten Tonproben zwar des Öfteren vorhanden, doch überwiegt weder primärer noch sekundärer Chlorit im Vergleich zu Illit. Kurzweil berichtet 1970, dass Chlorit dann am stärksten vertreten ist, wenn der kristalline Untergrund in untermittelbarer Nähe der Entnahmestelle aufdringt. Da die in dieser Arbeit untersuchten Bodenproben nie in untermittelbarer Nähe genommen wurden, ist es auch wenig verwunderlich, dass Chlorit nur in eher geringeren Konzentrationen nachgewiesen wurde.

Des Weiteren wurden die Tonproben auf Smektiten analysiert, um einen möglichen Anteil vulkanischen Verwitterungsmaterials im „salzführenden Horizont“ nachzuweisen. Das häufigste Smektitmineral trägt den Namen *Montmorillonit* und wird unter anderem bei der Verwitterung von vulkanischer Asche und Tuffen neugebildet (vgl. Grim, 1968).

Doch da in keiner Probe, die im Bereich des „salzführenden Horizonts“ genommen wurde, Smektiten (somit auch keine Montmorillonite) in hohen Konzentrationen nachgewiesen wurden, deuten die Ergebnisse dieser Tonproben nicht auf einen Anteil vulkanischen Ursprungs hin.

Hohe Konzentrationen an Montmorillonit wurden allerdings von Blohm (1974) bei den Untersuchungen der Schlammschichten des Neusiedler Sees festgestellt: Die obere Schicht enthielt 10% Montmorillonit, 60-70% Illit und 20-30% Chlorit, wobei die „Basis-Sediment“ Schicht 40-50% Montmorillonit, 30-40% Illit und 10-20% Chlorit aufwies. Vergleichsweise zeigen die nun analysierten rezenten Sedimenten des Neusiedler Sees (Oggau Neuseesiedlung und Check-In) einen hohen Smektitanteil (vermutlich Montmorillonit), mittlere-hohe Illit Konzentrationen und geringe Mengen an Chlorit.

Bezüglich der Gesamtmineralverteilung ist zu sagen, dass besonders Kalk und Dolomit, zurückzuführen auf die Abtragung mesozoischer Kalke und Dolomite des Leithagebirges, in den Tonproben vorhanden sind. Die Proben weisen stets moderate Quarz- und Plagioklasmengen auf, sowie vereinzelt auch Kalifeldspat.

Die Texturbestimmung der Proben des „salzführenden Horizonts“ ergibt eine unregelmäßige Verteilung der Korngrößen, die von reinem Ton bis zu lehmigen Sand und lehmigen Schluff geht.

Auch Nelhiebel (1986) beschreibt in seinen Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25 000 des Seewinkels eine sehr unterschiedliche Korngrößenverteilung des „salzführenden Horizonts“, die von reinem Ton bis lehmigen Schluff oder sogar lehmigen Sand reicht. Dabei fügt Nelhiebel (1986) noch hinzu, dass Kiese meist silikatischen Ursprungs sind und, dass der Bodentyp als karbonathaltiger Solonchak- Solonetz eingeordnet werden kann.

4.2 Interpretation und Diskussion der Entstehung der Lacken

[Gritzmann]

In diesem Kapitel wird sowohl auf die beschriebenen Hypothesen (Kapitel 1.4.2), als auch auf die Vergleichsbohrungen (3.2) eingegangen.

Die Pingohypothese wird von Riedl (1965) nur zur Entstehung der Lacken im zentralen- nicht jedoch der Lacken des westlichen Seewinkel herangezogen. Obwohl der Autor darauf verweist, dass der zentrale Seewinkel hinsichtlich der Lacken dem westlichen stark ähnelt, gibt er keine Begründung an, warum diese nicht derselben Entstehung zugrunde liegen. Einerseits beschreibt Riedl (1965) die westlichen Lacken, die durch die Bildung eines Damms, der östlich vorgelagerte Seebereiche abschnitt, entstanden sind. Andererseits werden vom Autor die Lacken des zentralen Seewinkels, die durch die Bildung von Pingos

entstehen, beschrieben, die sich somit auf eine komplett unterschiedliche Entstehungstheorie bezieht.

Des Weiteren zeigt der Bericht der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (1966) eine Abfolge von 4 Bohrprofilen in (Abb. 51), die bis in eine Tiefe von ungefähr 280 m unter die Geländeoberkante reichen. Somit werden in diesen Profilen, im Vergleich zu den bisher beschriebenen Flachbohrungen, nicht nur Sedimente des Quartärs, sondern auch Schichten des Pannonium dargestellt. Eine Wechsellagerung von Sanden und Tonen, wie es auch in den zwei Meter Bohrprofilen in den Lackenbereich festgestellt wurde, geht dem Profilschnitt zufolge bis in 280 m Tiefe, in einem ähnlichen Muster weiter. Laut dieser Karte ist eine Entstehung der Lacken durch Pingos (Eislinsen), die sich nur im Quartär gebildet haben könnten, nach Riedls (1965) Beschreibung nicht möglich. Doch bleibt an dieser Stelle zu beachten, dass sich zwei der vier Bohrungen nicht mehr im Gebiet der Lacken befinden (Abb. 50) und möglicherweise andere Untergrundverhältnisse aufweisen.



Abb. 50: Lage der Bohrungen des Profilschnitts (modifiziert nach Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, 1966)

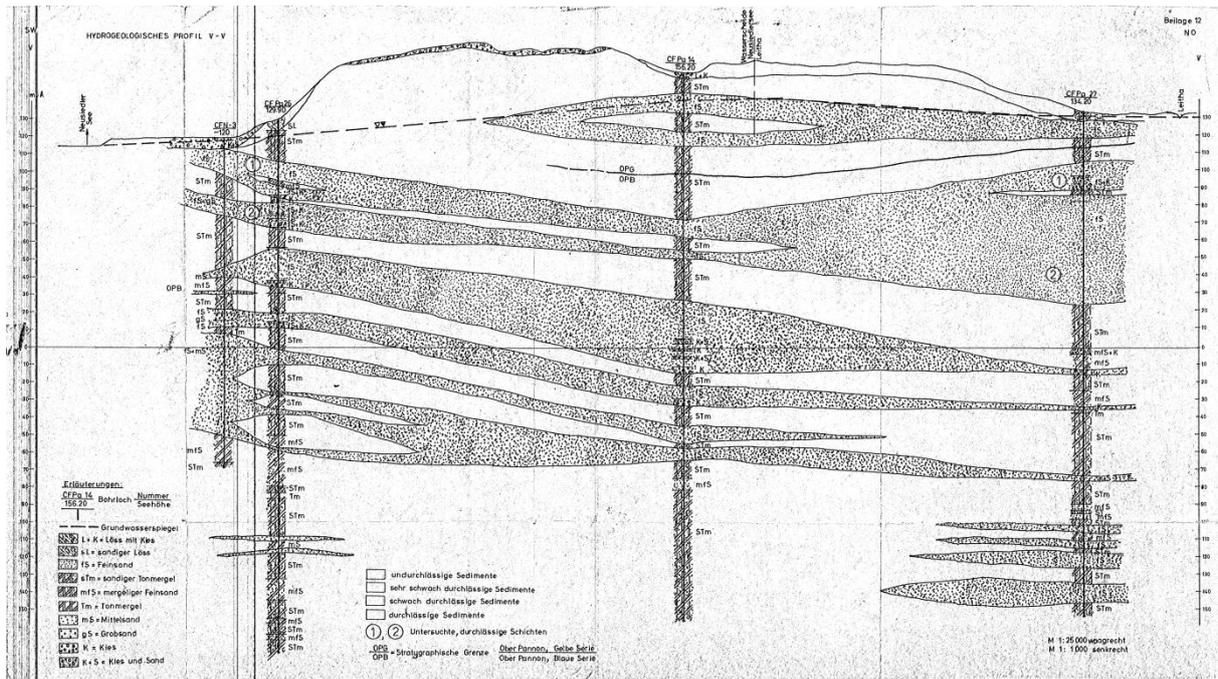


Abb. 51: Profilschnitt von vier Bohrungen im nördlichen Burgenland (Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, 1966)

Eine Entstehung der Lacken im Zusammenhang mit der Bildung des Neusiedler Sees ist ebenfalls auszuschließen, da im Würm die Paläo-Donau nur im heutigen Seewinkel und nicht in das Seebecken des Neusiedler Sees fließen konnte, da dieses zu dieser Zeit höher gelegen und somit für den Flussverlauf nicht erreichbar war. Nachdem die Donau das Gebiet des Seewinkels verlassen hatte, wurde durch tektonische Bewegungen das Seebecken eingemuldet, wodurch sich in weiterer Folge der Neusiedler See bilden konnte. (Riedl, 1965)

Ein neuer Ansatz dieser Arbeit ist eine weitere Hypothese zur Entstehung der Lacken, die sich auf die Paläo-Donau zur Zeit des Pliozäns und des Pleistozäns im Gebiet des Seewinkels bezieht.

Die dazu beschriebenen Vergleichsbohrungen von 7 verschiedenen Lacken (8 Lacken, wenn die Katschitzlacke nicht der Langen Lacke zugeordnet wird) im zentralen und westlichen Seewinkel stellen die Grundlage der Argumentation, dass Lacken durch fluviatile Ablagerungen entstanden sind, dar. Um einen besseren Überblick der Arbeit zu gewähren werden im Folgenden die Lacken vorerst einzeln und anschließend vergleichend interpretiert und diskutiert.

Interpretation Illmitzer Zicksee

Die Bohrungen des Illmitzer Zicksees zeigen, dass eine dominierende, tonreiche Fazies, die stellenweise von einer tonig-schluffigen Kornverteilung unterbrochen wird, im Südwesten des Sees vorherrscht. Unterbrochen wird diese im Bereich der Bohrung ID 243 durch eine 20 cm mächtige kiesige Sandlage in einer Tiefe von 1,0 m.

Nach außen hin zeigt der Illmitzer Zicksee, laut den Bohrungen ID 297 und ID 296 einen stets sandiger und kiesiger werdenden Aufbau. Die grauen Sande, die ID 298 und ID 297 aufweisen, bilden vermutlich einen durchgehenden Horizont zwischen den beiden Bohrungen. Ab einer Tiefe von 0,9 m wurden im Bohrprofil ID 297 erneut graue Sande aufgenommen.

Interpretation Obere Hölllacke

Die äußerst unterschiedliche Verteilung innerhalb der Korngrößen und Farben könnte möglicherweise durch unterschiedliche Ablagerungen zustande gekommen sein. Insbesondere das Profil ID 284 wechselt innerhalb von 1,7 m mehrmals zwischen schluffigen und sandigen Lagen. Ähnlich verhalten sich auch die zentral innerhalb der Lacke gelegen Profile ID 286 und ID 285, die im obersten halben Meter feinkörniges Material führen und in Sand und kiesigen Sand übergehen. Nur ID 287 liegt am Rand der Lacke und weist im gesamten Profil Sande auf. Eine vage Vermutung, basierend auf den abgebildeten Profilschnitten, wäre eine hauptsächlich grobkörnige Ablagerung in den Randbereichen.

Interpretation Kühbrunnlacke

Das feinkörnigere Material der Kühbrunnlacke scheint im Bereich der Bohrung ID 268 vergleichsweise mächtig zu sein, da im östlichen Bereich der Lacke (bei ID 267) nur noch sandige Kiese aufgenommen wurden. Bezugnehmend auf den in Abb. 29 dargestellten Profilschnitt, könnte die Lacke ursprünglich so gebildet worden sein, dass ID 268 einen zentralen Bereich widerspiegelt. Somit wäre die zunehmende grobkörnige Schicht zum Randbereich (ID 267) erklärbar.

Interpretation Oberer- und Unterer Stinkersee

Da in der Zwischenkriegszeit der Obere Stinkersee den Mittleren Stinkersee noch miteinschloss, lag das sehr feinkörnige Profil ID 259 vor ungefähr 70 Jahren noch inmitten des Seebereichs (vgl. Krachler et al., 2012).

Ausgehend davon, dass feinkörnige Sedimente den Lackenboden auch in dieser Lacke bilden, ist die schluffig-sandige Korngrößenverteilung von ID 270 ebenfalls auf eine einst größere Ausbreitung des Oberen Stinkersees zurückzuführen.

Interpretation Sechsmahdlacke

Diese beiden Profilschnitte zeigen sehr deutlich, dass diejenigen Bohrprofile, die sich innerhalb der Sechsmahdlacke befinden, eine vergleichsweise feinkörnige Struktur aufweisen. So sind die Profile TM 9, TM 6 und ID 278, bestehend aus Tonen, Schluffen und nur vereinzelt sandig beziehungsweise kiesigen Komponenten nicht mit durchgehenden Schichten in den Profilen zu zeichnen, da es keine Gemeinsamkeiten mit den Profilen ID 279 und ID 277, welche die Randbereiche der Lacke wiedergeben, gibt. Diese beiden Profile wirken zwar im Hinblick auf Korngrößen und Sortierungsgrad sehr ähnlich, doch auch diese beiden unterscheiden sich in der Farbe stark. So ist ID 277 von braunen, sandigen Kiesen und ID 279 von grau-bräunlichen, sandigen, teilweise auch schluffigen Kiesen geprägt.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass TM 9 und TM 6 den von Nelhiebel (1986) definierten *Bodentyp 26* darstellen, der sich durch den sogenannten „salzführenden Horizont“ auszeichnet.

Interpretation der Langen Lacke

Nach Abschluss der eigenen Auswertungen hat sich gezeigt, dass die Vergleichsbohrungen der Langen Lacke keinesfalls konsistent sind, was uns zeigt, dass insbesondere zwischen Rand- und Zentralbereichen der Lacken unterschiedliche Korngrößenverteilungen vorliegen.

Der Profilschnitt West-Ost der Langen Lacke basierend auf der Datengrundlage von Steiner (1994) zeigt die grobkörnigste Verteilung im westlichen, östlichen, aber auch im südlichen Randbereich. Die zentralen Bereiche der Langen Lacke sind sandig-schluffig und teilweise wurden auch sehr schlecht sortierte Schichten, bestehend aus tonigem, sandigem und kiesigem Schluff, notiert.

Das nordöstlich gelegene West-Ost Profil (Abb. 36) zeigt eine mögliche Sedimentzusammensetzung zwischen den einzelnen Profilen, die im Randbereich (LL 11) eine wesentlich grobkörnigere Zusammensetzung als die Profile LL 12 und LL 10 aufweisen. So wird mit dieser Abbildung angenommen, dass außerhalb der Lacke eine sehr grobkörnige Fazies auftritt während in den Lacken feine Seesedimente den Lackenboden darstellen. Von Steiner (1994) wurden jedoch grobkörnige Profile innerhalb der Langen Lacke wie Profil LL 11 als „geologisches Fenster“ innerhalb des „salzführenden Horizonts“ interpretiert. Wie auch schon von Belocky et al. (1998) im Arsenalbericht erwähnen, stellen die

wasserdurchlässigen Schichten ein Problem für den Wasserhaushalt der Langen Lacke bei niedrigen Grundwasserständen dar.

Der Profilschnitt der Abb. 38 verdeutlicht die Annahme sehr stark, dass die Randbereiche der Lacken wesentlich grobkörniger als die mittleren Bereiche der Lacken sind, da nur das Profil LL 7 als Randbereich betrachtet werden kann.

Einen weiteren Hinweis auf diese Vermutung bringen die in Abb. 39 dargestellten Profile, außerhalb und südwestlich, der Langen Lacke. Hierbei nimmt der grobkörnige Anteil des Profils (sandiger Kies) mit der Entfernung deutlich zu, während sich die Mächtigkeit schluffiger und sandiger Schichten mit zunehmender Nähe zur Lacke verstärkt.

Interpretation Östliche Wörtenlacke

Im Vergleich zu den anderen Lacken scheint das feinkörnige Profil EW 1, das sich am Westrand der Lacke befindet, nicht in das bisherige Bild der grobkörnigen Ränder zu passen. Da allerdings eine Verbindung zwischen den beiden Lacken herrscht, ist stark anzunehmen, dass die Lacke einst flächenmäßig in Richtung Norden ausgedehnt war.

Da sich das Profil von Nordnordwest nach Südsüdost erstreckt, fehlt die in EW 2 in den ersten 15 cm sichtbare feinsandig-schluffige Tonschicht. Es ist anzunehmen, dass diese ihre Fortsetzung südlich des Bohrpunktes findet, was jedoch aufgrund der engen Abstände im Profilschnitt nicht gut sichtbar ist. Auch eine Fortsetzung in tiefere Schichten Richtung Norden ist anzunehmen.

Die Stichprobe-Bohrung TM 11 soll zeigen, dass sich auch im nördlichen Bereich, innerhalb der Lacke, sehr feinkörnige Sedimente befinden.

Übergreifende Interpretation und Diskussion der Lacken

Besonders der Illmitzer Zicksee zeigt eine äußerst unterschiedliche Korngrößenverteilung der Sedimente innerhalb der obersten 2 m. So stellen die Randbereiche Sande und Kiese dar, während die Vergleichsbohrungen innerhalb der Lacken eine schluffig-tonige Kornzusammensetzung aufweisen. Die Kühbrunnlacke weist ein ähnliches Bild auf, da diese zwar im östlichen Randbereiche sandige Kiese innerhalb des obersten Meters aufweist, doch Richtung Westen, einschließlich des Randbereichs, kiesigen Schluff zeigt. Auch die Profile

vom Oberen- und Unteren Stinkersee ergaben ein ähnliches Bild, das feinkörnige Sedimente unterhalb der Lacken vermuten lässt und die Randbereiche grobkörniges Material darstellen.

Wesentlich deutlicher wird dies noch bei den beiden Profilschnitten innerhalb der Langen Lacke, da in diesem Fall kein Rückgang der Lacken, der die Ergebnisse beeinflusst, anzunehmen beziehungsweise zu beachten ist.

Die in den Profilschnitten von Langer Lange und Wörtenlacke dargestellten Abfolgen der Vergleichsbohrungen ergaben alle eine sehr ähnliches Bild: feinkörnig in der Mitte der Lacke, grobkörnig am Rande der Lacke.

Um den Rand der Langen Lacke näher beschreiben zu können dienten Bohrprofile (max. 14 m) des Arsenalberichts, die den südwestlichen Bereich näher charakterisieren: Diese Profile zeigen deutlich, dass der grobkörnige Bereich mit der Entfernung von der Lacke zunimmt (vgl. Belocky, et al. 1998).

Eine mögliche Erklärung für diese sehr inkonsistente Korngrößenverteilung innerhalb weniger Meter in den einzelnen Lacken wäre, dass ehemalige Flusskanäle im Bereich der heutigen Lacke flossen. Somit könnte das feinkörnige Material der Lacken durch Gleithänge verursacht worden sein. Das grobkörnige Material der Randbereiche der Lacken könnte durch ehemalige Prallhänge erklärt werden.

Für diese Annahme spricht auch, dass sich zwischen den Lacken meist enorme Ablagerungen von reinem Schotter befinden, der an den Rändern der Lacke nie in dieser Form angetroffen wurde. Diese sogenannten Seewinkel-Schotter reichen beinahe bis zum Neusiedler See und nehmen Richtung Osten deutlich an Mächtigkeit zu. Dort erreichen diese eine Mächtigkeit von mehr als 20 Meter (vgl. Häusler, 2007, S. 68, Kohlmayer, 2009, S. 8). Die aus wechselnden Lagen fluviatiler Sedimente bestehende Seewinkelschotter schwanken in der Durchlässigkeit aufgrund unterschiedlicher Kiesgröße stark. Die Dämme, die aus Seewinkelschottern aufgebaut werden, könnten zwischen den einzelnen Lacken bereits im Pannonium in dieser Form existiert haben.

Es bleibt ungeklärt, ob die Hohlformbildung der Lacken im Zusammenhang mit dem „salzführenden Horizont“ steht. Zwar reichern hoch konzentrierte Grundwässer die Böden an Salzen an (Krachler et al., 2012), doch, ob dies für enorm salzhaltige Böden, die Nelhiebel (1986) analysierte und beschrieb ausreichend ist, bleibt offen. Die im Kapitel (3.2) beschriebenen Bohrprofile konnten trotz deren Lage innerhalb der Lacken nur vereinzelt dem „salzführenden Horizont“ zugeordnet werden. Ein durchgehender Horizont ist demnach sehr unwahrscheinlich. Ungeklärt bleibt dennoch, woher die außerordentlich hohen Salzkonzentrationen in den Böden kommen.

4.3 Interpretation der Flusssystemzuordnung der Paläo-Donau

[Gritzmann]

Die beschriebenen Profile weisen sowohl vertikal als auch lateral rasche Fazieswechsel auf. Dies könnte durch einen Flussverlauf der Paläo-Donau im Seewinkel verursacht worden sein. Im Folgenden wird diskutiert, welches Flusssystem der Paläo-Donau zugeordnet werden könnte.

Ein „Braided-River“ System der Paläo-Donau ist aufgrund der beschriebenen im Seewinkel aufgenommen Bohrprofile und der für einen verwilderten Fluss zu flachen Reliefbegebenheiten unwahrscheinlich. Jedoch ist an dieser Stelle anzumerken, dass auch in wenig geneigten Reliefs „Braided-River“ Flusssysteme angetroffen werden und somit ein kompletter Ausschluss eines solchen Flusssystems der Paläo-Donau nicht möglich ist. Allerdings kann eine einzige Überflutung den Flussverlauf völlig ändert.

Ein weiteres Flusssystem stellt der anastomosierende Fluss dar. Um dieses näher zu beschreiben, wurde eine Darstellung nach Miall (1996) ausgewählt. Bei genauerer Betrachtung der Abb. 52, die einen schematischen Überblick eines anastomosierenden Flusses zeigt, wird ersichtlich, dass in dieser Darstellung kleine Lacken (Flutflächen), resultierend aus Überflutungen der Flusskanäle, abgebildet sind. Dies stimmt, wie auch die unregelmäßige Verteilung der einzelnen Kanäle, sehr gut mit der Lackenverteilung im Seewinkel überein.

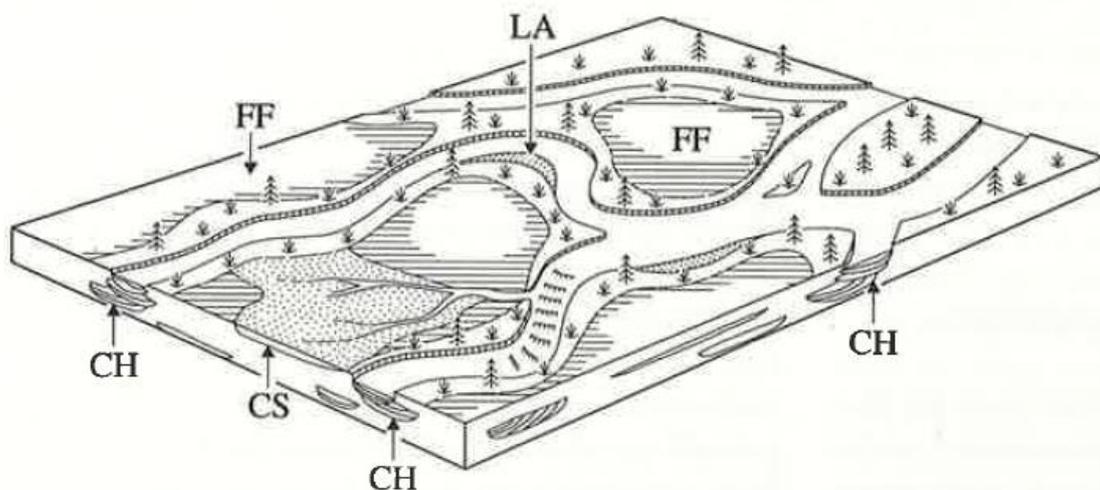


Abb. 52.: Model eines anastomosierenden Flusses. FF=Flutflächensedimente, LA=Lateral anlagernde Makroform (Gleithang), CH=Rinnensand, CS=Durchbruchfächer (Miall, 1996)

Das linke Bohrprofil in Abb. 53 stellt ein Profil eines anastomosierenden Flusses dar (Miall, 1966). Dieses weist überproportional schlammige, feinkörnige Sedimente auf. Zwischen diesen feinkörnigen Sedimenten befinden sich kiesige Sande, die beispielsweise auf Durchbruchfächer oder generell auf Rinnenfüllungen zurückzuführen sind.

Ein weiteres Flusssystem wird mit dem Begriff „mäandrierender Fluss“ definiert. Mäandrierende Flüsse sind meist in sehr flachem Relief zu finden. Außerdem sind die Lacken über den gesamten Raum des Seewinkels verteilt, was eine großflächige Abdeckung durch ein mäandrierendes Flusssystem (und somit auch den Flusstyp „straight-river“) in diesem Gebiet unwahrscheinlich macht. Allerdings sind in Satellitenbildern des heutigen Seewinkels lokal Mäander erkennbar, was einen Ausschluss einer ehemals mäandrierenden Paläo-Donau nicht zulässt. Um diese Differenzen klären zu können sind in Abb. 53 zwei verschiedene Profile mäandrierender Flüsse dargestellt. Eines der Profile ist sandig mäandrierend, das andere sandig-kiesig mäandrierend. Verglichen mit dem Typusprofil des anastomosierenden Flusses enthält das sandig mäandrierende Profil bereits wesentlich weniger Anteil an feinkörnigem Material. Der Großteil dieses Profils wird von sandigen, teilweise leicht kiesigen Fazies dominiert. Ähnlich verhält sich auch das Profil, das sandig-kiesig mäandrierende Bereiche darstellt. Wie der Name schon verrät zeichnen sich in diesem Profil jedoch hauptsächlich Sande und Kiese ab und ein tonig-schluffige Anteil ist nahezu vernachlässigbar.

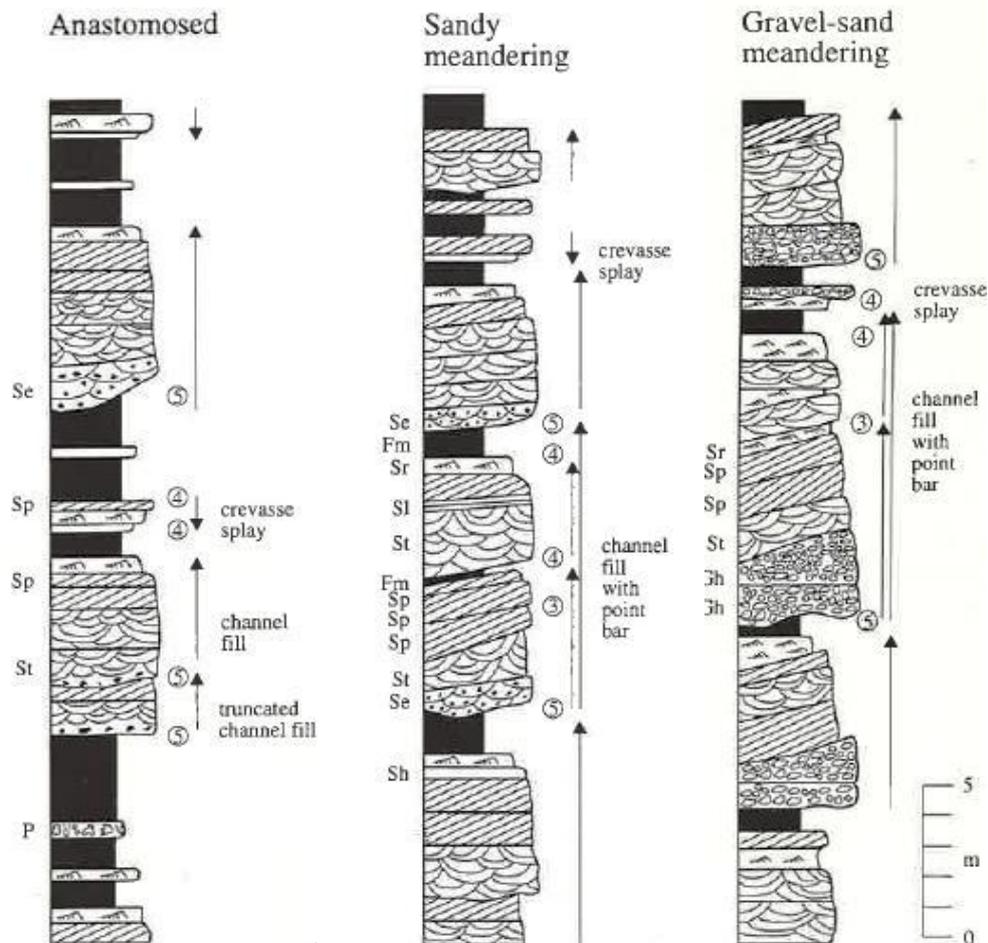


Abb. 53: vertikale Profile anastomosierender und mäandrierender Flüsse (modifiziert nach Miall, 1996).

Auch wenn die in dieser Arbeit herangezogen Profile keine Sedimentprofile nach Norm darstellen, sondern sich rein auf die Korngrößen beschränken, wird anhand von den in Abb. 53 dargestellten Profilen im Folgenden versucht, die Lacken einer dieser Profile zuzuordnen.

So ergibt sich aufgrund der hauptsächlich feinkörnigen Fazies des Illmitzer Zicksees für diesen das anastomosierende Flusssystem. Auch die Stinkerseen und die Sechsmahlacke könnten sich durch eine anastomosierende Paläo-Donau gebildet haben. Die Höllacke und die Östliche Wörtenlacke hingegen sind aufgrund der teilweise hauptsächlich sandigen Korngrößen dem sandigen mäandrierenden Flusssystem zuzuordnen. Dies gilt auch für die Lange Lacke, wobei bei dieser eine Zuordnung aufgrund der sehr unterschiedlichen Bohrprofile kaum möglich ist. Dem sandig-kiesig mäandrierenden Typusprofil lässt sich die Kühbrunnlacke zuordnen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich eine klare Unterteilung zwischen einer mäandrierenden und anastomosierenden Paläo-Donau nicht fixieren lässt. Eine mögliche Erklärung sind distale mäandrierende und lakustrine tonreiche Verhältnisse, die zeitgleich vorherrschten und zur Bildung der heutigen Lackenlandschaft im Seewinkel führten.

4.4 Interpretation und Diskussion der geochemischen Ergebnisse

[Dober]

In diesem Kapitel soll unter anderem die Frage geklärt werden, ob es an den Bruchsysteme, wie den Mönchhofer Bruch und Neusiedler Bruch, um nur 2 zu nennen, im nördlichen Burgenland die Möglichkeit besteht, dass es zu Interaktionsprozessen an diesen Störungen zwischen verschiedenen Grundwasserhorizonten kommt.

Wenn es zu einer Vermischung von Wässern unterschiedlicher Zusammensetzung kommt, ändert sich infolgedessen der Hydrochemismus. Dieser Mischungsprozess kann dazu führen, dass es zu Ausfällungen und Auflösungen kommt, was wiederum die Lokalisierung der ursprünglichen Herkunft der Wässer erheblich erschwert.

Mit Hilfe der Hydrochemie sollen sich die Theorien, ob die Anreicherung an bestimmten Elementen am Weg in höhere Aquifere durch Migration entlang von Störungzonen stattfindet oder, ob hochmineralisierte, saline Wässer aus tieferen Aquiferen entlang von Störungen in höhere Aquifere aufsteigen (Tauber, 1965) klären lassen. Auch die Annahme, dass niedrig mineralisiertes Wasser sich im Laufe der Zeit durch lange Verweildauer im Kontakt mit salzreichen Böden anreichert, wird mit Hilfe des chemischen Charakters bestimmt.

Zur Vereinfachung wird das Untersuchungsgebiet in 2 Teile unterteilt. Der erste Teil umfasst das Gebiet westlich des Neusiedler Sees einschließlich des Leithagebirges, des Ruster Hügellandes und des Rosaliengebirges. Das 2. Teilgebiet beschreibt das Ostufer des Neusiedler Sees, wobei das Hauptaugenmerk auf das Gebiet des Seewinkels gelegt wird.

4.4.1 Der Westen des Neusiedler Sees

Wie auch schon im Kapitel Fragestellung (1.2) erwähnt, wurden die Proben in großem räumlichen Abstand genommen um somit einen besseren Überblick zu bekommen. Es besteht aus dem im Norden gelegenen Leithagebirge und dem Teil rund um den Hauptvorfluter Wulka. Das zuletzt genannte Gebiet wird geologisch auch als Eisenstädter Becken bezeichnet. Besonders zu beachten ist, dass in diesem Gebiet die vadosen Wässer eine große Rolle spielen und die Grundwasserkörper des Sarmatium als auch des Badenium beeinflussen. (Wurm, 2000)

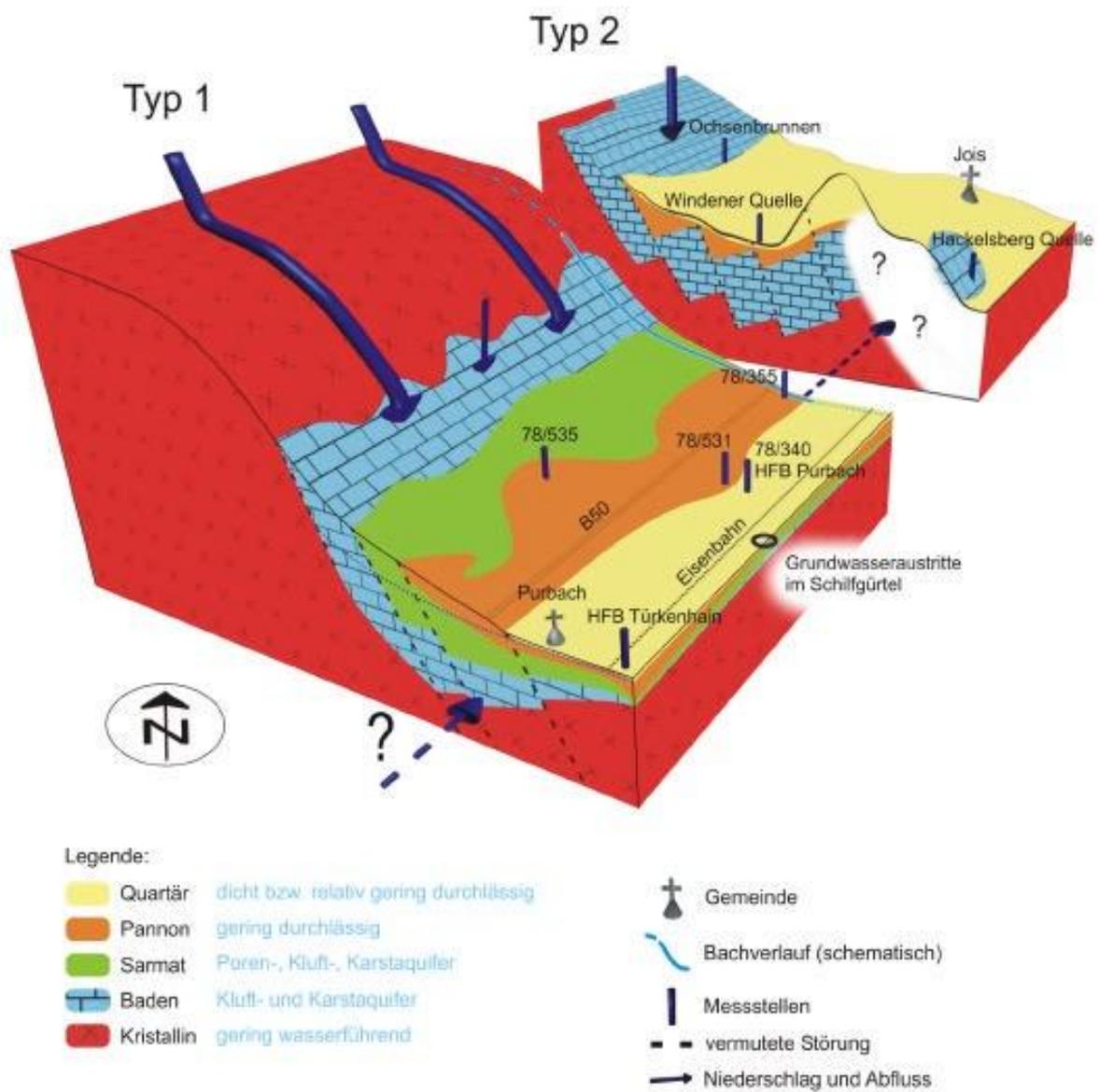
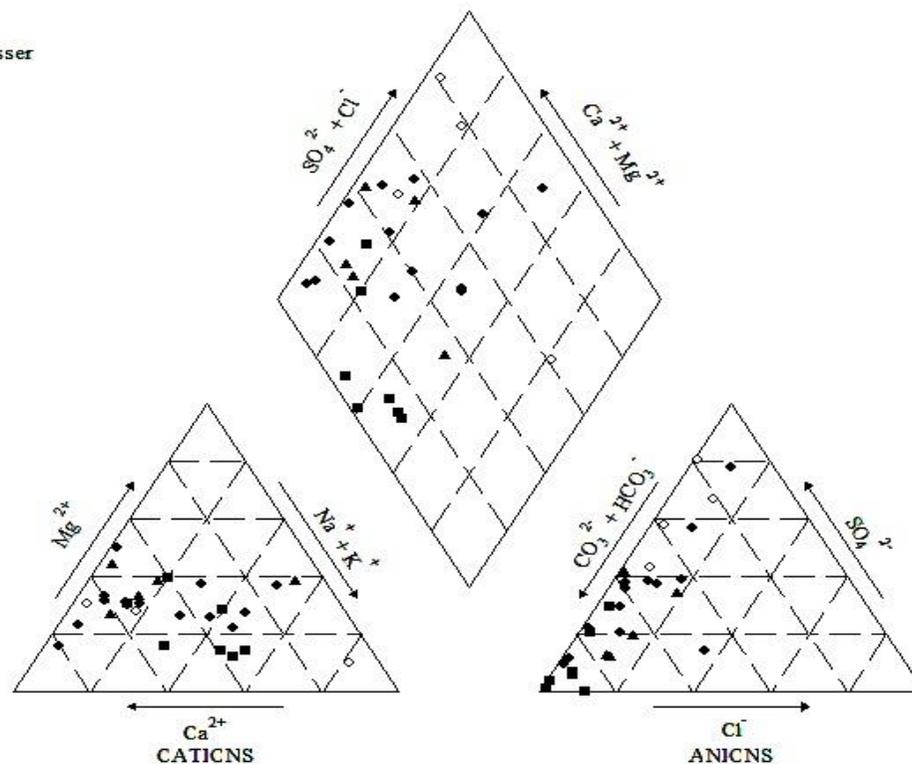


Abb. 54: Hydrogeologischer Profilschnitt vom Leithagebirge (Kopečný & Heischmann, 2006)

Wassertypen des westlichen Teilgebiets

EXPLANATION

- ◆ oberflächennahe Wasser
- ◇ thermal Wasser
- artesische Wässer
- ▲ Oberflächenwässer



Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung	Sample ID	Name/Beschreibung
WP1	Walbersdorf, Marzerbach	WP7	Jois, Ochsenbrunnen	WP20	Joiser Hafen, Seejungfrau (Seewasser)	WP31	Siegendorf, Nodbach, GZO Ost Büro Krobath
WP2	Bad Sauerbrunn, Genussquelle (Arteser)	WP8	Neusiedel, Arteser, Klosterschule	WP21	Purbach, Purkina	WP32	Kobersdorf, Arteser, Gemeindequelle
WP3	Zillingtal, Zillingtalerbach	WP9	Neusiedel Arteser, Bezirkshauptmannschaft	WP22	Schützen, Fam. Prieler	WP33	Schütze, Grundwasser, Quellengasse 27
WP4.1	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Hausseite	WP16	Bad Sauerbrunn, Thermalwasser	WP23	Prubach, Fischergasse 7	WP34	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Keller)
WP4.2	Leithaprodersdorf, Therme, Auslass Bachseite	WP17	Piringsdorf, Arteser	WP27	Purbach, Gemeindegaschacht (vorm pumpen)	WP35	Schützen, Grundwasser, Quelleng. 41
WP5	Schützen, Wulka	WP18-1	Deutschkreuz, Arteser, Rudolfsquelle	WP28	Mannersdorf, Therme	WP36	Siegendorf, Pußtabrunnen
WP6	Schützen, Johannesquelle	WP18-2	Deutschkreuz, Juvina 2	WP30	Sommerein, Drei Bründl	WP37	Steinbrunn, BORS, unt. Hauptstr. 39 (Garten)
						WP41	Katzelsdorf, Marienbründl

Abb. 55: Wassertypen westlich des Neusiedler Sees

Abb. 55 zeigt die verschiedenen Wassertypen westlich des Neusiedler Sees. Man sieht, dass sich die Oberflächenwässer zum größten Teil mit den oberflächennahen Wässern decken. Zwei artesische Wässer werden ebenfalls diesem Typus zugeordnet, wobei es sich aber mit hoher Wahrscheinlichkeit um Mischwässer handelt. Einige Wasserproben, die oberflächennahe genommen wurden, sind aufgrund ihrer hohen Zahl an gelösten Stoffen bereits als Mineralwässer zu bezeichnen (z.B. WP 21-Purbach/Purgina, WP33-Schützen/Quellengasse, WP 24 Xixsee/Grundwasser, WP25 Arbesthaulacke/Grundwasser).

Tauber (1961) beschreibt den Aufbau der mineralischen Grundwässer so, dass es im Querschnitt gesehen ein sulfatisches Grundwasserstockwerk gibt das von einem chloridischen Stockwerk unterlagert wird. Die unscharfe Grenze dieser beiden Stockwerke findet sich westlich des Neusiedler Sees in einer Tiefe von ca. 140 m.

Da die thermalen Wässer alle einen erhöhten Sulfatgehalt haben, wird vermutet, dass diese aus vorhin genannten oberen sulfatischem Stockwerk kommen. Die Wasserprobe 16 aus Bad Sauerbrunn (Thermalwasser) und die aus der mittelpannonischen Einheit entnommenen Proben weisen einen sehr hohen Na-Gehalt auf. Ein Grund dafür kann sein, dass dieses Wasser aus der marinen bis halbbrackischen Formation stammt. Diese sollte sich von den limnischen deutlich abheben, wobei keine straffe Grenze zwischen den Formationen erwartet werden darf, da zwei andere Aquifere an diesen anschließen. Dadurch können Elemente „verschleppt“ werden und eventuell in den Aquiferen des Quartärs oder Pont nachgewiesen werden. Ein Hinweis darauf wäre, dass die artesische Quelle aus Bad Sauerbrunn (WP 2) nur ein Zehntel des Natriumgehalts der Probe WP16 (Bad Sauerbrunn/Thermalwasser) hat.

Die artesischen Wässer zeigen ansonsten geschlossen einen sehr hohen Hydrogenkarbonat-Gehalt. Die überwiegend hydrogenkarbonatischen Wässer mit hohem Alkaligehalt der Gemeinde Oberpullendorf (WP 17, WP 32) decken sich grundsätzlich in ihrer Mengung der Hauptbestandteile. Die beiden Quellen von Juvina (WP 18.1 WP 18.2) gehören mit großer Wahrscheinlichkeit demselben Grundwasserstockwerk an, da ihre chemische Mixtur (Ca-Mg-Na-K-Verhältnis) und die physikalischen Invarianten wie pH-Wert, Leitfähigkeit und Temperatur sich gut decken.

Das Na-Mg-SO₄ Mineralwasser aus Purbach/Purgina (WP 21) hat mit Abstand die höchste Sulfat-, Magnesium- und Natriumkonzentration und wird häufig auch als Bitterwasser bezeichnet. Die Analyse der Probe WP 21 zeigt die höchsten Konzentrationen auf, diese Vorkommen sind jedoch lokal sehr begrenzt. Nur wenige Meter weiter, in der Fischergasse 7 (WP23), wurde ein Brunnen beprobt, der sich in der gleichen Tiefe wie der Brunnenschacht Purbach befindet. Dieser ist, wie auch die restlichen neogenen Grundwässer, in diesem

Gebiete einem Ca-Na-HCO₃-Typ zuzuordnen und weist eine wesentlich geringere Ionenkonzentration als jene aus dem Gemeindegewicht in Purbach (WP 21) auf.

Hierbei dürfte es sich um Ionenaustauschwässer handeln, da das Verhältnis der Äquivalentkonzentrationen $(Ca^{2+} + Mg^{2+})/HCO_3^-$ weniger als 1 ist. Die (Abb. 54) zeigt, dass Niederschlagswasser versickert und schichtparallel transportiert wird. Tauber (1955) behauptet, dass es sich hierbei um sekundäre Wässer des oberen sulfatischen Stockwerks handelt, die entlang der Nordost–Südwest verlaufenden Bruchzonen entlang des Leithagebirges aufsteigen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die oberflächennahen, quartären Grundwässer nicht aus dem Untergrund gespeist werden. Viel eher handelt es sich hierbei um Niederschlagswasser welches sich an den quartären Schotter anreichert. Auch Wurm (2000) kam zu diesem Ergebnis indem sie die Natrium/Chlorid- und Chlorid/Sulfat-Verhältnisse der Wässer entlang der Bruchzonen miteinander verglich.

Die erhöhten Arsenkonzentrationen der Wasserproben 30 (Marienbründl) und der Probe 4.1 (Therme Leithaprodersdorf) sind ein Hinweis auf ein Rechargegebiet aus dem Kristallin des Leithagebirge. Auch die Gesteins-Eluate GP 3 (Kalk aus dem Mitteltrias), GP 5 (Leithakalk aus Donnerskirchen) und GP 6 (Schiefer aus Kaisereich) welche für Vergleichszwecke hergestellt wurden, zeigen einen erhöhten Arsengehalt und bestätigen die Annahme, dass diese Wässer aus dem Kristallin des Leithagebirges stammen. Der Arsengehalt der Wasserprobe 41 (Marienbründl) ist ebenfalls leicht erhöht, daraus kann man schließen, dass dieses Wasser dem Kristallin des Rosaliengebirge zuzuordnen ist. Dass die Ton bzw. Gesteins-Eluate aus diesem Gebiet (GP2, TM4, TM5-1) kaum bzw. nur wenig Arsen enthalten, liegt daran dass die Proben nicht aus dem kristallinen Untergrund sondern aus oberflächennahen Schichten stammen.

4.4.2 Der Osten des Neusiedler Sees

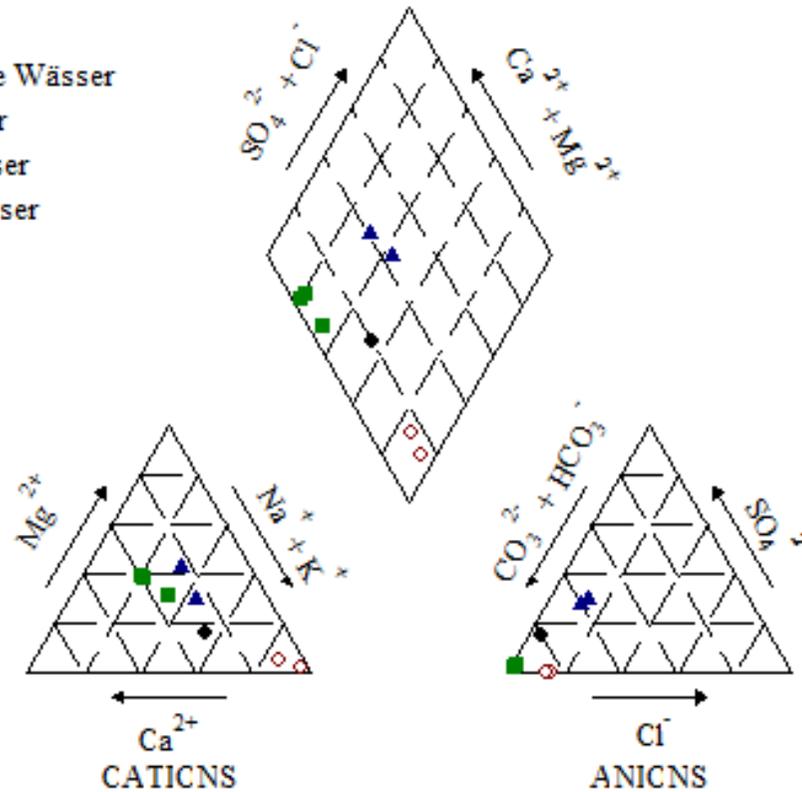
Hierbei handelt es sich vor allem um das Gebiet Seewinkel, welches südlich der Parndorfer Platte liegt und aus jungpleistozänen, dem Würm angehörigen Seewinkelschottern, aufgebaut wird. Die Mächtigkeit dieser Donauschotter schwankt sehr schwankt und nimmt in Richtung Ungarn zu.

Die hydrochemischen Ergebnisse werden verwendet, um Aussagen über die Wechselwirkungsprozesse im Untergrund zu treffen. Dabei wird darauf geachtet, ob das Grundwasser unter Oberflächeneinfluss steht und, ob die chemischen Inhaltsstoffe Rückschlüsse auf Tiefengrundwässer oder Mischwässer zulassen. Außerdem sollen die Ergebnisse helfen herauszufinden, ob und in welchem Ausmaß Salzanreicherungen im Boden vorkommen.

Wassertypen des östlichen Teilgebiets

EXPLANATION

- ◆ oberflächennahe Wässer
- ◇ thermale Wässer
- artesische Wässer
- ▲ Oberflächenwässer



Sample ID	Name/Beschreibung
WP10	Sandegg, Arteser
WP11	Neudegg, Weidenarteser
WP12	Apetlon, Arteser, Jagdhütte
WP13	Illmitz, Bartholomäusquelle
WP14	St. Andrä, Zicksee
WP19	Frauenkirchen, Therme (St.Martin)
WP24	Apetlon, Grundwasser, zentraler Xixsee
WP26	Apetlon, Arbesthaulacke

Abb. 56: Wassertypen des östlich des Neusiedler Sees (Seewinkel)

Obwohl diese artesisch gespannten Tiefengrundwässer WP 10, WP 11 und WP 12 eine durchschnittlich um 1,5°C höhere Wassertemperatur als die Wässer im westlichen Gebiet aufweisen und, geographisch gesehen, in einem völlig anderem Gebiet an die Erdoberfläche treten, haben sie dennoch große Ähnlichkeiten in Bezug auf die in Abb. 56 gezeigten Hauptionen.

Dieser Ca-Mg-HCO₃-Typ hat einen erhöhten Anteil an Na-Ionen. Da das Verhältnis der Äquivalentkonzentrationen von (Kalzium + Magnesium)/(Hydrogenkarbonat) kleiner 1 ist, kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass es sich hier um Wässer tertiärer Genese handelt. Dies sind Wässer die durch hydrochemische Prozesse (Ionenaustausch) verändert wurden. Aber auch bakterielle Vorgänge wie Sulfatreduktion können eine tertiäre Genese hervorrufen.

Diese sogenannten Ionenaustauschwässer sind typisch für die Übergangszone zwischen 2 unterschiedlichen Grundwasserkörpern und kommen wie folgt zustande. Durch die in hoher Anzahl gelösten Na- und Cl-Ionen der tieferen Stockwerke kommt es zu einem Konzentrationsunterschied mit den darüber liegenden niedrig konzentrierten Wässern. Normalerweise wird dieser Konzentrationsunterschied durch Diffusion ausgeglichen. Die tonigen Schichten adsorbieren jedoch die Na-Ionen an ihrer großen Oberfläche und geben sie im Austausch durch Ca-Ionen an das oberflächennähere (in diesem Fall „artesisch“) Wasser ab. Der Grund, warum der Chloridwert in diesen Proben nicht erhöht ist, kann damit erklärt werden, dass diese Tonschicht als Barriere wirkt. Somit kann man davon ausgehen, dass es sich bei den Wasserproben WP 10, WP 11 und WP 12 um Wasser des sulfidischen Stockwerkes handelt die durch Desulfurierungsprozesse verändert wurden. Wobei die Ergebnisse nur wenig Aufschluss über die Herkunft dieser Wässer gibt.

Die alkalischen Wässer der Bartholomäusquelle und der Therme Frauenkirchen sind überwiegend hydrogencarbonatisch mit einer hohen Konzentration an Na-Ionen. Hier lässt sich jedoch im Vergleich zu den Proben aus dem Seewinkel (WP 10, 11 und 12) ein höherer Chlorid-Gehalt messen. Das Natrium reichert sich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht oberflächennahe an einem Horizont mit hohen Salzkonzentrationen an, da sich diese Quellen in einer zu großen Tiefe befinden und die Konzentration mit abnehmender Tiefe, durch Adsorption, ebenfalls abnimmt.

Sehr auffallend ist jedoch, dass die 860 m tiefe Bohrung von der Therme Frauenkirchen (WP 19) in St. Martin eine geringere Chloridkonzentration (122,5 mg/l) aufweist als der Arteser von Illmitz (Bartholomäusquelle WP13) aus einer Tiefe von 200 m mit einer Konzentration von 260,8 mg/l. Eine Erklärung dafür wäre, dass sich das Wasser des tieferen chloridischen Stockwerkes mit dem darüber liegenden sulfatischen durch Interaktionsprozesse mischt.

Tauber (1959) beschrieb in dieser Gegend eine Synklinale, welche wiederum auf tektonische Ereignisse schließen lässt, wodurch es im Untergrund zu Veränderungen der Grundwasserströme gekommen sein könnte. Natürlich darf man auch nicht ausschließen, dass es sich hierbei einfach um 2 unterschiedliche Wassertypen handelt. Abgesehen davon ob sich diese Wässer nun mischen oder nicht lassen die Ergebnisse vermuten, dass es sich hierbei um primäre Mineralwässer handelt. Aber es sei noch zu erwähnen, dass die Batholomäusquelle von Illmitz einen dreimal so hohen Hydrogenkarbonatanteil verglichen mit dem Wasser der Therme Frauenkirchen hat.

Der Ca-Mg-SO₄-HCO₃- beziehungsweise Mg-Ca-SO₄-HCO₃-Typ beschreibt die Oberflächenwässer aus dem Seewinkel. Auch in diesen Wässern findet man einen erhöhten Natriumwert. Das Sulfat in diesen Wässern könnte entweder aus Gips ausgelaugt worden sein, welcher in Tonsteinen zu finden ist oder durch pyritoxidierende Bakterien entstehen. Natürlich muss auch der Niederschlag berücksichtigt werden, welcher durch „sauren Regen“ Schwefelsäure anreichern könnte.

Die oberflächennahe Grundwasserprobe aus dem zentralen Zicksee lässt sich nur schwer interpretieren, da sie die einzige ihrer Art ist. Auf den ersten Blick erscheint es so als ob es sich hierbei um eine Mischung des Oberflächenwassers mit dem sulfatischen Wasser handelt.

Die hohen Arsenkonzentrationen in Sandeck (WP10) und Apetlon (WP 24 und WP 26) sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf Verdunstungseffekte zurückzuführen, denn der Urangehalt ist in diesen Proben ebenfalls erhöht und hebt sich von den restlichen analysierten Proben ab. Auch Schroll (1965) erklärt, dass im gesamten Seewinkel kein Wasser mit NaCl-Chemismus auftritt. Er beschreibt einen Vorgang wobei die hohen Konzentrationen von Lackenwässern durch Verdunstung von Wulkawasser zustande kommen. Dieser Mechanismus kann auch dafür verantwortlich sein, dass die Grundwässer unter den Lacken angereichert werden. Um genauere Aussagen treffen zu können, wäre es von Vorteil, gezielt mehrere Proben aus verschiedenen Tiefen in diesem Gebiet zu analysieren.

Die Ton-Eluate aus dem Bereich des Seewinkels (TM6-2, TM9-2, TM15-11, TM21-1, TM22-1) zeigen geschlossen hohe Konzentrationen an Natrium, Chlorid, Sulfat und Arsen. Diese Ergebnisse bestätigen die Annahme von Schroll (1965), dass es durch Verdunstungsprozesse zu Anreicherungen in den Lacken und oberflächennahen Grundwässern kommt.

5 Conclusio und Ausblick [Gritzmann/Dober]

5.1 Conclusio und Ausblick Teil 1 [Gritzmann]

Mit dieser Arbeit wird nun erstmals die Hypothese einer fluviatilen Entstehung der Lacken des Seewinkels präsentiert. Diese neue Hypothese bezieht sich auf Kanäle der Paläo-Donau, die im Pliozän und Pleistozän durch den Seewinkel flossen. Dabei könnten sich an den Gleithängen feinkörnige und an den Prallhängen der Paläo-Donau grobkörnige Sedimente abgelagert haben. Dies würde die sehr unterschiedliche Korngrößenverteilung zwischen Lackenrand und zentralem Lackenbereich erklären.

Konträrer Meinung ist Riedl (1965), welcher davon ausgeht, dass die Lacken des zentralen Seewinkels durch Pingos gebildet worden sind. Riedl beschreibt zwar eine „Abschnürung“ der westlichen Lacken des Seewinkels durch einen Staudamm im Osten des Neusiedler Sees, jedoch gibt er keine Begründung an, warum den Lacken des westlichen und zentralen Seewinkels unterschiedliche Entstehungshypothesen zugeordnet werden.

Weißl (2013) wiederum schreibt von einer Lackenentstehung durch Thermokarst. Erwähnenswert an dieser Stelle ist, dass in den obersten 1,0-1,5 m, also in den obersten Sedimenten der Lacken, Torfreste gefunden wurden. Denn da sowohl für die Pingohypothese, als auch für die Thermokarsthypothese Permafrost vorausgesetzt wird, spricht ein Torffund in dieser Tiefe nicht für diese beiden Hypothesen. Eine Datierung dieser Torfreste könnte zur Klärung der Entstehungsgeschichte herangezogen werden.

Für zukünftige Arbeiten wäre es sinnvoll mehrere Profile innerhalb einer Lacke zu nehmen um ein vollständigeres und repräsentativeres Bild der Untergrundverhältnisse zu bekommen. Des Weiteren soll in Betracht gezogen werden, dass jede Schicht dieser Profile mittels Kornsummenkurven darzustellen ist. Ebenso sollte die Tonmineralogie und der Salzgehalt der einzelnen Schichten analysiert werden. Dies würde wesentlich detailliertere Ergebnisse für kleinere Bereiche ergeben. Mit dieser Arbeit konnte zwar eine ausführliche Beschreibung des „salzführenden Horizonts“ geliefert werden, jedoch bleibt die Herkunft dieser wahrscheinlich nur noch einzeln vorkommenden Salzlagen nicht vollständig geklärt.

Darüber hinaus wäre zur übersichtlicheren Darstellung für zukünftige Arbeiten ein 3D Modell der einzelnen Lacken anzudenken.

Über die Vergleichsbohrungen hinaus, ist auch eine intensivere Auseinandersetzung mit der Paläo-Donau gefragt. In dieser Arbeit wurde die Paläo-Donau einem anastomosierenden-

mäandrierenden Flusssystem zugeordnet. Doch ist einerseits aufgrund Satellitenbilder, welche Mäander aufweisen, eine ehemals mäandrierende Paläo-Donau nicht auszuschließen. Andererseits wurde eine starke Ähnlichkeit der Korngrößenverteilung des Typusprofils eines anastomosierenden Flusses und den in dieser Arbeit beschriebenen Profilen der Flachbohrungen festgestellt.

Abschließend möchte ich noch erwähnen, dass ich die Entstehungstheorie von Scherf (1935) gutheiße, die besagt, dass es im jüngeren Pleistozän regional tonige-sandige Ablagerungen der Paläo-Donau gegeben hat, die einen Leithorizont bilden. In einem Relief dieses Leithorizontes wurden durch Verdunstung salzreiche fluviatile Sedimente abgelagert, die man als salzführenden Horizont bezeichnen kann. Dieser salzführende Horizont ist durch nachträgliche fluviatile Ablagerungen lokal auch wieder erodiert worden.

Doch es handelt sich hierbei um ein sehr komplexes, umfangreiches und nicht einfach darstellbares Forschungsfeld, in dem viele Faktoren zusammenspielen, welches auch in Zukunft noch viel Spielraum für weitere Überlegungen offen hält.

5.2 Conclusio und Ausblick Teil 2 [Dober]

Tauber (1965) beschreibt, ebenso wie Wurm (2000), dass hochmineralisierte Wässer entlang von Störungen aus tieferen Aquiferen aufsteigen (Aszendenz Theorie).

Eine andere Annahme ist, dass sich niedrig mineralisierte Wässer im Laufe der Zeit, durch lange Verweildauer, im Kontakt mit salzreichen Böden anreichern.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Aszendenz Theorie nicht auf hochmineralisierten Wässer des gesamten nördlichen Burgenlandes angewendet werden kann. Denn Unterschiede in den Ionenverhältnissen, Leitfähigkeiten und Vergleiche mit den Temperaturen der Mischwässer und der unbeeinflussten Grundwässer im Seewinkelgebiet weisen darauf hin, dass die von Nelhobel (1986) beschriebene Bodenform 26 durch infiltrierendes Regenwasser den Chemismus verändert.

Um zu prüfen, ob die Grundwässer im Austausch mit den salzreichen Lacken stehen wurden bereits weitere Proben genommen, welche aber noch nicht vollständig im Labor analysiert wurden. Die elektrischen Leitfähigkeiten waren jedoch sehr auffällig und zeigten punktuell Werte über 60 mS/cm. Wohlmöglich kommt es durch Verdunstung zur Konzentrierung und Ausfällung von Salzen, welche durch Niederschlag wieder gelöst werden und in die räumlich

begrenzten Grundwasserlinsen sickern. Die Ergebnisse der Ton- und Gesteins-Eluat Analysen im Bereich des Seewinkels, weisen ebenfalls darauf hin, dass es in diesem Gebiet durch Verdunstungsprozesse zu Anreicherung und Konzentration von Elementen und Salzen kommt.

Wegen der fehlenden Daten konnte diese Annahme noch nicht weiter verfolgt werden, denn dazu wäre es notwendig, in zukünftigen Arbeiten, Isotopenbestimmungen durchzuführen, um einen Oberflächeneinfluss der Grundwässer feststellen zu können.

Diese Arbeit diene dazu einen guten Überblick über die Wässer des nördlichen Burgenlandes zu bekommen. Die Anzahl der im Seewinkelgebiet genommen Proben ist nicht ausreichend um detaillierte Aussagen zu treffen.

Dazu sollte man in nachfolgenden Arbeiten darauf achten das Gebiet kleinräumiger zu wählen.

Um festzustellen, ob die Salze aus dem Boden ins Grundwasser abgegeben werden oder der Boden die Ionen aus dem Wasser adsorbiert, sollten zusätzlich zu den Wasserproben auch Bodenproben zur Analyse genommen werden.

In Hinblick auf weitere Arbeiten in diesem Gebiet wurde dies bereits bei ein paar Messstellen erledigt. Für eine Auswertung bzw. Ausarbeitung waren es aber zu wenige, daher wurden die Ergebnisse im Anhang angefügt.

Quellenverzeichnis

- Appelon, C. A. J. & Postma, D. (2005). *Geochemistry, groundwater and pollution* (2nd edition). Amsterdam: A. A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands a member of Taylor & Francis Group plc.
- Balogh, K., Ebner, F. & Ravasz, C. (1994). K/Ar-Alter tertiärer Vulkanite der südöstlichen Steiermark und des südlichen Burgenlandes. In H. Lobitzer, G. Casászár & A. Daurer (Hrsg.), *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn*, Teil 2, 55–72, Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Belocky, R., Papesch, W. & Rank, D. (1998). *Hydrologie und Hydrogeologie des Gebietes Lange Lacke- Wörtenlacken unter besonderer Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser* (Arsenal Research). Apetlon: Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal.
- Bernhauser, A. (1962). Zur Verlandung des Burgenländischen Seewinkels. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland*, 29, 143-171, Eisenstadt.
- Blohm, M. (1974). *Sedimentpetrographische Untersuchungen am Neusiedler See/ Österreich*. Dissertation, Ruprecht- Karl- Universität, Heidelberg.
- Burr, D. M., Tanaka, K. L. & Yoshikawa, K. (2008). Pingos on Earth and Mars. *Planetary and Space Science*, 57, 541–555.
- Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal (1966). *Bestimmung der Grundwasserströmung am Ostufer des Neusiedler Sees*.
- Davis, S. N. & de Wiest, R. J. M. (1969). *Hydrogeology*. New York: John Wiley & Sons.
- DIN ISO 22036:2009-06 Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Spurenelementen in Bodenextrakten mittels Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-AES).
- Franz, H. & Husz, G. (1961). *Die Salzböden und das Alter der Salzsteppe im Seewinkel*. Wien: Mitteilung Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft., 6, 67-75.
- Fuchs, W. (1965). Geologie des Ruster Berglandes (Burgenland). Wien: *Geologische Bundesanstalt*, 108, 155–194.
- Fuchs, W. (1980). Das inneralpine Tertiär. In Oberhauser, R. (Red.), *Der Geologische Aufbau Österreichs*, 452–483, Wien/New York: Springer.

- Fuchs, W. (1980). Das Werden der Landschaftsräume seit dem Oberpliozän. In R. Oberhauser (Red.), *Der geologische Aufbau Österreichs*, 484–504, Wien/New York: Springer.
- Grim, R. E. (1968). *Clay mineralogy*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Häusler, H. (2007). *Erläuterungen zu den Blättern 79 Neusiedl am See 80 Ungarisch-Altenburg 109 Pamhagen*. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Häusler, H. (2010). *Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust*. Geologische Karte der Republik Österreich 1:50000. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Häusler, H. & Heischmann, J. (2009). Quartäre Landschaftsentwicklung und Morphotektonik des nördlichen Burgenlandes. In H. Hitz, H. Wohlschlägl (Hrsg.), *Das östliche Österreich und benachbarte Regionen. Ein geographischer Exkursionsführer*. Wien, Köln, Weimar: Böhlau Verlag Ges. m. b. H & Co. KG.
- Heinrich, M., Herrmann, P., Hofmann, T., Koller, F., Kollmann, W., Lenhardt, W. A., Pahr, A., Piller, W., Schermann, O., Schönlaub, H., Belocky, R., Seiberl, W., Walach, G. & Zorn, I. (2000). *Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes 1: 200.000*. Wien: H. P. Schönlaub.
- Herrmann, P. (1973). Geologie der Umgebung des östlichen Leithagebirges (Burgenland). *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie- und Bergbaustudenten*, 22, 165–189, Wien.
- Hütter, L. A. (1994). Wasser und Wasseruntersuchung. In H. Nitromoschus (Hrsg.) *Bundesgesundheitsblatt*, 37, 255, Frankfurt am Main.
- Kieslinger, A. (1955). Rezente Bewegungen am Ostrande des Wiener Beckens. *Geologische Rundschau*, 43, 178–181, Stuttgart.
- Kollmann, W. (1977). Bericht 1976 über hydrogeologische Aufnahmen im Tertiär auf den Blättern 191 Kirchbach in Steiermark und 193 Jennersdorf. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 153, Wien.
- Kollmann, W. (1980). Bericht 1979 über hydrogeologische Untersuchungen auf Blatt 193 Jennersdorf. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 129, Wien.
- Kollmann W. (1981). Bericht 1980 über hydrogeologische Untersuchungen auf den Blättern 136 Hartberg, 167 Güssing, 168 Eberau und 193 Jennersdorf. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 133–135, Wien.

Kollmann, W. (1982). Bericht 1981 über hydrogeologische Untersuchungen auf den Blättern 136 Hartberg, 137 Oberwart, 138 Rechnitz, 167 Güssing, 168 Eberau und 193 Jennersdorf. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 103–104, Wien.

Kollmann, W. (2000). Hydrogeologie der burgenländischen Gesteine. In H.P Schönlaub (2000) Erläuterungen zur geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000. (Hrsg.), Geologische Bundesanstalt, 59-60, Wien.

Kopecny, A. (2006). Isotopenhydrogeologische Untersuchungen im Südwestabschnitt des Leithagebirges (Nördliches Burgenland). Universität Wien, 24, Wien.

Kopf, F. (1963). Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels. *Österreichische Wasserwirtschaft*, 14 (9/10), 190-203.

Krachler, R., Krachler, R., Milleret, E. & Wesner, W. (2000). *Limnochemische Untersuchungen zur aktuellen Situation der Salzlacken im burgenländischen Seewinkel*.

Krachler, R., Korner, I., Dvorak, M., Milazowszky, N., Rabitsch, W., Werba, F., Zulka, P. & Kirschner, A. (2012). Die Salzlacken des Seewinkels: Erhebung des aktuellen ökologischen Zustandes sowie Entwicklung individueller Lackenerhaltungskonzepte für die Salzlacken des Seewinkels (2008 – 2011). [Elektronische Version]. Eisenstadt: Österreichischer Naturschutzbund.

Kurzweil, H. (2007). Granulometrische und mineralogische Untersuchungen an pelitischen Lockersedimenten und Verwitterungsneubildungen aus dem Burgenland. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland*, 34, 5–28.

Löffler, H. (1959). *Zur Limnologie, Entomotraken- und Rotatorienfauna des Seewinkels*. Wien. S. 324.

Löffler, H. (1974). *Der Neusiedler See: Naturgeschichte eines Steppensees*. Wien. S. 175.

Mackay, J.R. (1998). Pingo Growth and collapse, Tuktoyaktuk Peninsula Area, Western Arctic Coast, Canada: a long-term field study. *Geographie Physique et Quaternaire*, 52 (3), 271–323.

Mairhofer, J. (1967). Die Bestimmung der Fließrichtung in einem einzigen Bohrloch mittels radioaktiver Isotope. *Steirische Beiträge zur Hydrogeologie*, 1966/67, 69-78, Graz.

Makaske, B. (2000). Anastomosing rivers: a review of their classification, origin and sedimentary products. *Earth-Science Reviews*, 53, 149–196.

- Miall, A. D. (1996). *The geology of fluvial deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Nelhiebel, P. (1986). *Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25000, Kartierungsbereich Neusiedl am See- Süd Burgenland*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- Pascher, G. (1991). Das Neogen der Mattersburger Bucht (Burgenland). In H. Lobitzer & G. Császár (Hrsg.), *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn, 1*, 35–52. Wien: Geologische Bundesanstalt.
- Riedl, H. (1965). Beiträge zur Morphogenese des Seewinkels. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, 44*, 58–93.
- Sauerzopf, F. (1998). Notizen zum Blatt 167 Güssing der Geologischen Karte 1 : 50.000 der Republik Österreich. *Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland, 100*, 71–73, Eisenstadt.
- Scherf, E (1935). Geologische und morphologische Verhältnisse des Pleistozäns und Holozäns der großen ungarischen Tiefebene und ihre Beziehung zur Bodenbildung, insbesondere der Alkalibodenentstehung. *Jahresbericht der königlichen ungarischen geologischen Anstalt über die Jahre 1925–1928*, 274-301, Budapest.
- Schmidt, W. J. (1951). Überblick über geologische Arbeiten in Österreich. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 102*, 311–316.
- Schönlaub, H. P. (2000). Geologie von Österreich: Ausserzentralalpiner Anteil. In H.P Schönlaub (2000) *Erläuterungen zur geologischen Karte des Burgenlandes 1:200.000*. (Hrsg.), Geologische Bundesanstalt, 16, Wien.
- Schroll, E. (1965). Zur Geochemie der Halogenide in Wässern des Neusiedlerseegebiets und anderer mineralisierter Wässer des Burgenlandes. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, 30* (Internationales Symposium für Angewandte Geowissenschaften, Eisenstadt 1961), 109-124, Eisenstadt.
- Steiner, K. H. (1994). *Hydrologische Untersuchungen zur Beurteilung des Wasserhaushaltes ausgewählter Salzlacken im Seewinkel (Burgenland)*. Diplomarbeit, Universität Wien.
- Szabó, C., Harangi, S. & Csontos, L. (1992). Review of Neogene and Quaternary volcanism of the Carpathian-Pannonian region. *Tectonophysics, 208* (1–3), 243–256.
- Tauber, A. F. (1951). Grundzüge der Geologie von Burgenland. In Burgenländische Landesregierung (Hrsg.): „*Burgenland, Landeskunde*“, 39-85, S. 674-676, 1, Wien.

- Tauber, A. F. (1959). Geologische Statigraphie und Geschichte des Neusiedler Seegebietes. *Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland*, 23, 18-24, Eisenstadt.
- Tauber, A. F. (1959). Oberflächengeologie des Seewinkels. *Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland*, 23, 14-26, Eisenstadt.
- Tauber, A. F. (1959). Grundzüge der Tektonik des Neusiedler Seegebietes. *Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland*, 23, 26-31, Eisenstadt.
- Tauber, A. F. (1965). Geologische Typologie und Genese der Mineralquellen und Mineralwässer im Neusiedler Seegebiet. *Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland*, 34, 259-304, 1 Karte, Eisenstadt.
- Tollmann, A. (1955). Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht. *Wissenschaftliche Arbeiten Burgenland*, 10, 1–75, Eisenstadt.
- Tributh, H. (1970). Die Bedeutung der erweiterten Tonfraktionierung für die genauere Kennzeichnung des Mineralbestandes und seiner Eigenschaften. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 126 (2), 117-134.
- Wegleitner, A. (2010). Der Neusiedler See, ein Steppensee. *Geographisches Jahrbuch des Burgenlands*, 6, 25-26.
- Weißl, M. (2013). *Untergrunderkundung eines Kiesaquifers mittels multifrequenter Elektromagnetik*. Bachelorarbeit, Universität Wien.
- Whittig, L. D. (1965). X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Identification and Mineralogical Composition. In C. A. Black: *Methods of Soil Analysis, Part 1*. Madison, Wisconsin: American Society Agronomy.
- Wieden, P. (1961). Das Tonvorkommen und das Hafnerhandwerk von Stoob, Burgenland. *Montan-Rundschau*, 9, *Sonderheft Steine und Erden*, 181–187, Wien.
- Winkler-Hermaden, A. & Rittler, W. (1949). Erhebungen über artesische Wasserbohrungen im steirischen Becken unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Tertiärgeologie. *Geologie und Bauwesen*, 17, 33–96, Wien.
- Wriessnig, K. (2013). *Tonminerale und Huminsäuren in Paläoböden auf Löss*. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Wurm, M. (2000). *Hydrogeochemische Methodik zur Klärung von Interaktionsprozessen von Formations-, Mineral-, Tiefengrund- und oberflächennahen Grundwässern im Einzugsgebiet des Neusiedler Sees*. Diplomarbeit, Montanuniversität Leoben.

Quellen aus dem Internet

Agilent Technologies, Inc. (13. Juli 2010). *Agilent ICP-MS der Serie 7700*. Zugriff am 28.5.2014 unter <http://www.chem.agilent.com/Library/brochures/5990-4025DEE.pdf>

Angaben zur Säurekapazität nach DIN 38409-7. Zugriff am 2.6.2014 unter http://www.sbf-online.com/media/pdf/sbf_info_saeurekapazitaet.pdf

Definition von Thermalquellen. Zugriff am 17.9.2014 unter <http://www.steine-und-minerale.de/artikel.php?f=2&topic=2&ID=139&keywords=Therme,%20Thermalquellen,%20Thermalwasser,%20hei%DFes%20Wasser>.

GeoDZ- Das Lexikon der Erde (2014) Zugriff am 16.09.2014 unter <http://www.geodz.com/deu/d/Thermokarst>

Höll K. (2010). Nutzung im Kreislauf Hygiene, Analyse und Bewertung. Zugriff am 18. März 2014 unter <http://www.amazon.de/Wasser-Nutzung-Kreislauf-Hygiene-Bewertung/dp/3110226774>

Horn, I. (2013). *ICP OES*. Zugriff am 2.6.2014 unter http://www.mineralogie.uni-hannover.de/min_aas.html

Ionenchromatographie (2012). Zugriff am 27.5.2014 unter http://anchem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/anchem/instPraktikum/IC_WS2012.pdf

Kümel, F. (1936) Vulkanismus und Tektonik der Landseer Bucht im Burgenland. Zugriff am 25. Juni 2014 unter http://www.landesmuseum.at/pdf_frei_remote/JbGeolReichsanst_86_0203-0235.pdf

Nölte, J. (2002). *ICP Emissionsspektrometrie für Praktiker; Grundlagen, Methodenentwicklung, Anwendungsbeispiele*. Zugriff am 2.6.2014 unter <http://www.geologie.uni-frankfurt.de/Staff/Homepages/Bahr/Kurzskript%20ICPOES.pdf>

Perkin Elmer Life and Analytical Sciences (2004). *Product note, Optima 5300V ICP-OES*. Zugriff am 28.5.2014 unter http://www.perkinelmer.co.kr/files/_7.pdf

Takahashi, J. (2010). *Basic Performance of the Agilent 7700s ICP-MS for the Analysis of Semiconductor Samples*. Tokyo. Zugriff am 12.9.2014 unter <http://www.chem.agilent.com/Library/applications/5990-6195EN.pdf>

Thompson, M. & Walsh, J.N. (1989). *Handbook of Inductively Coupled Plasma Spectrometry*, Blackie, 2nd edition. Zugriff am 28.5.2014 unter <http://www.personal.psu.edu/hxg3/MCL/icpaes.htm>

Winkelmaier, D. *Versuch: ICP-AES*. Zugriff am 2.6.2014 unter <http://winkelmaier.de/ian/Praktikum/ICP.pdf>

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bodenform 26 (modifiziert nach Nelhiesel, 1986)	18
Abb. 2: Darstellung der Lacken des Seewinkels, Kompass-Karten GmbH.....	21
Abb. 3: Pingoentstehung durch subglaziales Schmelzwasser (Burr et al., 2008)	26
Abb. 4: Pingoentstehung durch Grundwasser innerhalb von Permafrost (Burr et al., 2008) ..	27
Abb. 5: Pingoentstehung entlang von Störungen (Burr et al., 2008)	27
Abb. 6: Pingoentstehung durch hydrostatischen Druck (Burr et al., 2008)	28
Abb. 7: Entstehung von Thermokarst (vgl. GeoDZ.com, 2014)	29
Abb. 8: Europa im Neogen (nach BAA)	34
Abb. 9: Modifizierte Klassifizierung nach Furtak & Langguth (1967)	43
Abb. 10: Arten von pH-Metern	47
Abb. 11: Der für die Titration der Säurekapazität verwendete Dosimeter	52
Abb. 12: Backenbrecher zur Zerkleinerung der Gesteinsproben.....	53
Abb. 13: Die zum Pulverisieren verwendete Achatmühle.....	54
Abb. 14: Schema des Ionenchromatographen (http://anchem.uivie.ac.at)	58
Abb. 15: Der verwendete Ionenchromatograph ICS 100 von Dionex inkl. Autosampler	59
Abb. 16: Verwendete ICP-AES.....	60
Abb. 17: Messbare Element der ICP-AES (http://www.mineralogie.uni-hanover.de/min_aas.html)	61
Abb. 18: Angeregter Zustand eines Elektrons (http://www.geologie.uni-frankfurt.de).....	61
Abb. 19: Verwendete ICP-MS.....	63
Abb. 20: Verteilung der Proben von Tabelle 7 des „salzführenden Horizonts“ im Österreichischen Texturdreieck (ÖNORM L 1050)	66
Abb. 21: Röntgendiffraktogramm einer Tonprobe (13911) aus dem „salzführenden Horizont“ des Xixsees	69
Abb. 22: Lage der Bohrungen ID 243, ID 296, ID 297, ID 298 des Illmitzer Zicksee, Google Earth 2013 (Version: 7.1.2.2041). Stand: 18.09.2014, eigene Beschriftung	71
Abb. 23: Schematischer Südwest-Nordost Profilschnitt des Illmitzer Zicksees mit den Bohrungen ID 298, ID 243 und ID 296.....	72
Abb. 24: Südlich gelegenes Bohrprofil ID 297 des Illmitzer Zicksees.....	73
Abb. 25: Lage der Bohrungen ID 264, ID285, ID 286, ID 287 der Oberen Hölllacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung	75
Abb. 26: Schematischer Nord-Süd Profilschnitt im Osten der Oberen Hölllacke mit den Bohrungen ID 284, ID 286 und ID 287.....	75
Abb. 27: Schematischer Nord-Süd Profilschnitt im Westen der Oberen Hölllacke mit den Bohrungen ID 284, ID 285 und ID 287.....	76

Abb. 28: Lage der Bohrungen ID 267, ID 268 und ID 272 der Kühbrunnlacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung	77
Abb. 29: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Kühbrunnlacke mit den Bohrungen ID 268, ID 272 und ID 267	78
Abb. 30: Lage der Bohrungen ID 244, ID 259 und ID 270 des Oberen- und Unteren Stinkersees, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung	79
Abb. 31: Schematischer Süd-Nord Profilschnitt der Stinkerseen mit den Bohrungen ID 244, ID 259 und ID 270	80
Abb. 32: Lage der Bohrungen TM 9, TM 6, ID 279, ID 278 und ID 277 der Sechsmahdlacke, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung	81
Abb. 33: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Sechsmahdlacke mit den Bohrungen TM 9, TM 6, ID 279.....	82
Abb. 34: Schematischer Nordost-Süd Profilschnitt der Sechsmahdlacke mit den Bohrprofilen ID 277, ID 278 und ID 279.....	83
Abb. 35: Lage der Bohrungen LL 1-LL 7, LL 9-LL13 und LL 19 der Langen Lacke und EW 1, EW 2, EW 4, EW 5, TM11 der Wörtenlacken, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am, 18.09.2014, eigene Beschriftung	85
Abb. 36: Schematischer West-Ost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 1-LL 6 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994).....	86
Abb. 37: Schematischer Westsüdwest-Ostnordost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 10-LL 12 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994)	88
Abb. 38: Schematischer Nordnordwest-Südsüdost Profilschnitt der Langen Lacke mit den Bohrprofilen LL 5, LL 7, LL 9, LL 19 (Profile modifiziert nach Steiner, 1994).....	89
Abb. 39: Bohrprofile LL 13, LL 19 und LL 20 (bis 40 m) in unmittelbarer Nähe (westlich) der Langen Lacke (modifiziert nach Belocky et al., 1998).....	91
Abb. 40: Lage der Bohrungen LL 1-LL 7, LL 9-LL 13 und LL 19 der Langen Lacke und EW 1, EW 2, EW 4, EW 5, TM11 der Wörtenlacken, Google Earth 2013 (V.: 7.1.2.2041). Zugriff am 18.09.2014, eigene Beschriftung	93
Abb. 41: Schematischer Nordnordwest- Südsüdost Profilschnitt der Östlichen Wörtenlacke mit den Bohrprofilen EW 1, EW 2, EW 4 und EW 5(Profile modifiziert nach Steiner, 1994) ..	93
Abb. 42: Bohrung TM 11im Norden der Östlichen Wörtenlacke	94
Abb. 43: Geographische Übersicht der untersuchten Wasserproben.....	98
Abb. 44: Piperdiagramm aller analysierten Wässer	99
Abb. 45: Maximalkonzentrationen der Trinkwasserinhaltsstoffe nach Appelo und Postma (1996).....	101
Abb. 46: Piperdiagramm Oberflächenwässer	104

Abb. 47: Piperdiagramm artesische Wässer.....	111
Abb. 48: Piperdiagramm Thermalwässer.....	119
Abb. 49: Piperdiagramm oberflächennahe Grundwässer.....	125
Abb. 50: Lage der Bohrungen des Profilschnitts (modifiziert nach Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, 1966)	134
Abb. 51: Profilschnitt von vier Bohrungen im nördlichen Burgenland (Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, 1966)	135
Abb. 52.: Model eines anastomosierenden Flusses. FF=Flutflächensedimente, LA=Lateral anlagernde Makroform (Gleithang), CH=Rinnensand, CS=Durchbruchfächer (Miall, 1996)	140
Abb. 53: vertikale Profile anastomosierender und mäandrierender Flüsse (modifiziert nach Miall, 1996).....	142
Abb. 54: Hydrogeologischer Profilschnitt vom Leithagebirge (Kollmann, 2000)	144
Abb. 55: Wassertypen westlich des Neusiedler See	145
Abb. 56: Wassertypen des östlich des Neusiedler Sees (Seewinkel).....	149

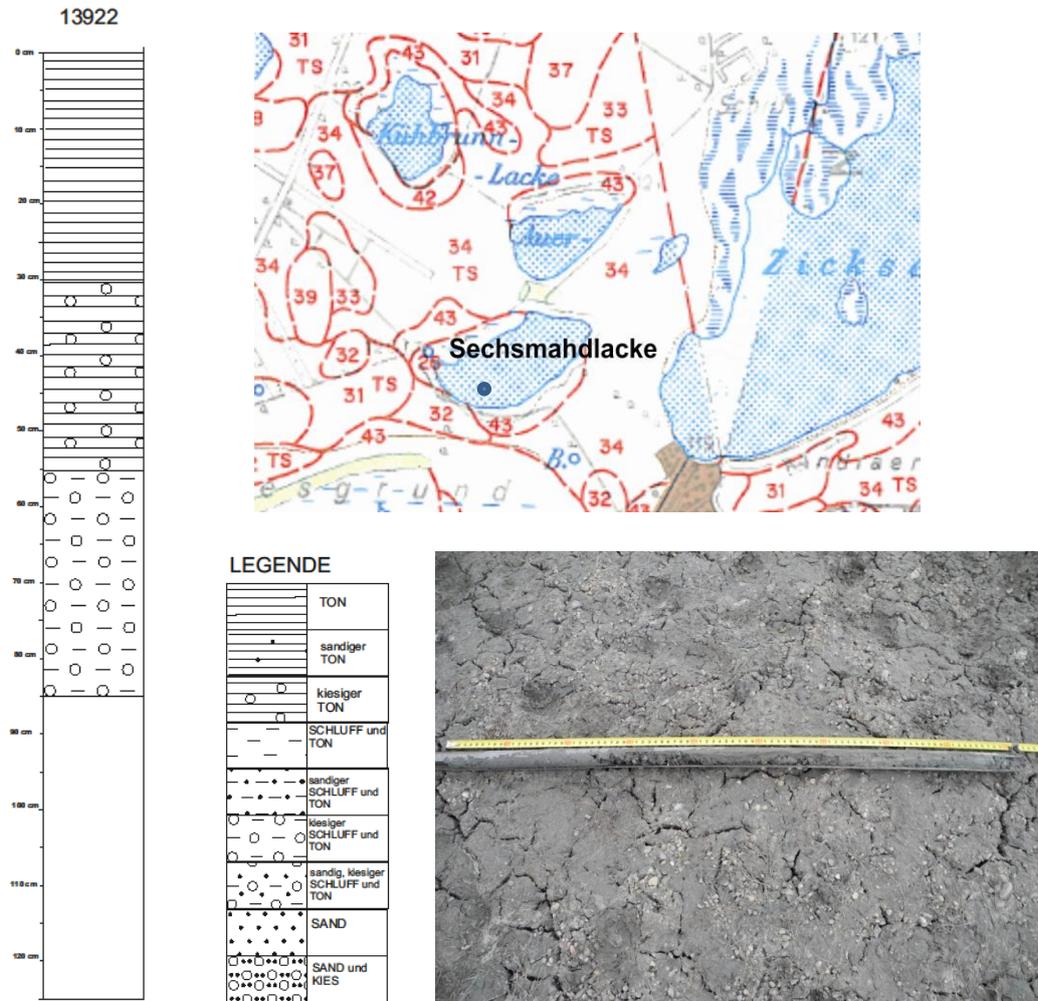
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Salzkonzentrationen der Bodenform 26	17
Tabelle 2: Die miozänen Ablagerungen im Burgenland	32
Tabelle 3: Einteilung der Wässer nach gelösten Stoffen.....	41
Tabelle 4: Geochemische Einteilung der Wässer	42
Tabelle 5: Trockengewichtsbestimmung der Tone.....	55
Tabelle 6: Verdünnungstabelle der Wasserproben	57
Tabelle 7: Überblick der Proben	65
Tabelle 8: Benennung der Proben laut ÖNORM L 1050	66
Tabelle 9: Fraktion der Sedimentproben.....	67
Tabelle 10: Bestimmungsgrenzen der Analysegeräte.....	96
Tabelle 11: Probenbezeichnung	99
Tabelle 12: Klassifizierung der Wässer nach Furtak und Langguth (1967)	100
Tabelle 13: Feldparameter der untersuchten Oberflächenwässer.....	103
Tabelle 14: Kationen der untersuchten Oberflächenwässer.....	106
Tabelle 15: Anionen der untersuchten Oberflächenwässer.....	106
Tabelle 16: SEE der untersuchten Oberflächenwässer.....	107
Tabelle 17: Feldparameter der untersuchten artesischen Wässer	110
Tabelle 18: Kationen der artesischen Wässer	113
Tabelle 19: Anion der artesischen Wässer	114
Tabelle 20: SEE der artesischen Wässer	115
Tabelle 21: Feldparameter der thermalen Wässer.....	117
Tabelle 22: Kationen der thermalen Wässer.....	121
Tabelle 23: Anionen der thermalen Wässer.....	121
Tabelle 24: SEE der thermalen Wässer.....	122
Tabelle 25: Feldparameter der oberflächennahen Grundwässer	124
Tabelle 26: Kationen der oberflächennahen Grundwässer	128
Tabelle 27: Anionen der oberflächennahen Grundwässer	129
Tabelle 28: SEE der oberflächennahen Grundwässer	130

Anhang 1 Probenbeschreibung

Hinweis: Alle in Anhang 1 abgebildeten Bodenkarten stammen von Nelhiebel (1986). Diesen Karten wurde die Stelle der Bohrung sowie teilweise der Lackenname zugefügt.

Profil 13922 Sechsmahdlacke Mitte



Die Sechsmahdlacke befindet sich, wie alle den „salzföhrnden Horizont“ repräsentierenden Proben, im Seewinkel, ungefähr 0,6 km vom westlichen Ufer des Zicksees und 10 km vom Ostufer des Neusiedler Sees entfernt.

Das erste Bohrprofil (13922) der Sechsmahdlacke, die zur Zeit der Probenahme nahezu ausgetrocknet war, lässt sich in drei Teilbereiche unterteilen. Die ersten 30 cm unter der Geländeoberkante stellen dunkelgrauen, leicht bläulichen Ton dar. In den darauffolgenden 30 cm sind im graubläulichen Ton gerundete Mittelkiese zu finden. Ab einer Tiefe von 60 cm trifft man hellgrauen Schluff mit gerundeten Mittelkiesen an. Die auf Ton- und Gesamtmineralogie sowie auf Korngrößen analysierte Probe wurde aus den ersten 30 cm entnommen (Probe 13922).

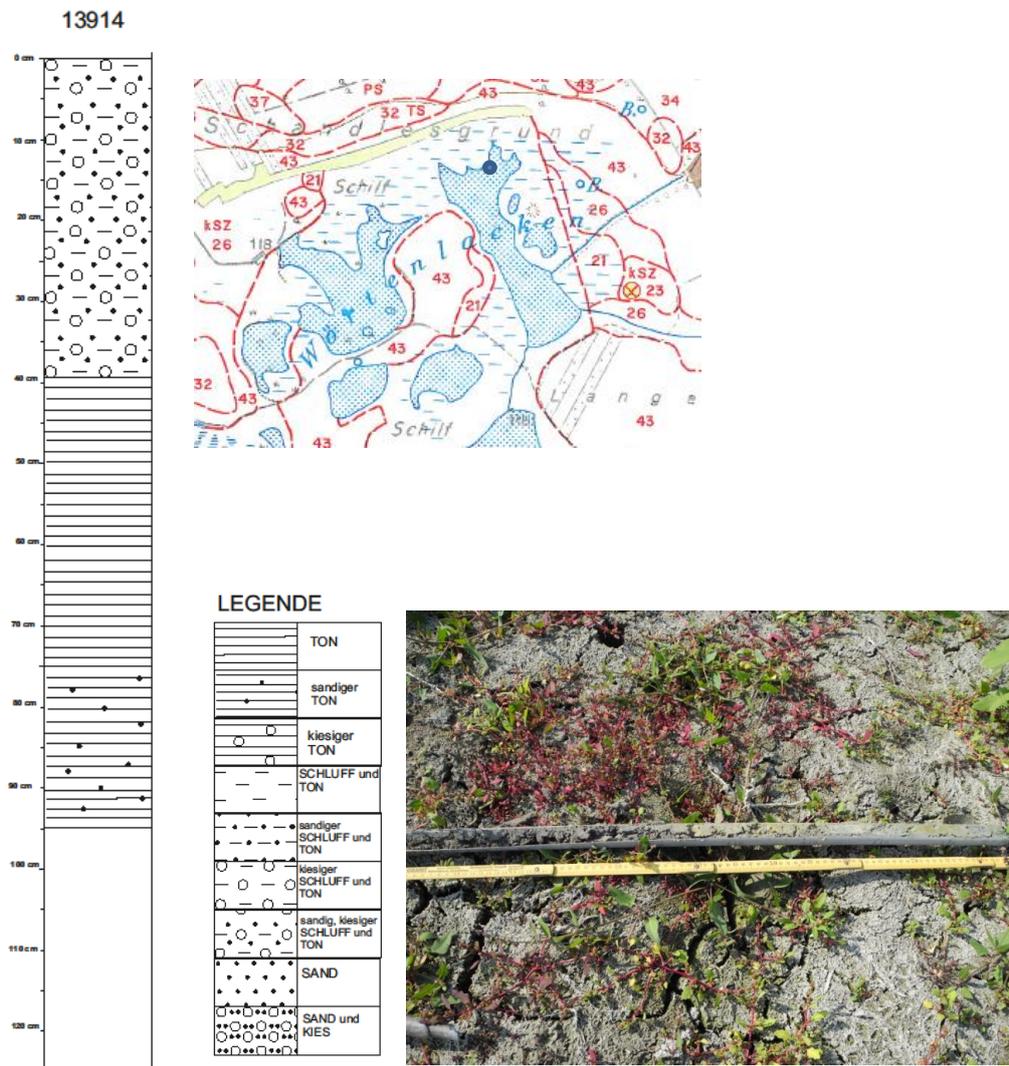
Profil 13921 Sechsmahdlacke West



Ungefähr 200 m westlich vom Probenahmepunkt 13922 wurde eine weitere Probenahmestelle mit der Profilnummer 13921 ausgewählt.

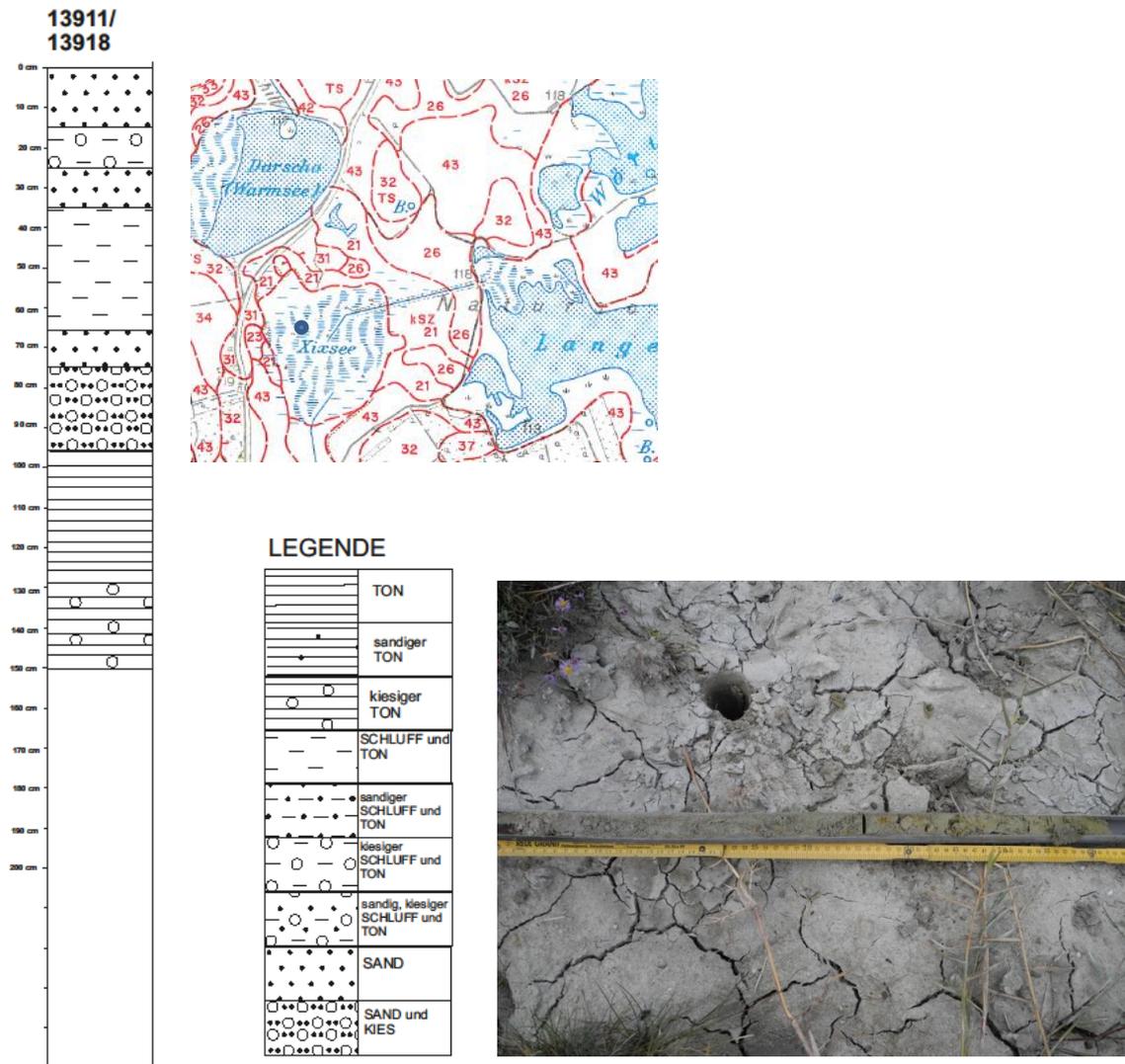
Grauer Ton herrscht bis in eine Tiefe von 80 cm vor. Anschließend folgt eine 10 cm mächtige Tonschicht mit kalkigem Geröll. Ab 90 cm herrscht eine geringe Schicht sandiger Ton vor, ab einer Tiefe von 105 cm jedoch reiner, grauer, feuchter Sand. Im Bereich- innerhalb des „salzführenden Horizonts“- von 20-30 cm unter der Geländeoberkante wurde eine Mischprobe für die Untersuchung von Ton- und Gesamtmineralogie und Korngrößenanalyse genommen (Probe 13921).

Profil 13914 Östliche Wörtenlacke



Einen halben Kilometer südlich der Sechsmahlacke befindet sich die Östliche Wörtenlacke. In den ersten 20 cm unter der GOK des Bohrprofils trifft man auch schluffigen Ton mit erheblichem Kiesgehalt. Darauf folgt eine 20 cm mächtige sandige, schluffige Schicht, die ebenfalls Kies enthält. Rostfleckiger Ton der nach Nelhiebel (1986) den salzführenden Horizont darstellt, befindet sich zwischen 40 cm und 70 cm Tiefe. Die restlichen 20 cm weisen eine sandig, tonige Schicht auf. Die Probe 13914 wurde im Bereich zwischen 50-60 cm unter der Geländeoberkante (GOK), also in rostfleckigem Ton, genommen zur Analyse von Ton- und Gesamtmineralogie sowie zur Ermittlung der Korngrößen.

Profil 13911/13918 Zentraler Xixsee



Der zur Zeit der Probenahme (Oktober 2013) ausgetrocknete Xixsee liegt ungefähr 7 km vom Ostufer des Neusiedler See entfernt und befindet sich in unmittelbarer Nähe der Langen Lacke und der Westlichen Wörtenlacke.

Dieses Bohrprofil zeigt das schluffige, kalkhaltige und rostfleckige Material mit gerundetem Quarzschotter, was auf die Beschreibung des „salzführenden Horizonts“ zutrifft.

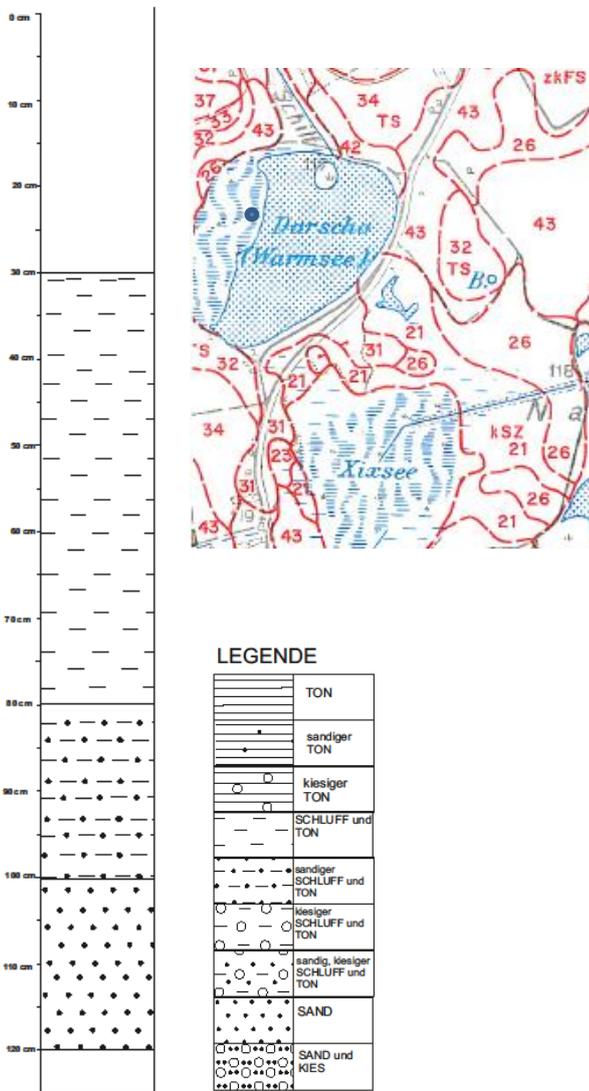
Bis in eine Tiefe von 20 cm weist das Bohrprofil eine Tonschicht auf, die zunehmend rostiger wird. Die darauffolgenden 10 cm bestehen vorwiegend aus rostfleckigem Schluff, der Sand und Mittelkiese enthält. Anschließend folgt eine 10 cm dicke tonige, stark rostfleckige Schicht, auf die wiederum ein 30 cm mächtiger toniger, rostfleckiger Schluff folgt. In einer Tiefe von 70 cm herrscht abermals rostfleckiger Ton mit einer Mächtigkeit von 10 cm, der bis in eine Tiefe von 90 cm Mittelkiese enthält. Ab 90 cm wechselt das bisher hellgrau-bläuliche Material die Farbe und wird dunkelgrau. 3 cm große Kiese wurden in der tonigen Schicht aufgenommen. Reiner, dunkelgrauer, 30 cm mächtiger Ton folgt bis 130 cm unter der GOK.

Der nun stark tonige, kiesige Sand wurde schon sehr nass vorgefunden. Ab einer Tiefe von 140 cm fand man erneut eine tonige Schicht mit Kiesen, die allerdings schon stark durchnässt war, denn bei 150 cm wurde der erste Grundwasserleiter erreicht. Die Stichprobe WP24 wurde bei dieser Bohrung entnommen.

In diesem Fall wurden 2 Sedimentproben, im Bereich von 50-60 cm (Probe 13911) sowie zwischen 100 cm und 110 cm (Probe 13918), genommen zur Ermittlung der Korngrößen, der Ton- und Gesamtmineralogie.

Profil 13923 Warmsee (Darscho)

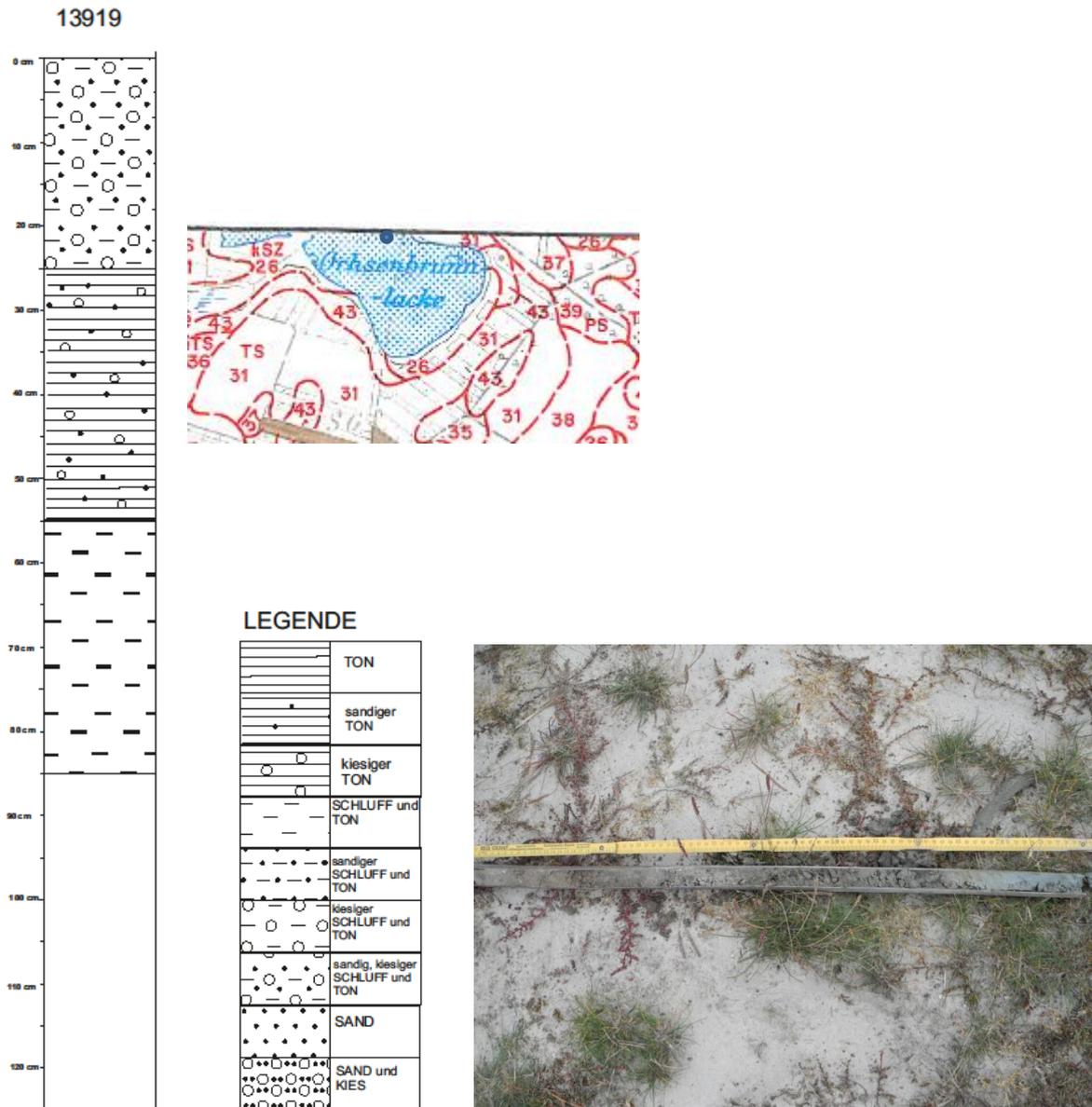
13923



Im Nordwesten des Xixsees schließt der Warmsee (ungefähr 6,5 km vom Ostufer des Neusiedlersees entfernt), namentlich auch Darscho genannt, an. Da die ersten 30 cm (unter GOK) des Bohrprofils Humusbedeckung ist, beginnt die genauere Beschreibung erst in 30 cm Tiefe. Rostfleckiger, grauer Schluff ist bis ungefähr 85 cm zu finden. Darauf folgt sandiger, graublauer, 20 cm mächtiger Ton, der nur mehr wenige Rostflecken aufweist. Die übrigen aufgenommen 20 cm entsprechen einer tonigen Schicht mit gerundeten Kiesen.

Der Probenahmebereich wurde von 100-120 cm unter der GOK zur Analyse von Korngrößen, Ton- und Gesamtmineralogie gewählt (Probe 13923).

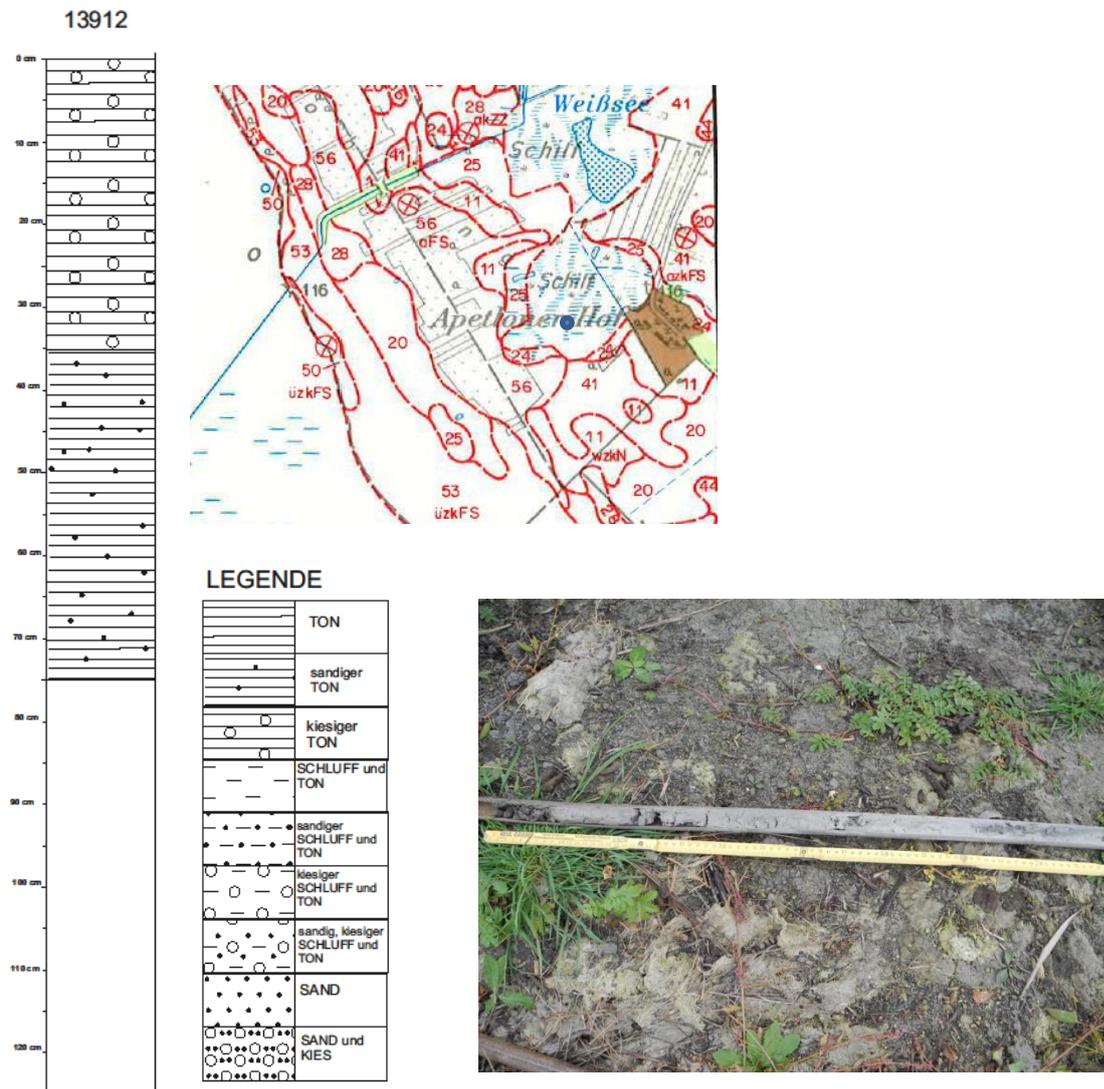
Profil 13919 Ochsenbrunnlacke West



5 km nördlich des Warmsees und 4,5 km vom Neusiedlersee entfernt befindet sich die Ochsenbrunnlacke.

Dieses in dargestellte Bohrprofil zeigt, dass der erste Meter ab der Geländeoberkante vorwiegend aus Schluff besteht. So findet man bis in eine Tiefe von 30 cm sandigen Schluff, der von einer stark tonigen, kiesigen, rostfleckigen Sandschicht unterbrochen wird. Ab 60 cm unter der GOK zeigt das Bohrprofil bis in eine Tiefe von 90 cm reinen Schluff. Zwischen 30 und 40 cm unter der GOK erfolgte die Probenahme zur Analyse von Korngrößen, Ton- und Gesamtmineralogie (13919).

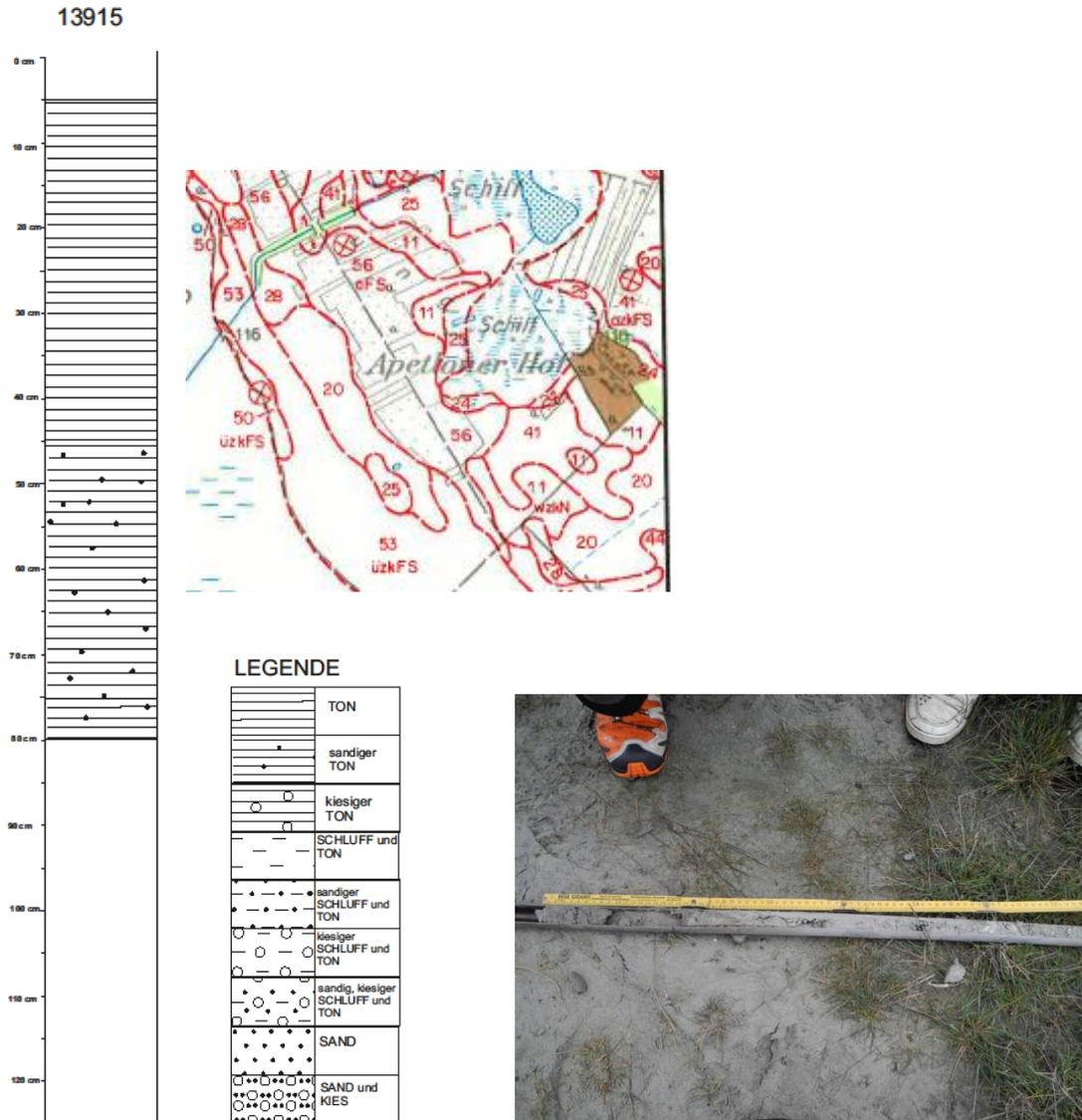
Profil 13912 Apetloner Hof, Süd



Südlich, in einer Entfernung von 5 km des Warmsees, liegt die Probenahmestelle 13912, die ebenfalls nach Bodenkarte 1: 25 000 Neusiedl am See- Süd im Bereich des „salzföhrnden Horizonts“ liegt.

Auch bei dieser Bohrung wurden die ersten 15 cm verworfen. Beginnend mit 25 cm mächtigen kiesigen Ton, auf den bis in eine Tiefe von 80 cm stark toniger Sand folgt, stellt diese Bohrung ein sehr homogenes Bohrprofil dar. Eine Mischprobe (13912) wurde in einer Tiefe von 10-30 cm zur Analyse herangezogen.

Profil 13915 Arbesthaulacke

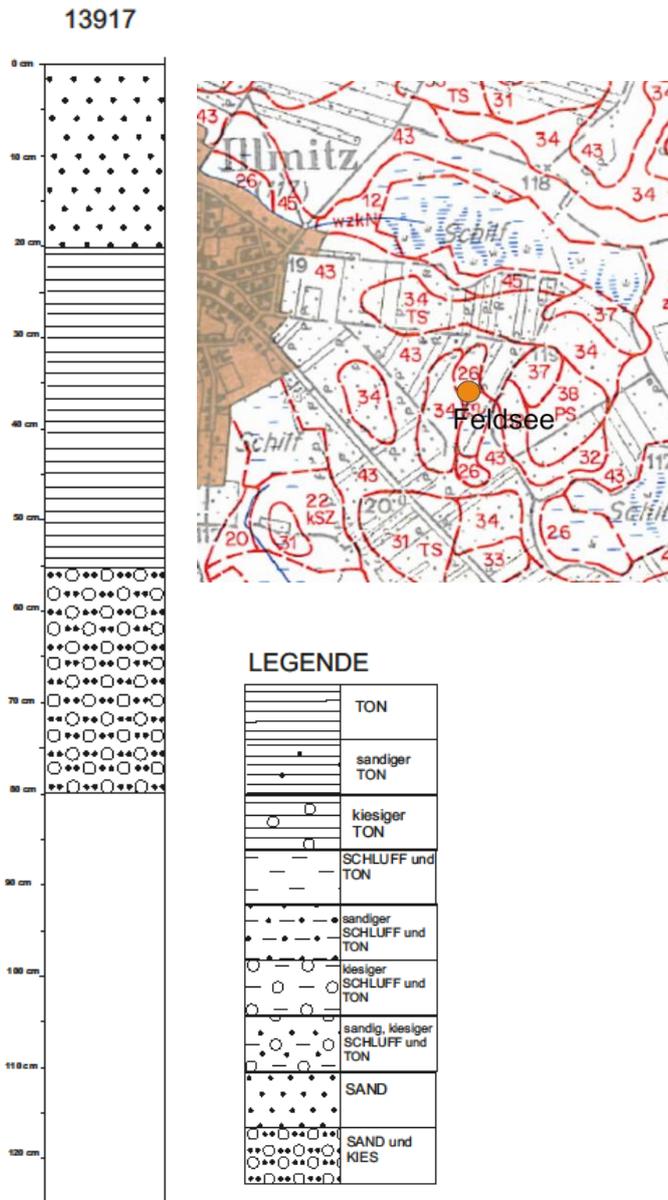


Die Probenahmestelle 13915 liegt 1,5 km östlich der Probenahmestelle 13912, in der Nähe des Apetloner Hofes.

Der graublau Ton reicht bei dem Bohrprofil 13915 bis 45 cm unter die GOK. Darauf folgt eine stark sandige Tonschicht bis in die gebohrte Tiefe von 85 cm. Grundwasser wurde nicht erreicht.

Die zur Analyse herangezogene Probe 13915 wurde zwischen 10 und 30 cm unter der GOK genommen.

Profil 13917 Feldsee

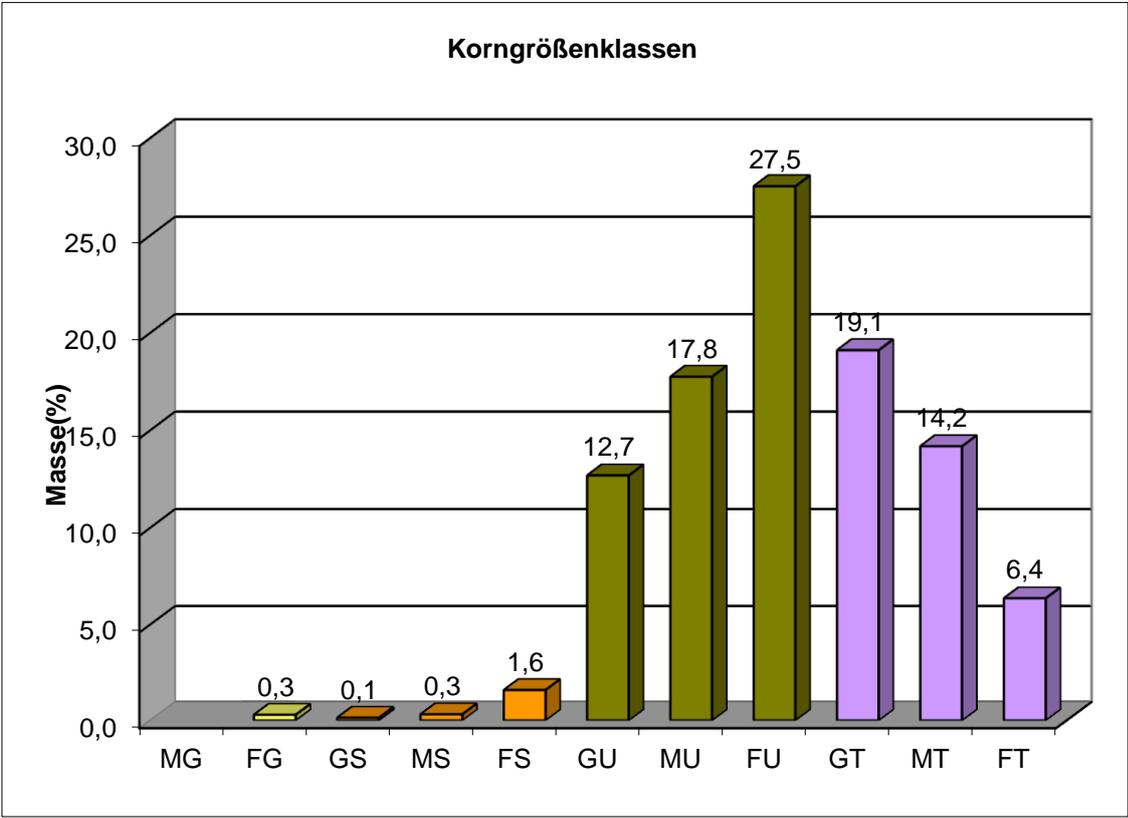
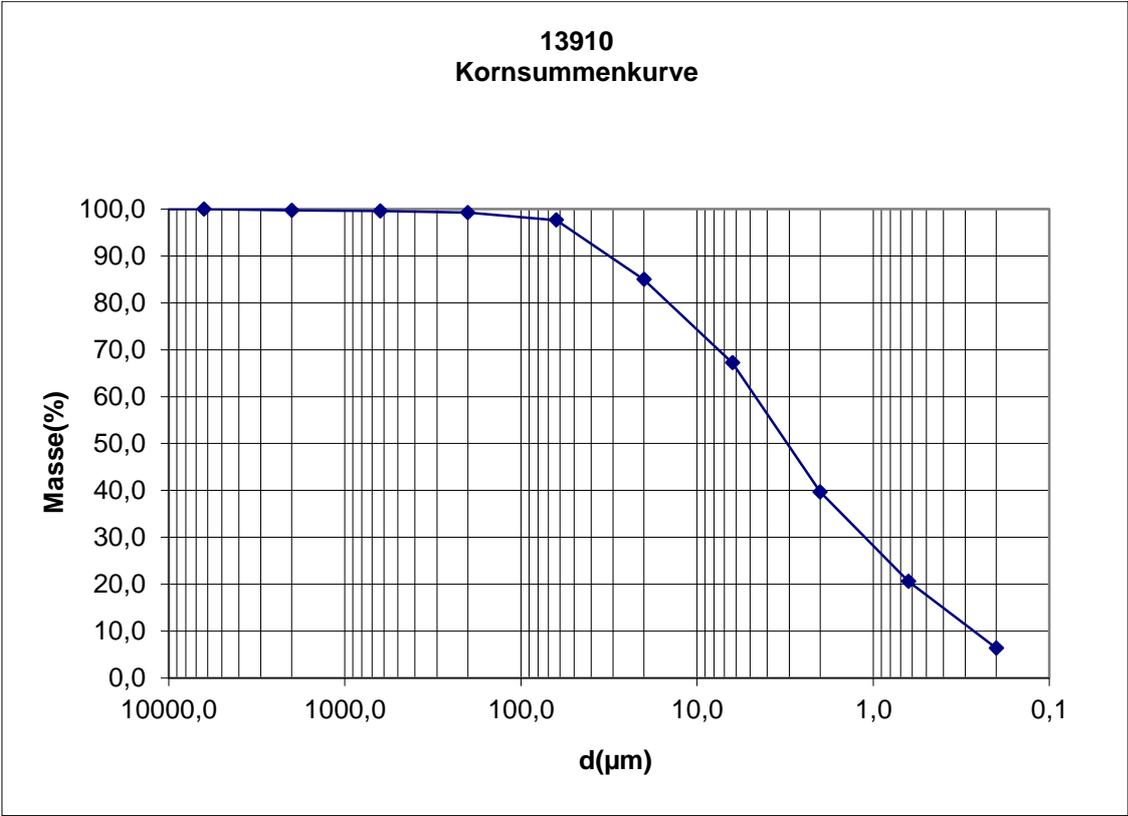


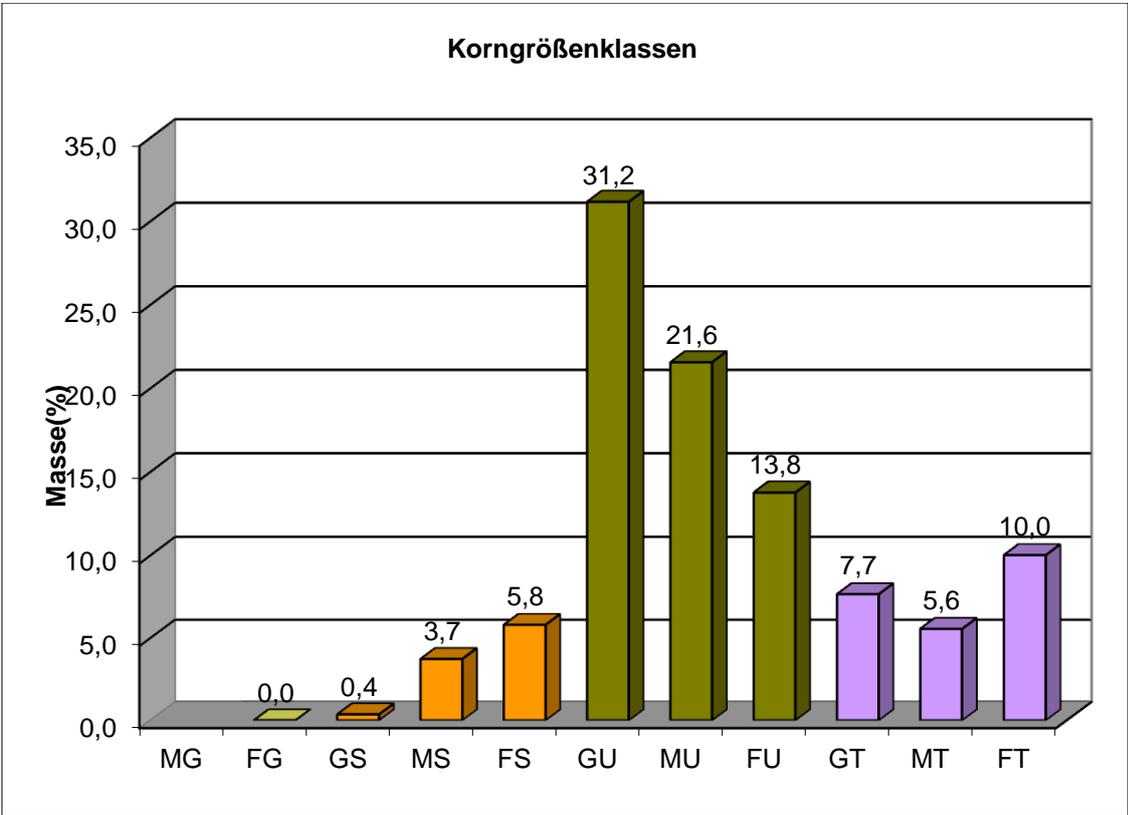
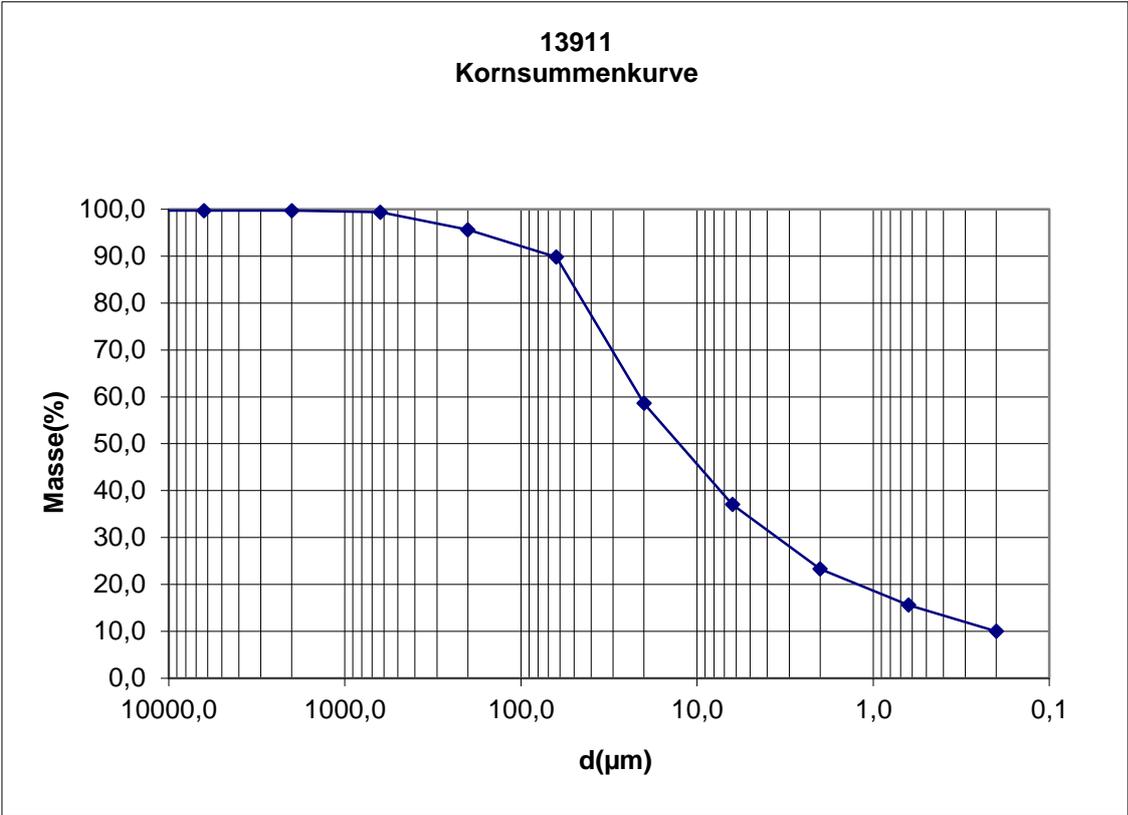
500 m südöstlich von Illmitz befindet sich die Probenahmestelle 13917 bei der sogenannten Illmitz Höhe.

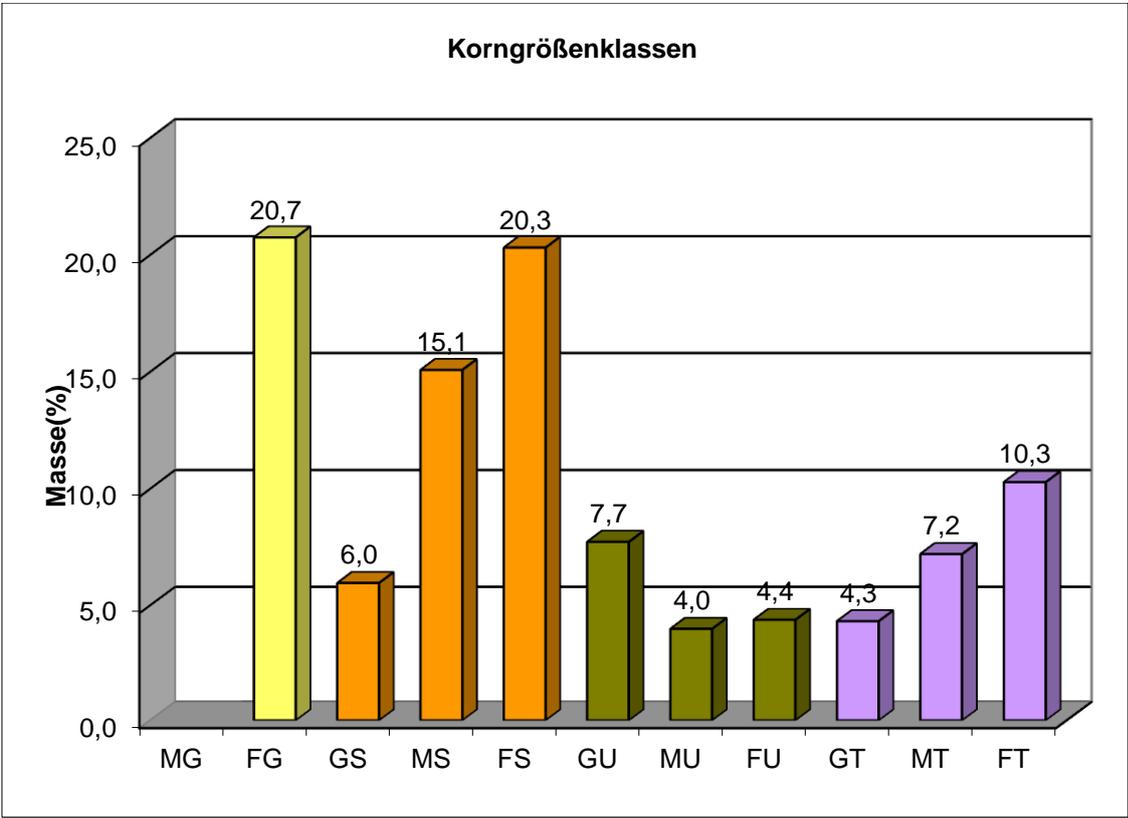
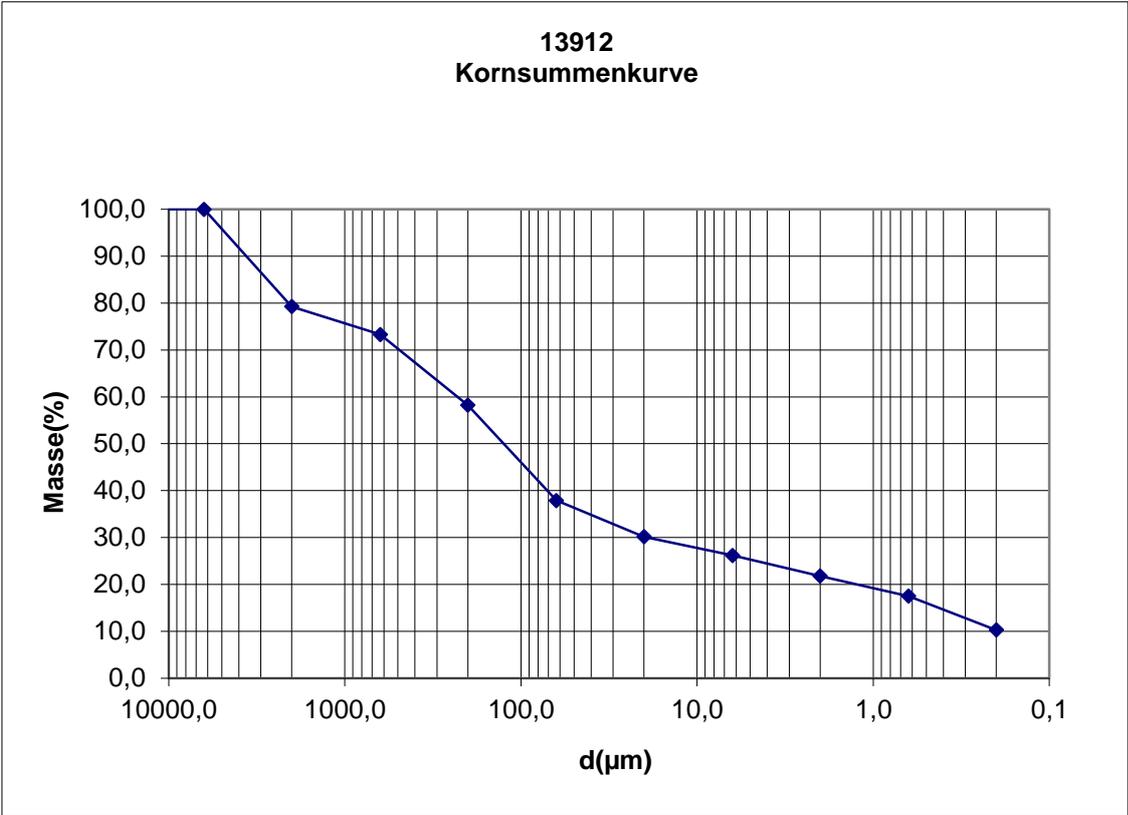
Eine sandige, dunkelgraue Schicht beschreibt die oberen 20 cm des Bohrprofils, die von darauffolgenden 65 cm mächtigem mittelgrauen Ton unterlagert wird. Ab einer Tiefe von 60 cm folgt kiesiger Sand, welcher bis 80 cm unter die GOK aufgenommen wurde.

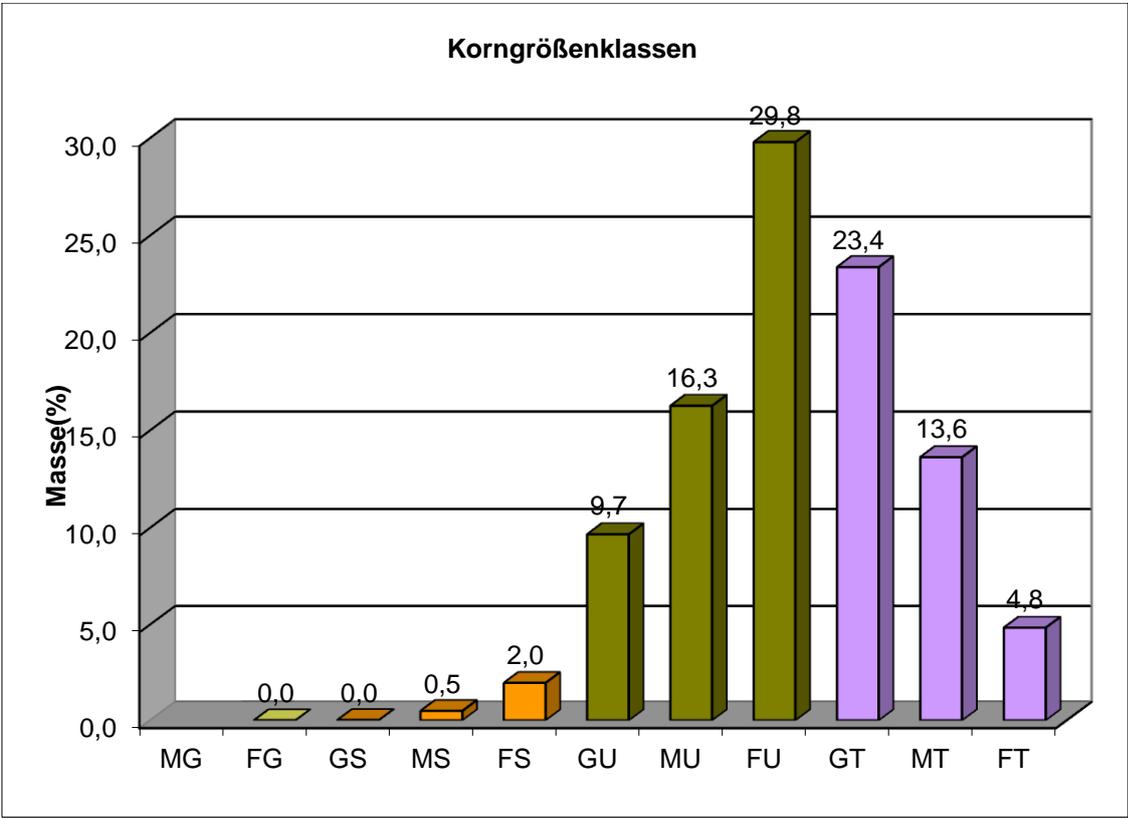
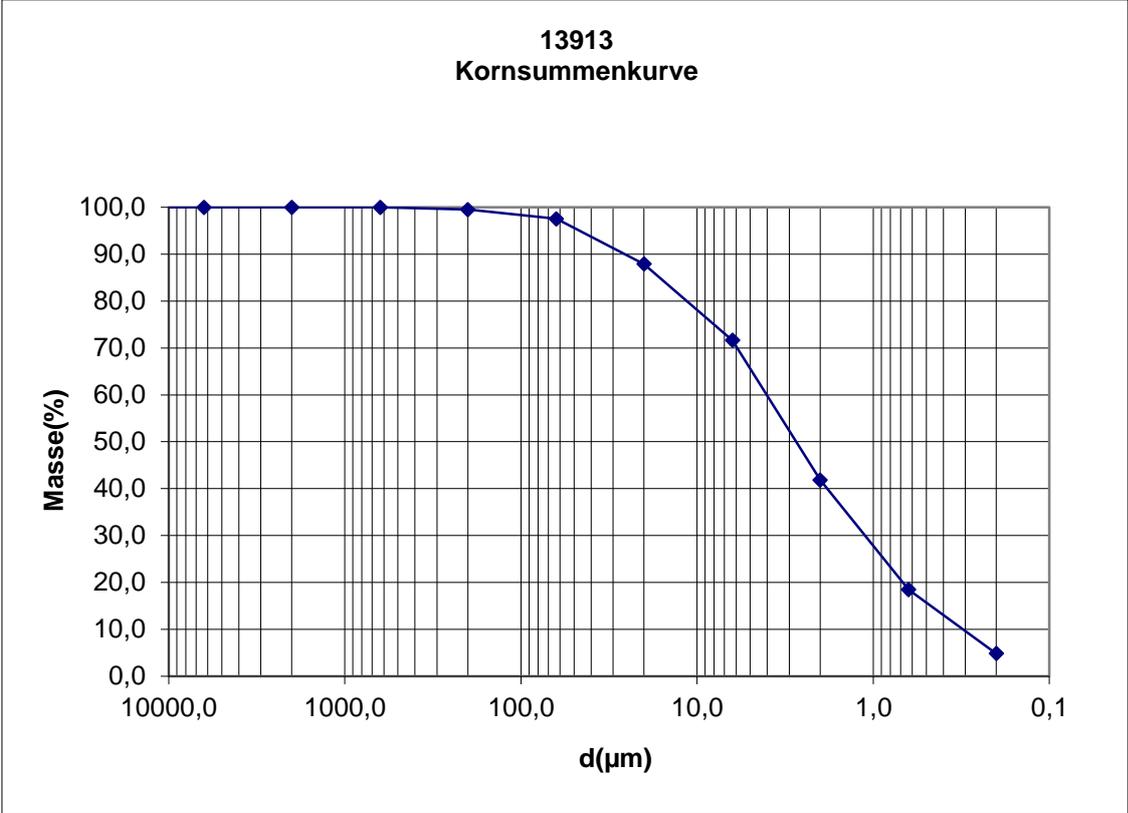
Innerhalb des mittelgrauen Tons (20-55cm) wurde eine Mischprobe (13917) genommen und auf Korngrößen sowie Ton- und Gesamtmineralogie analysiert.

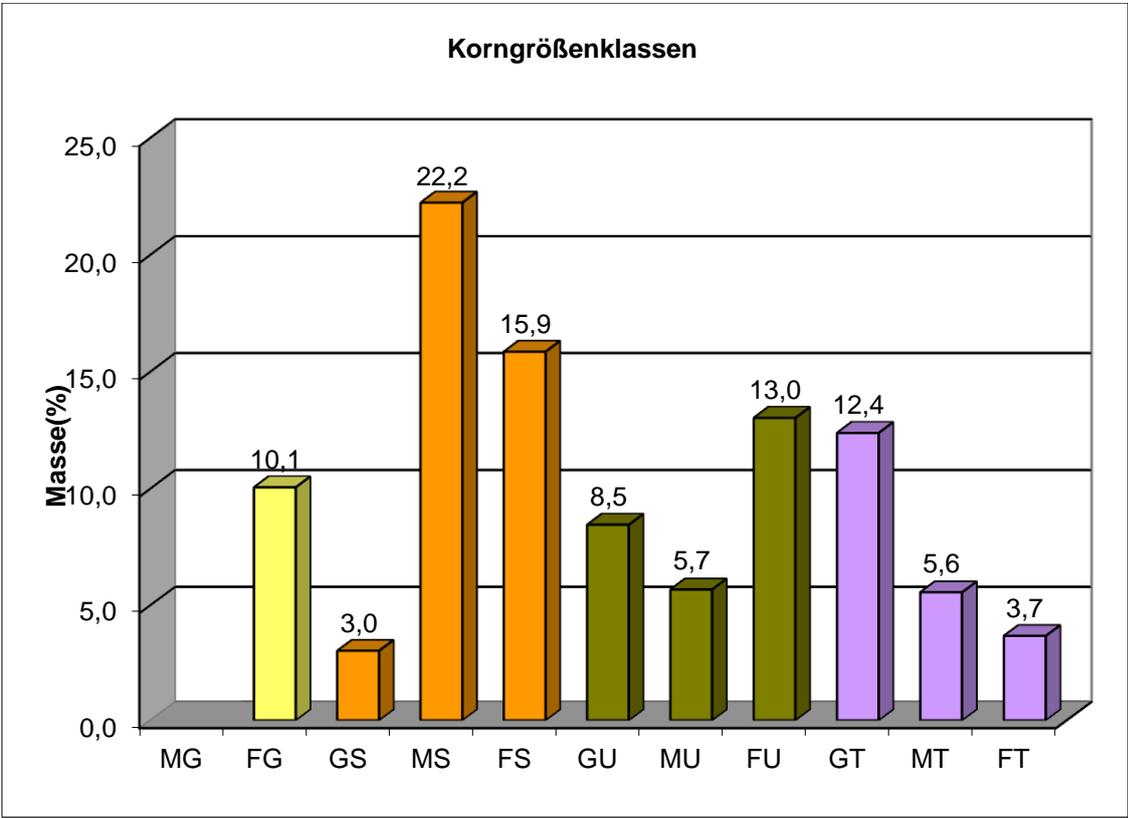
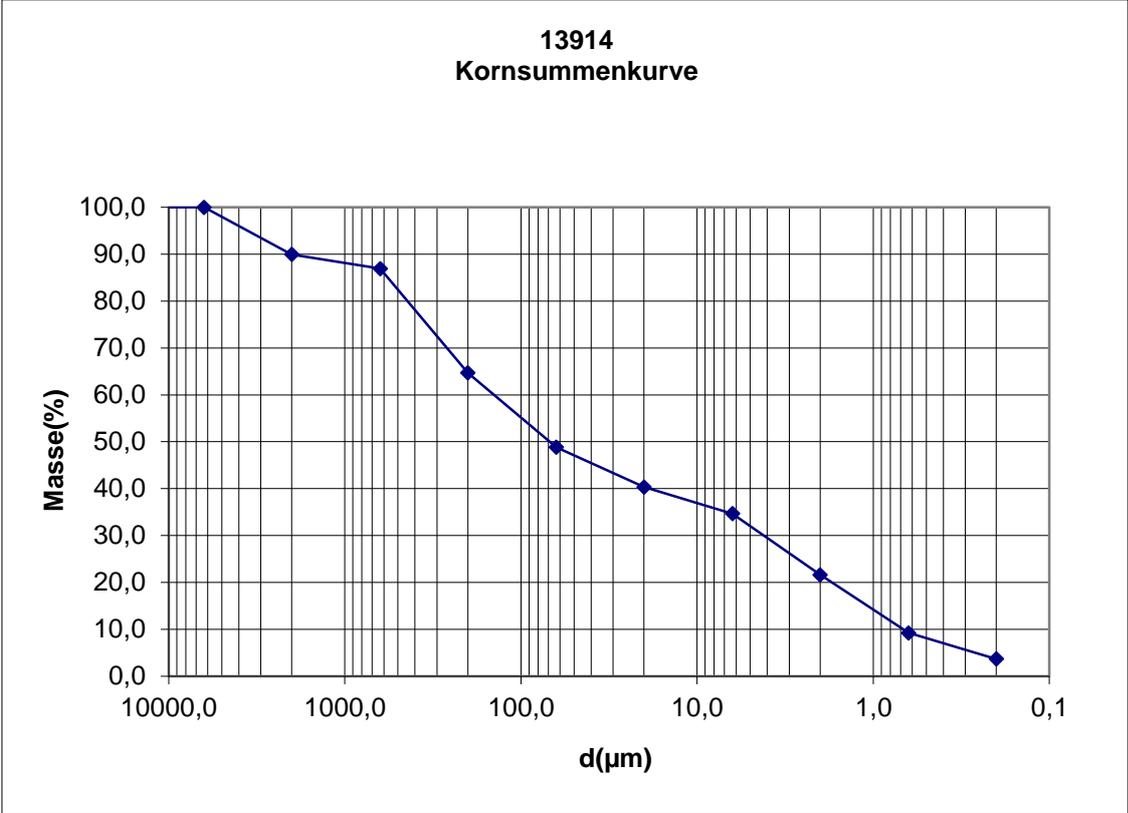
Anhang 2 Korngrößenverteilungen

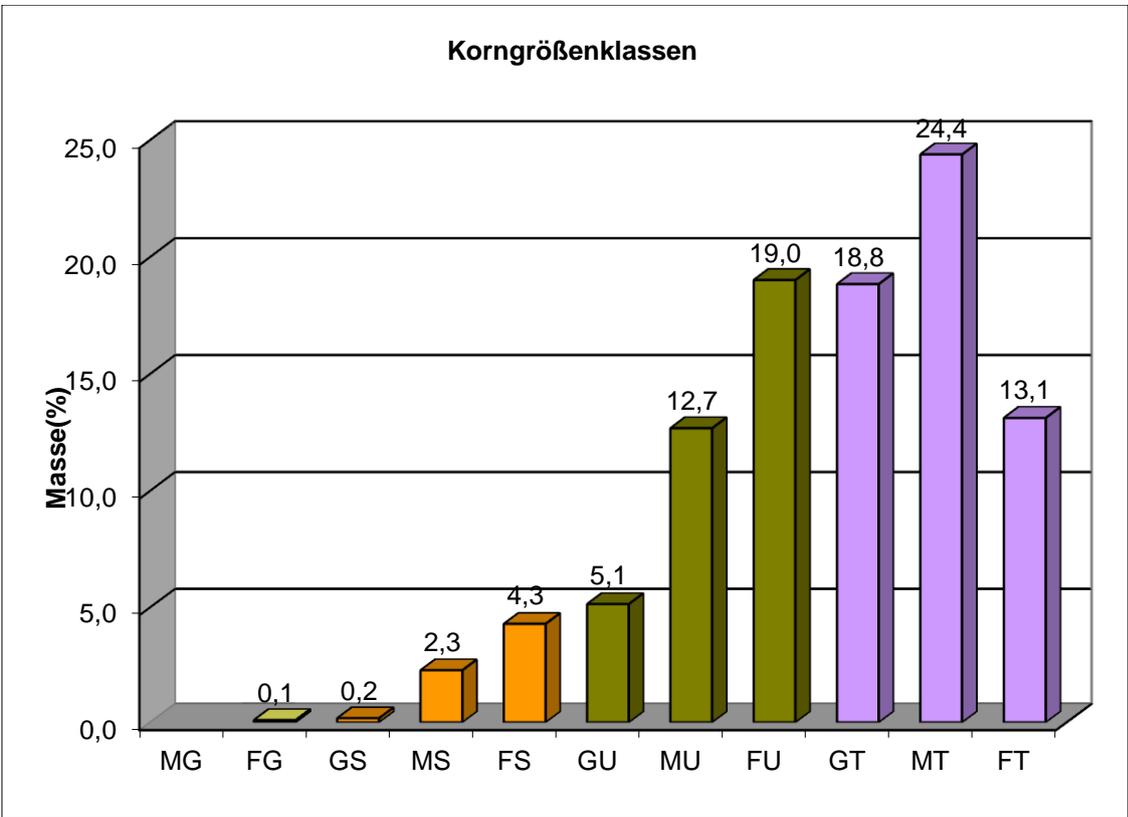
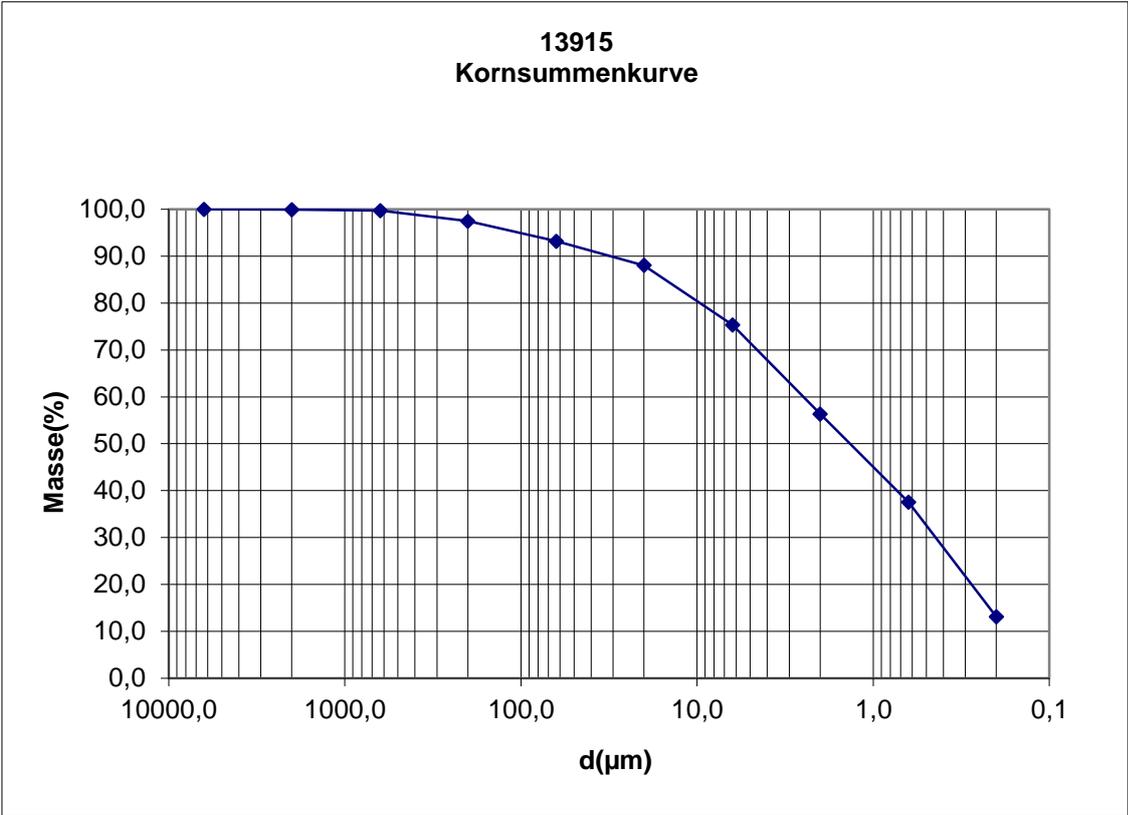


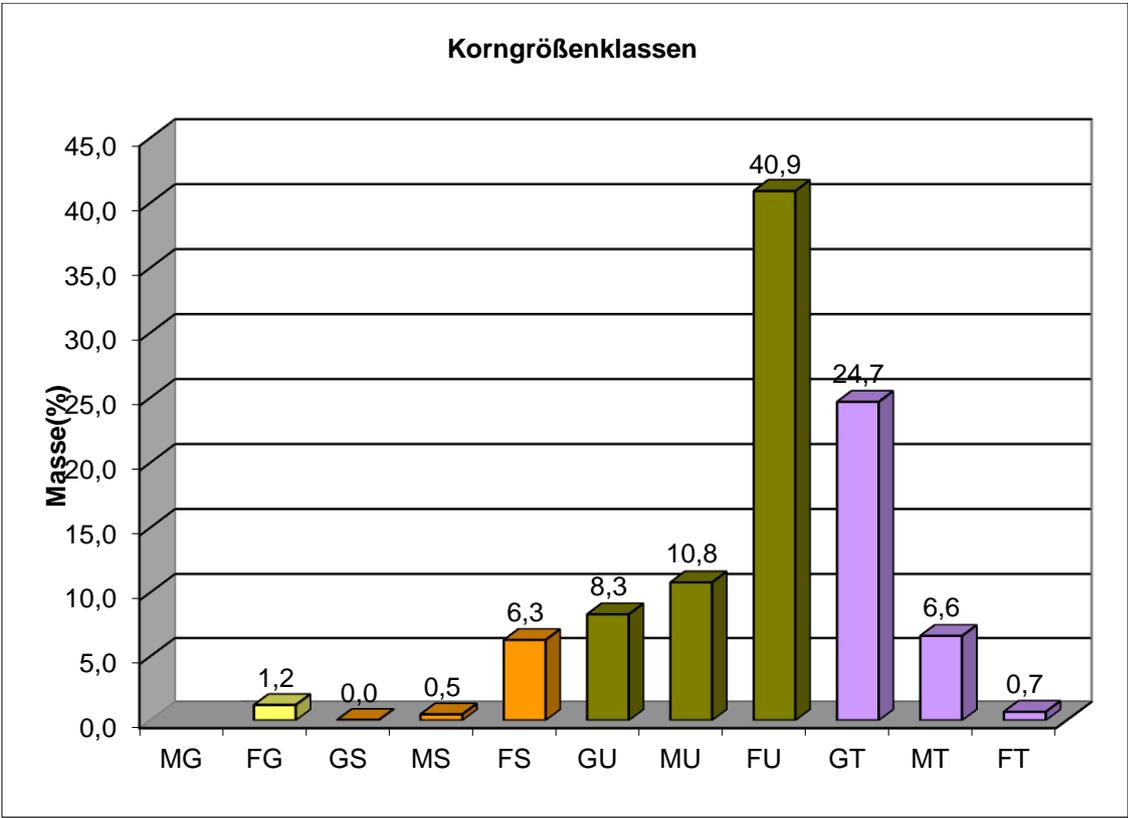
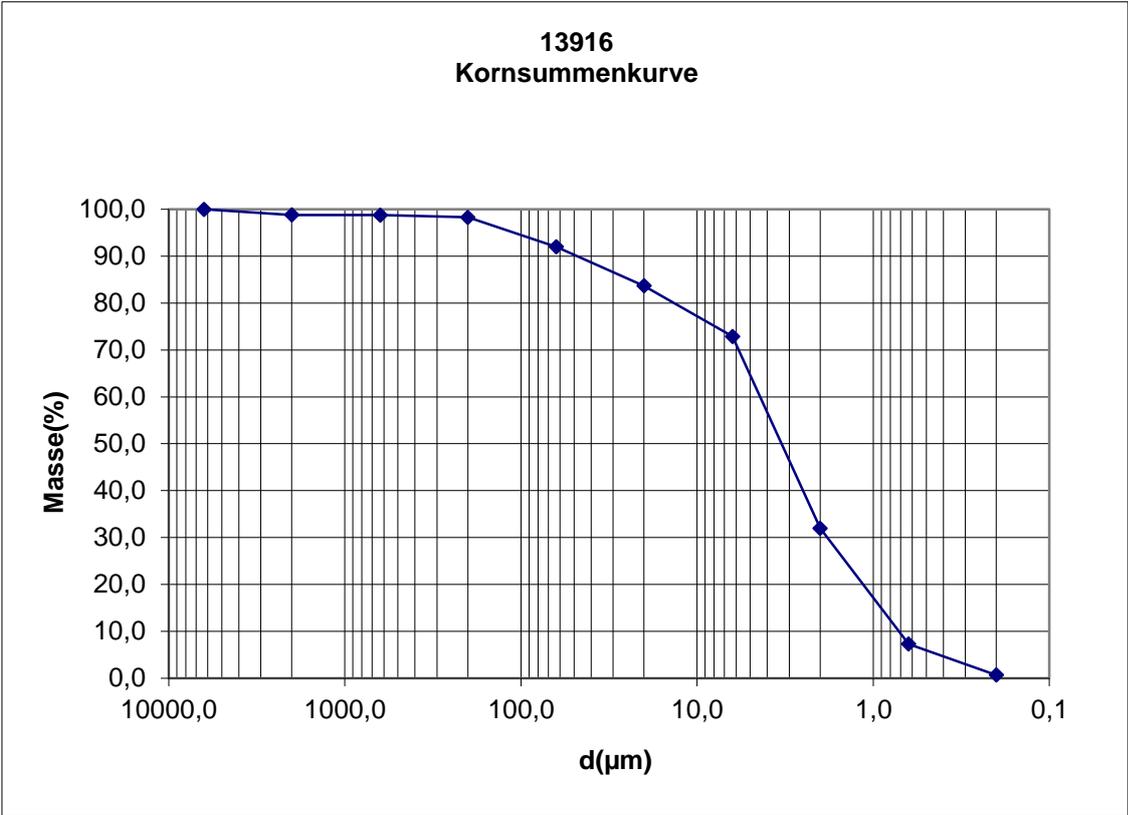


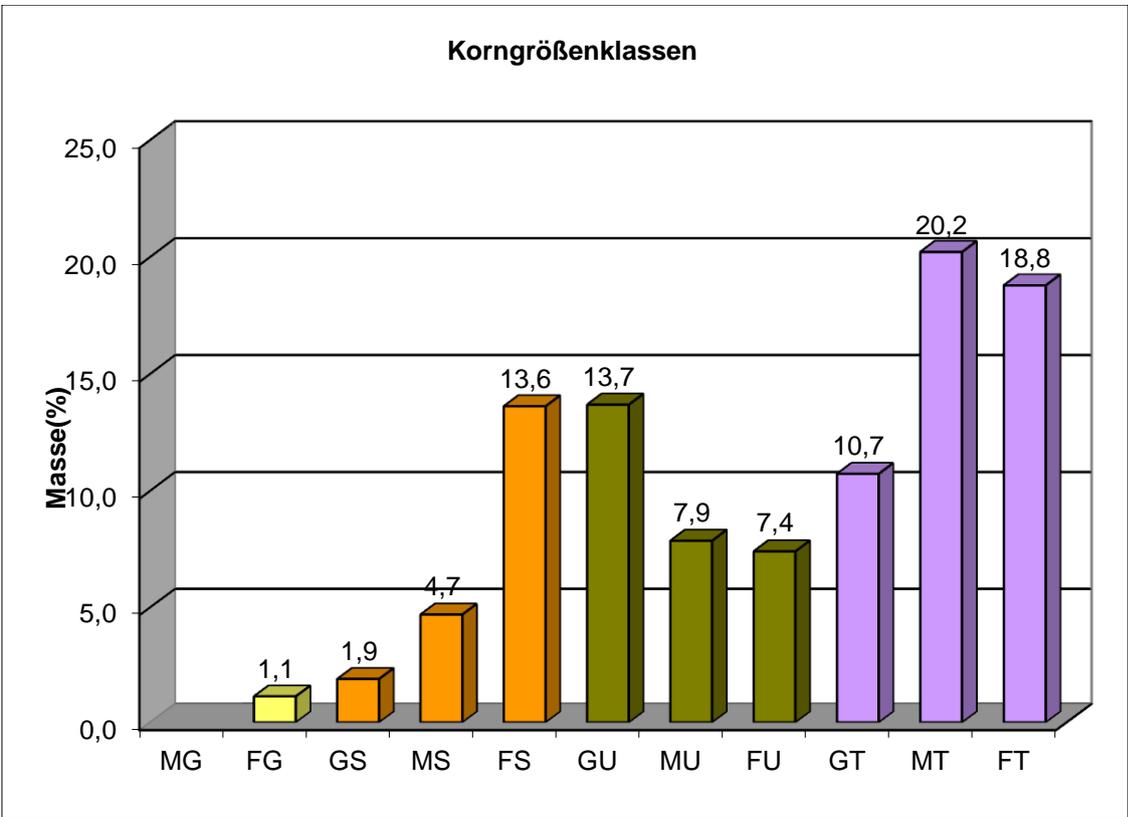
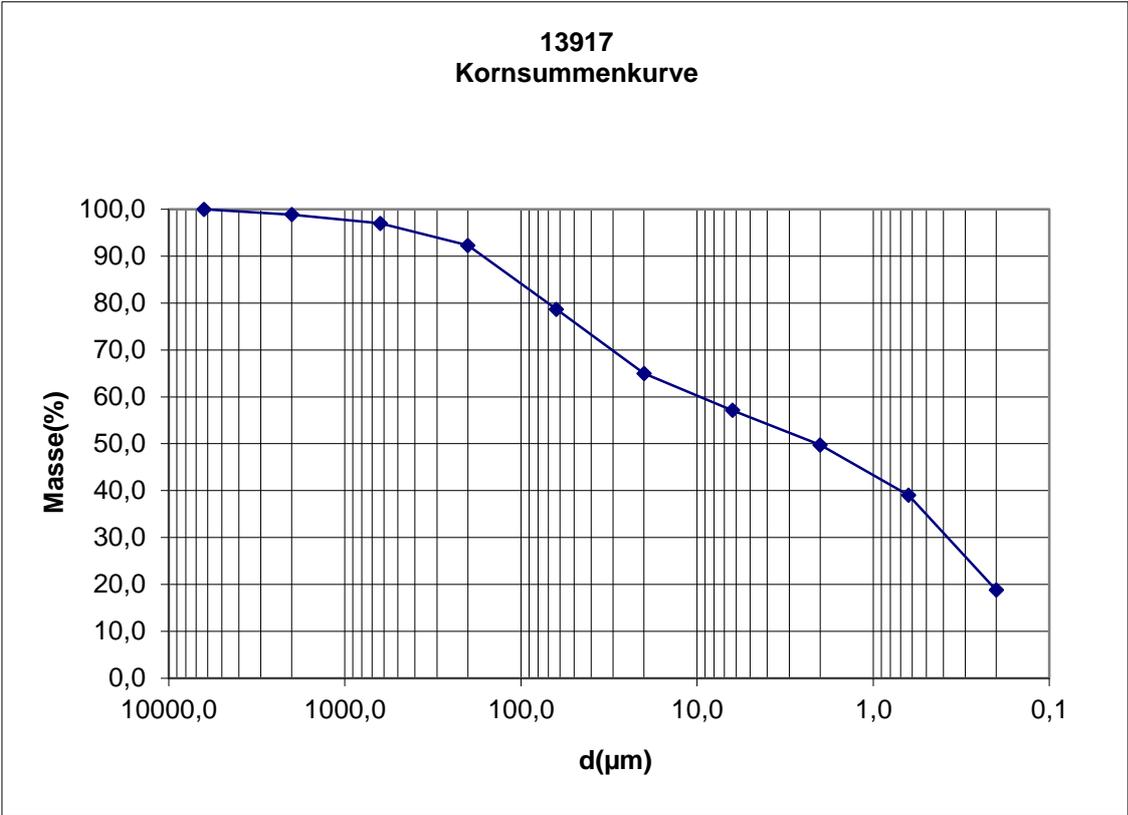


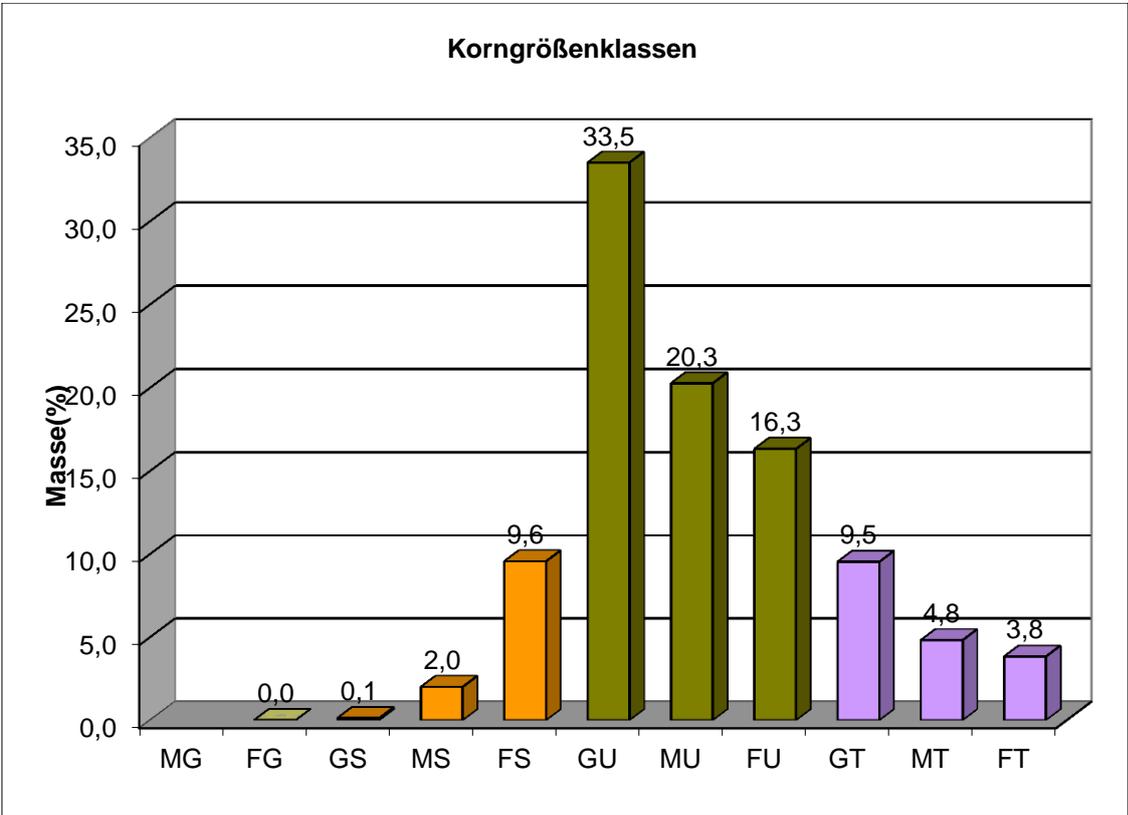
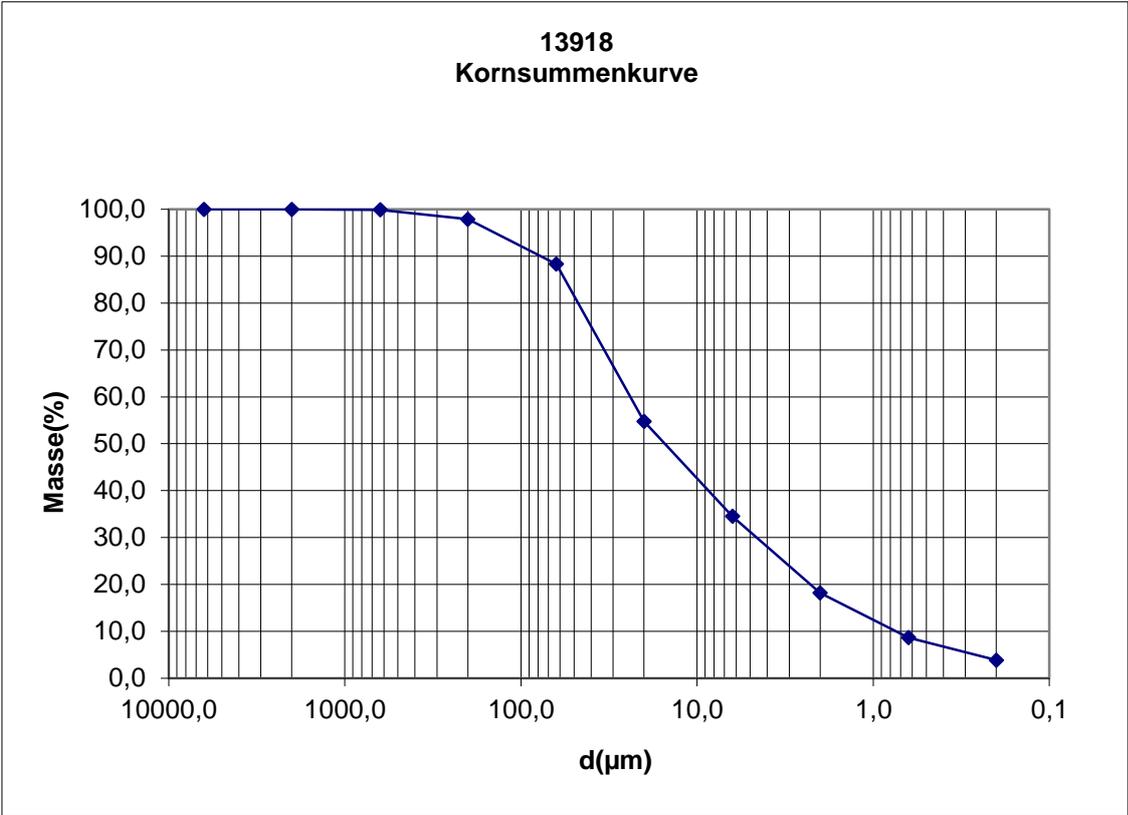


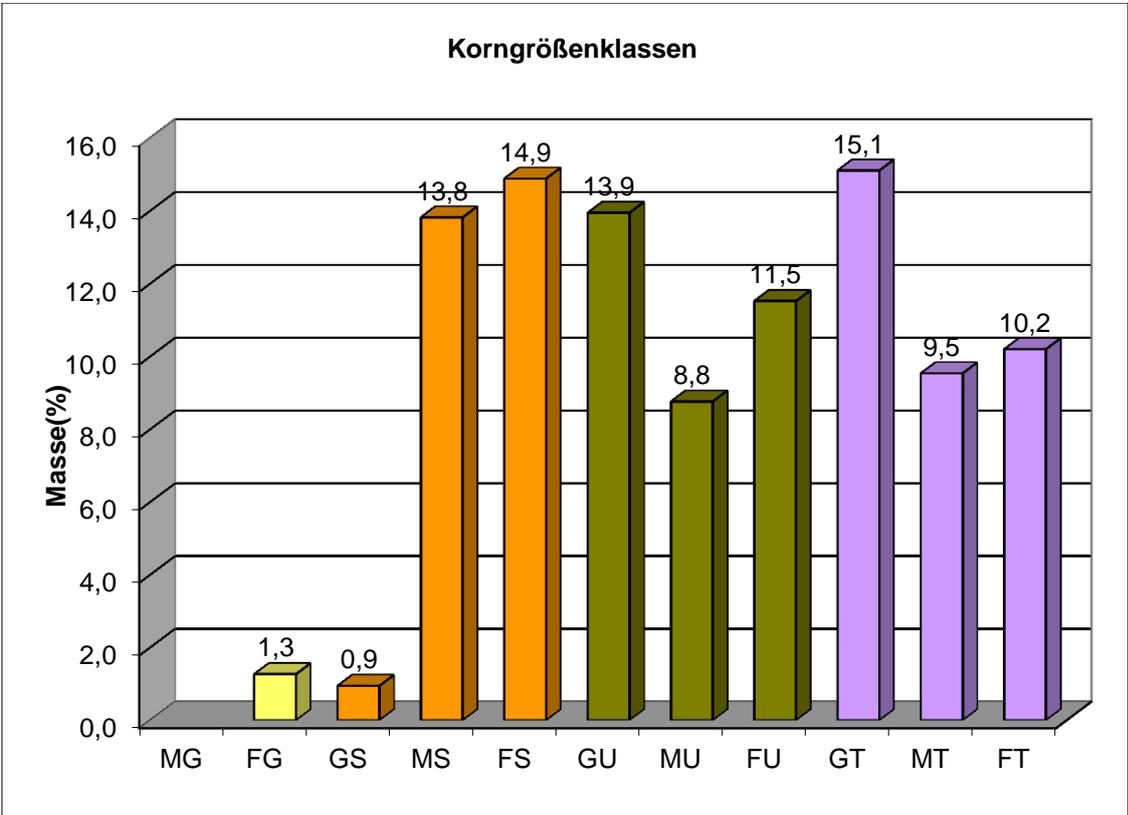
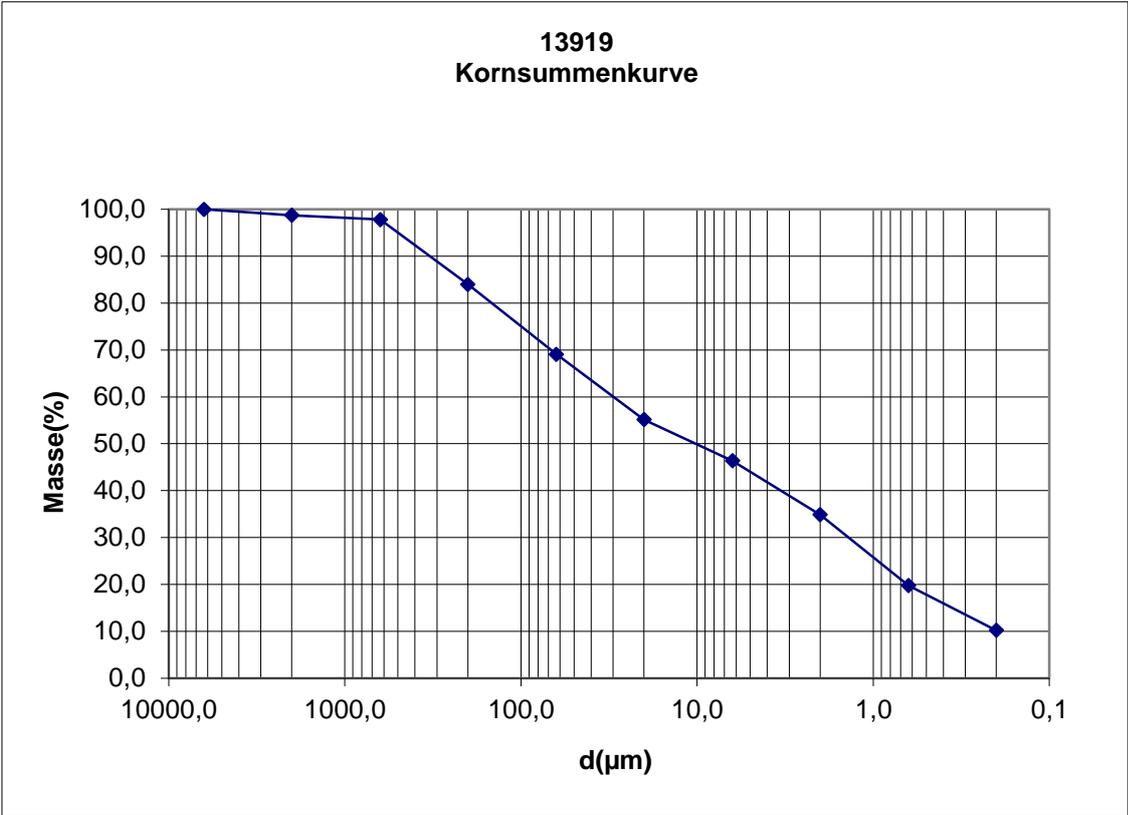


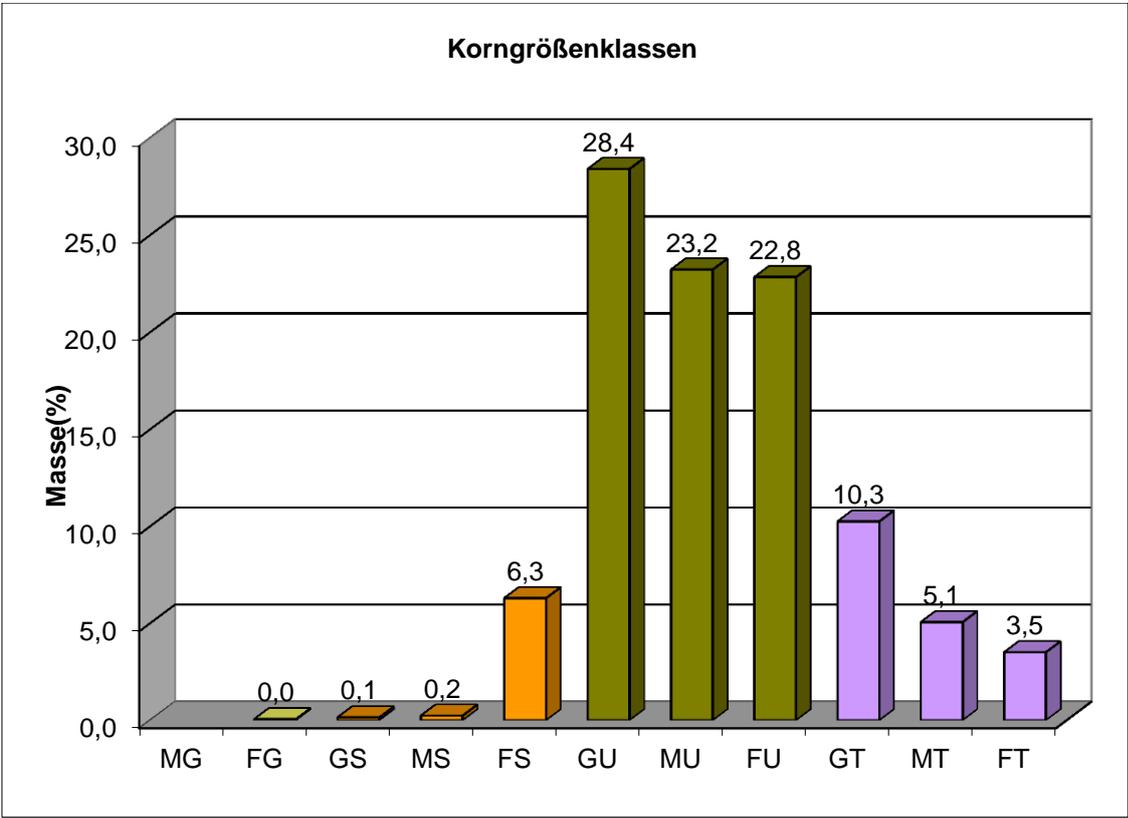
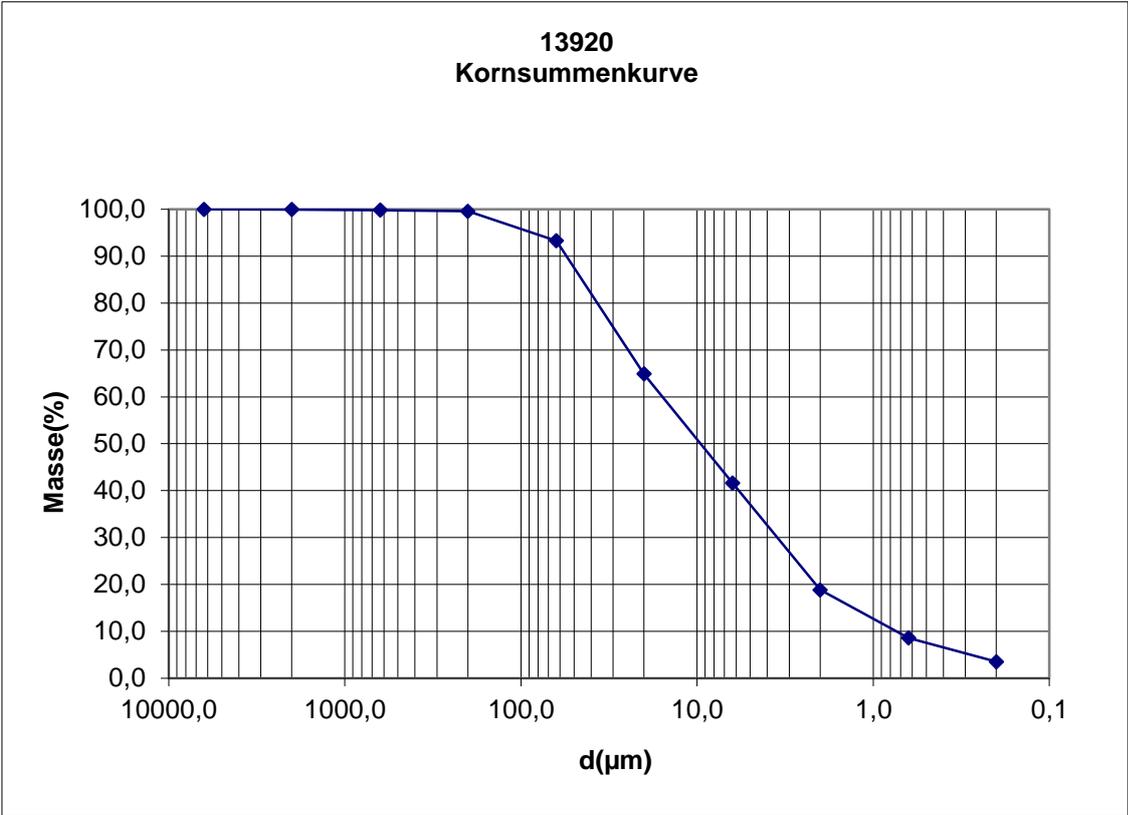


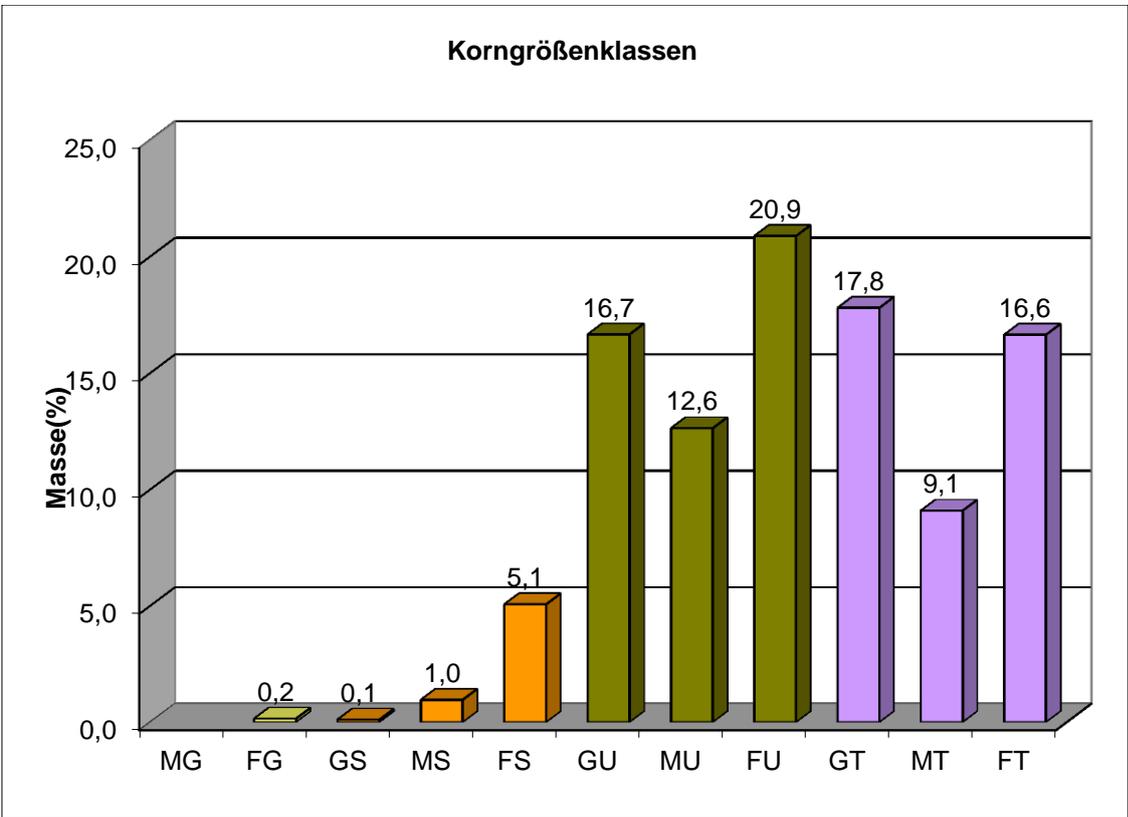
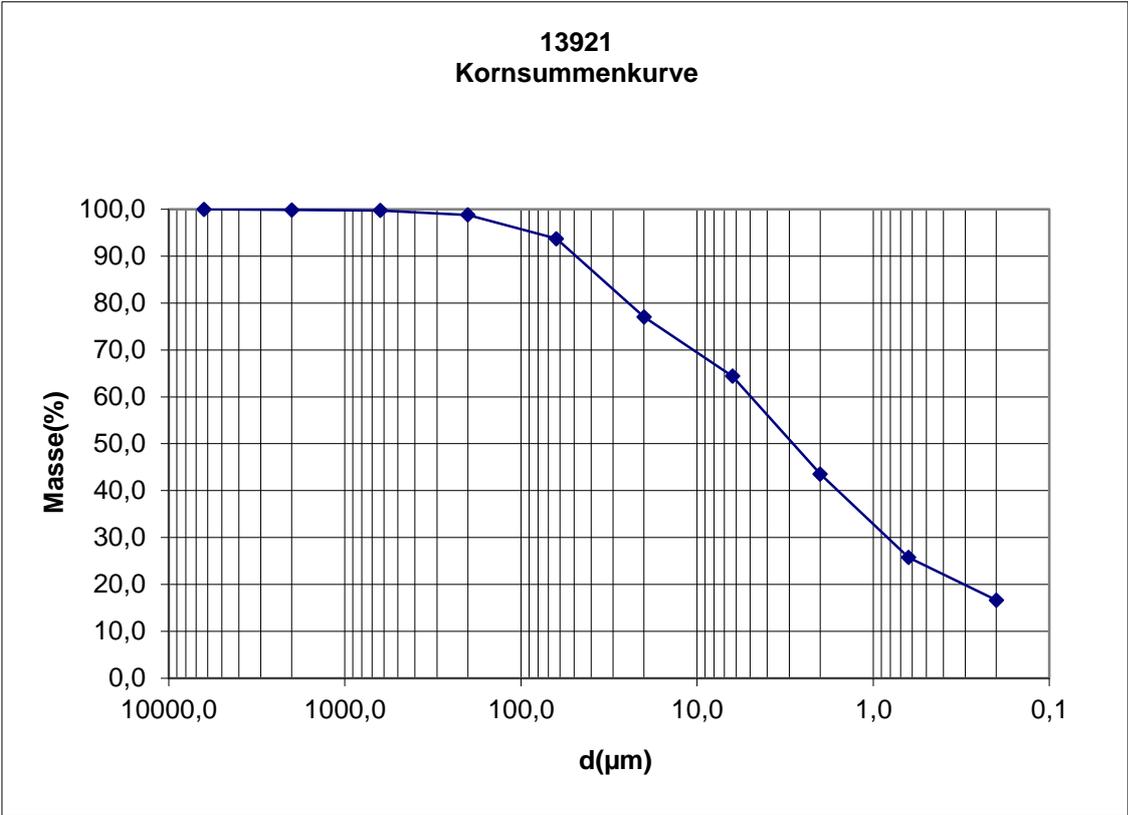


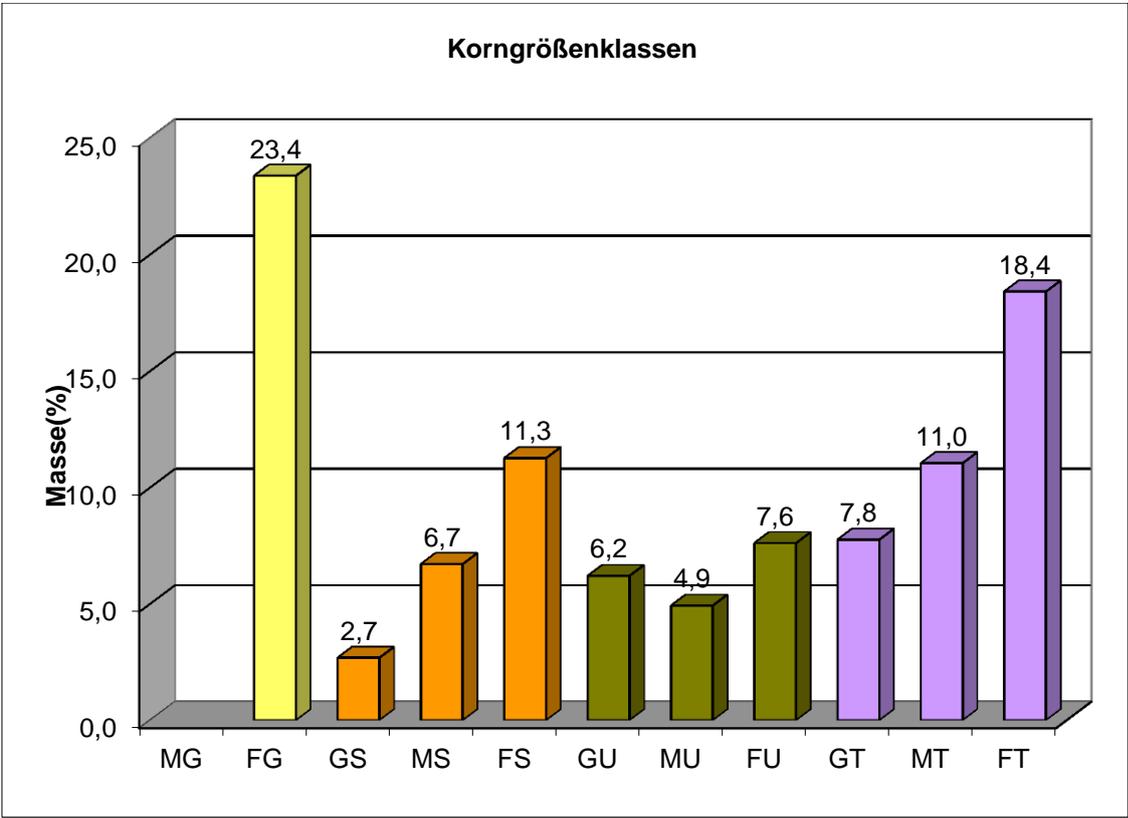
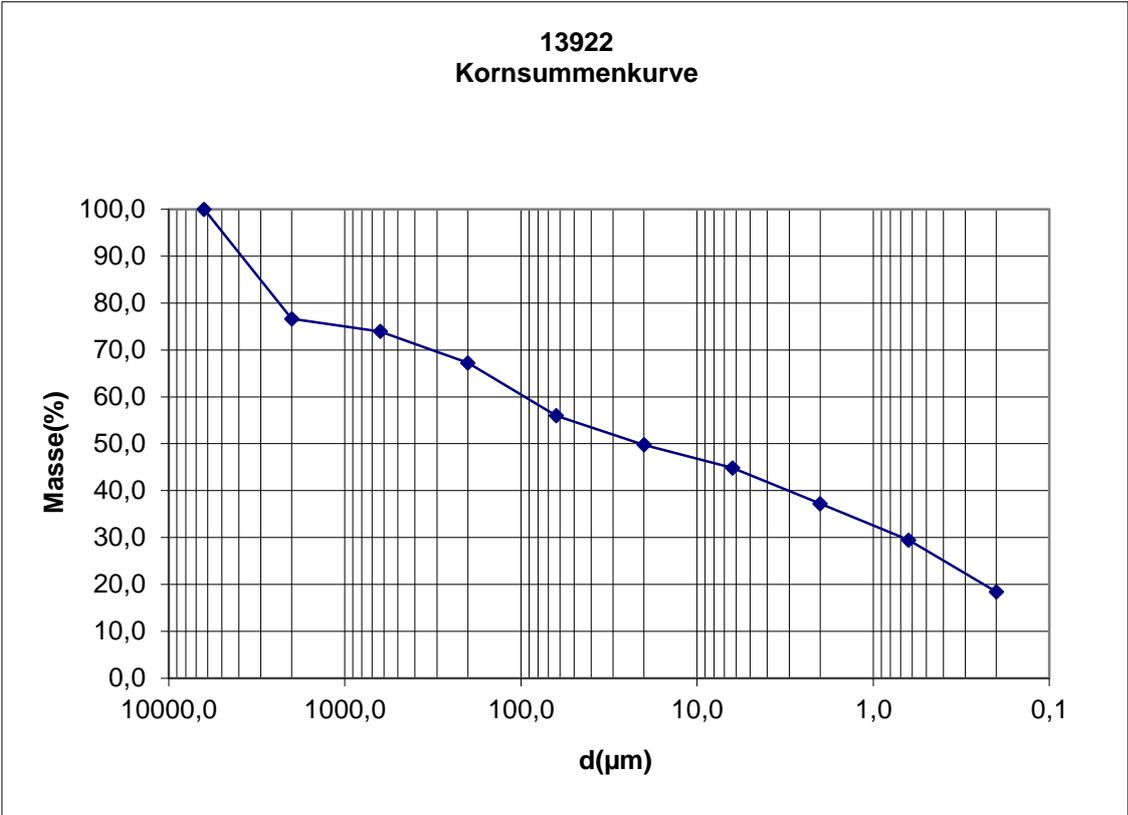


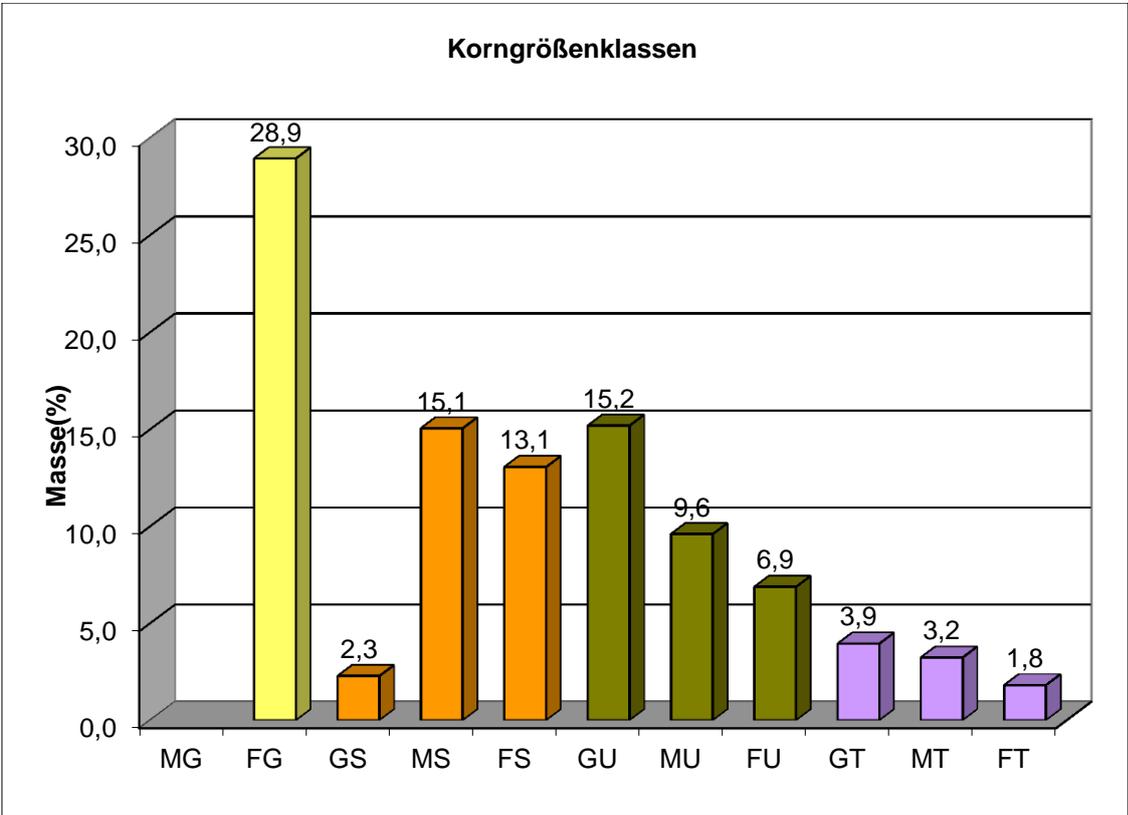
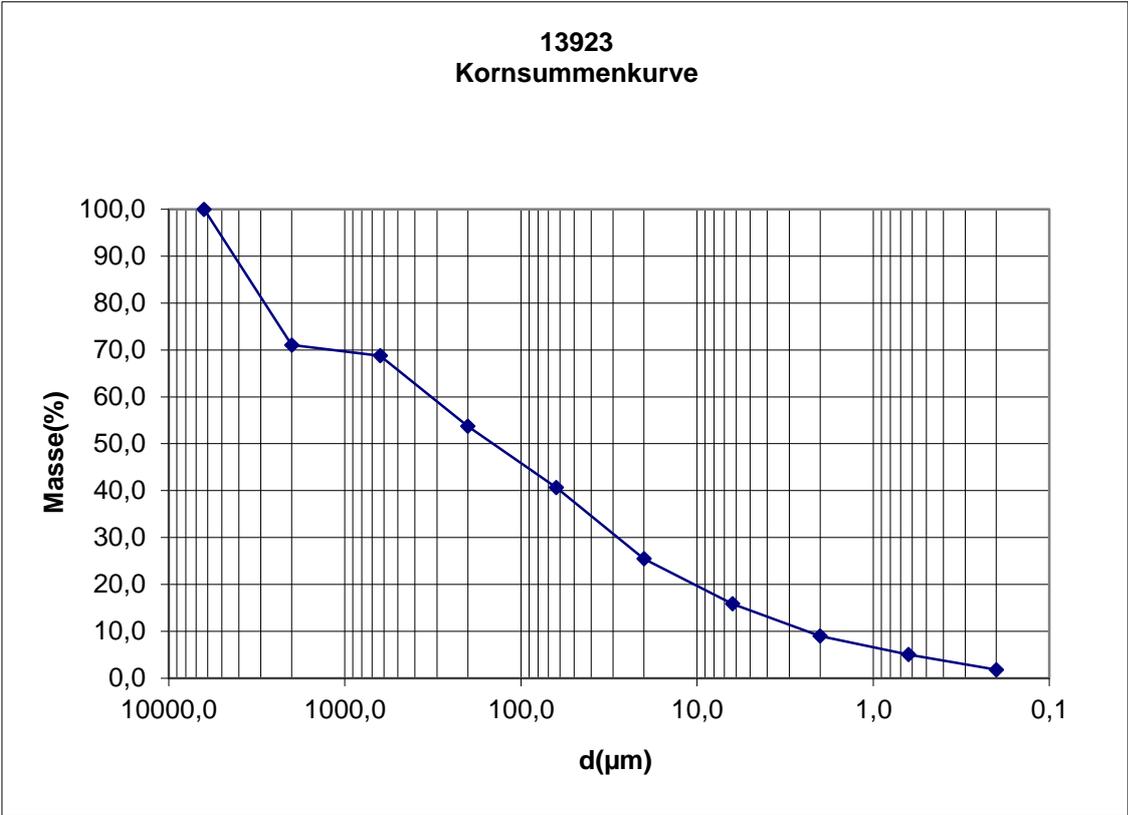


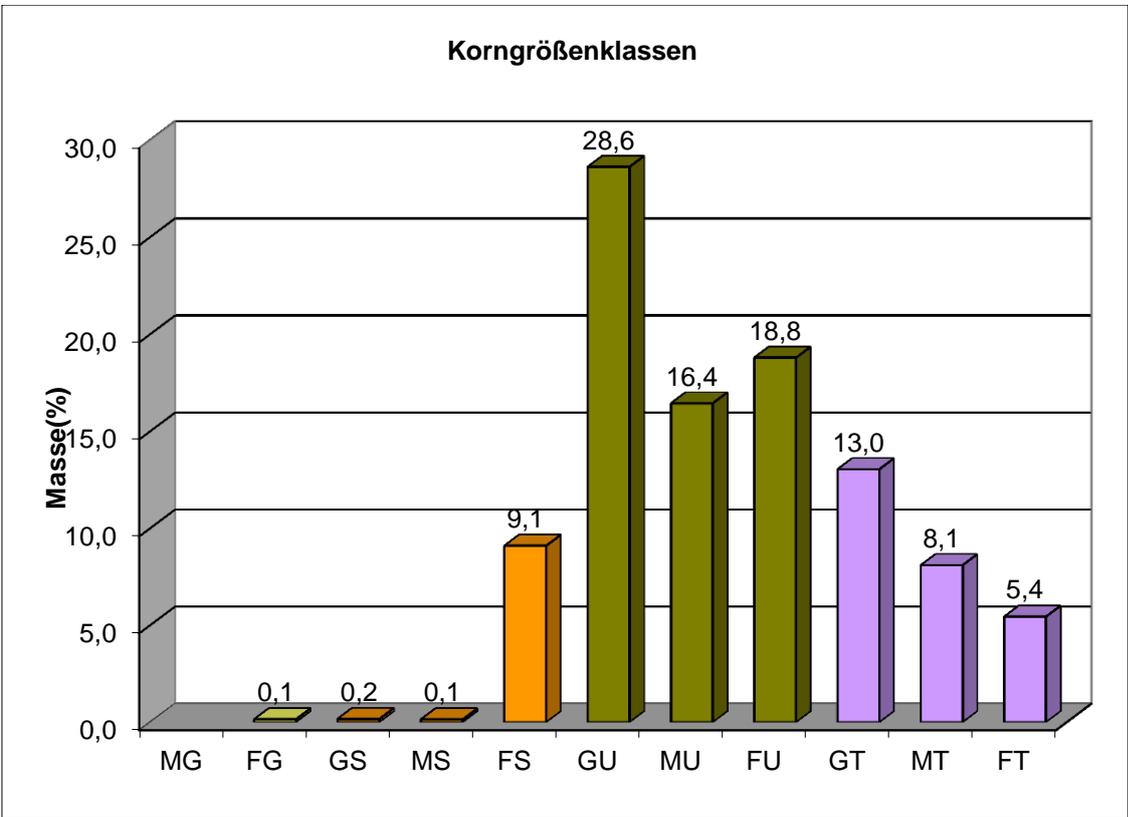
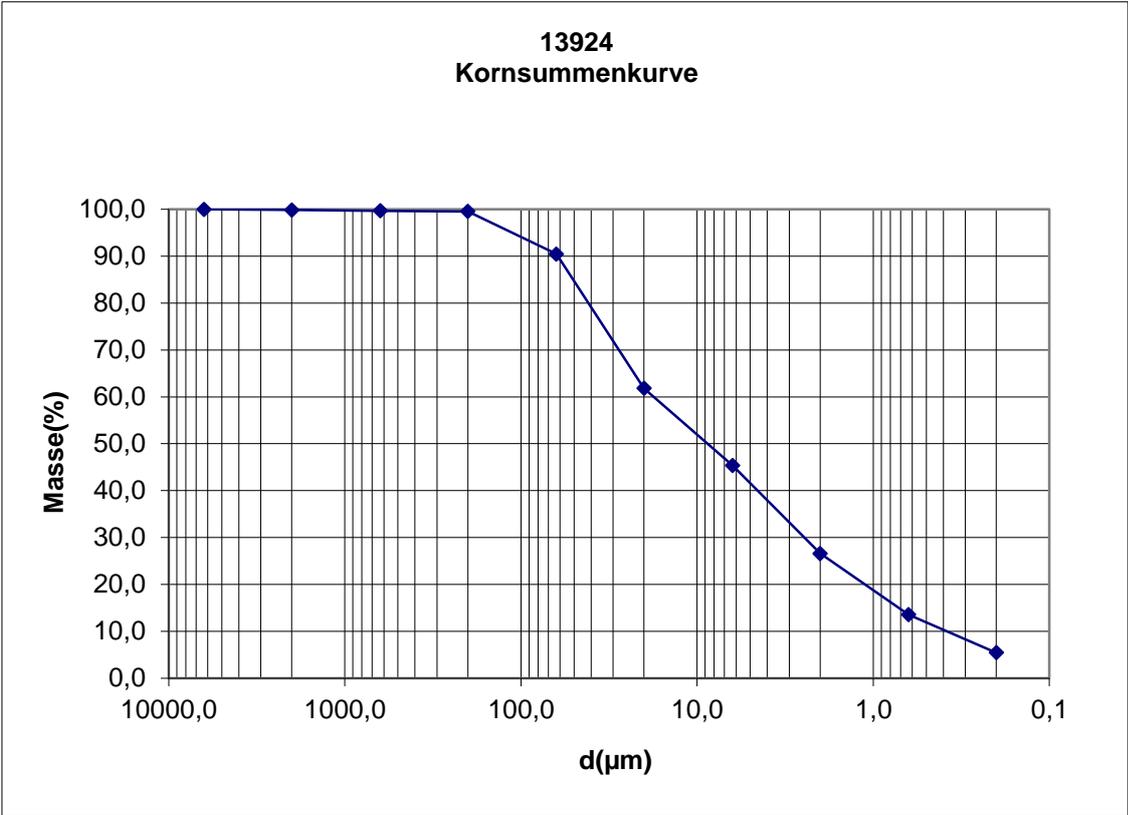






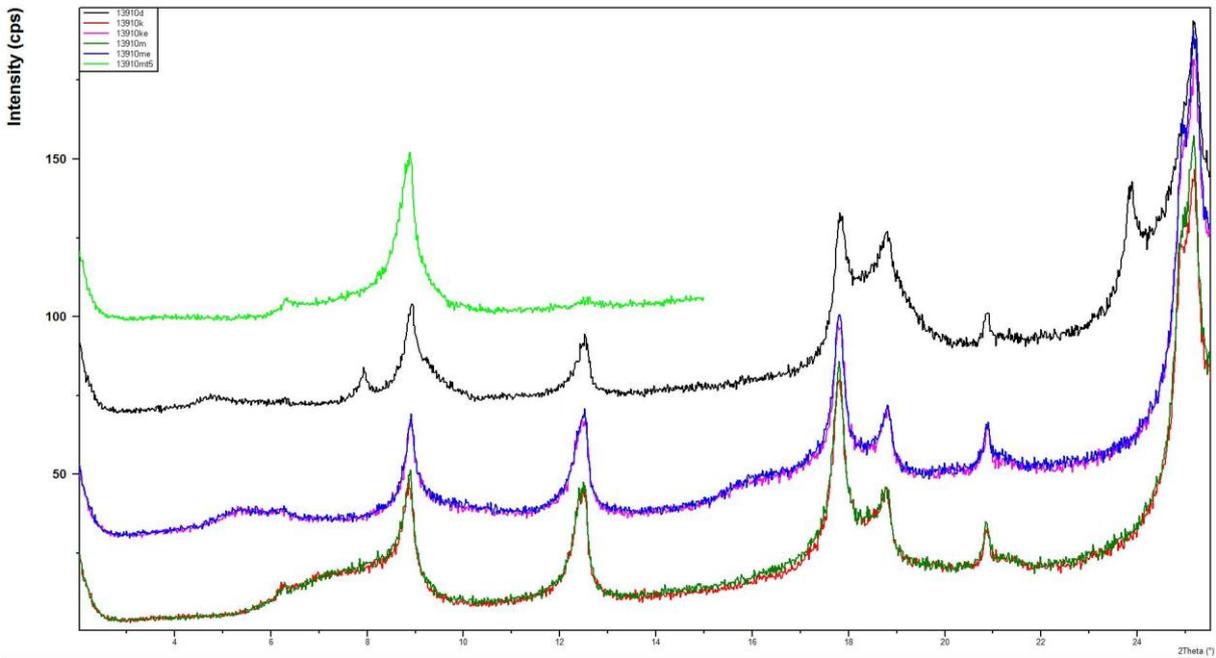




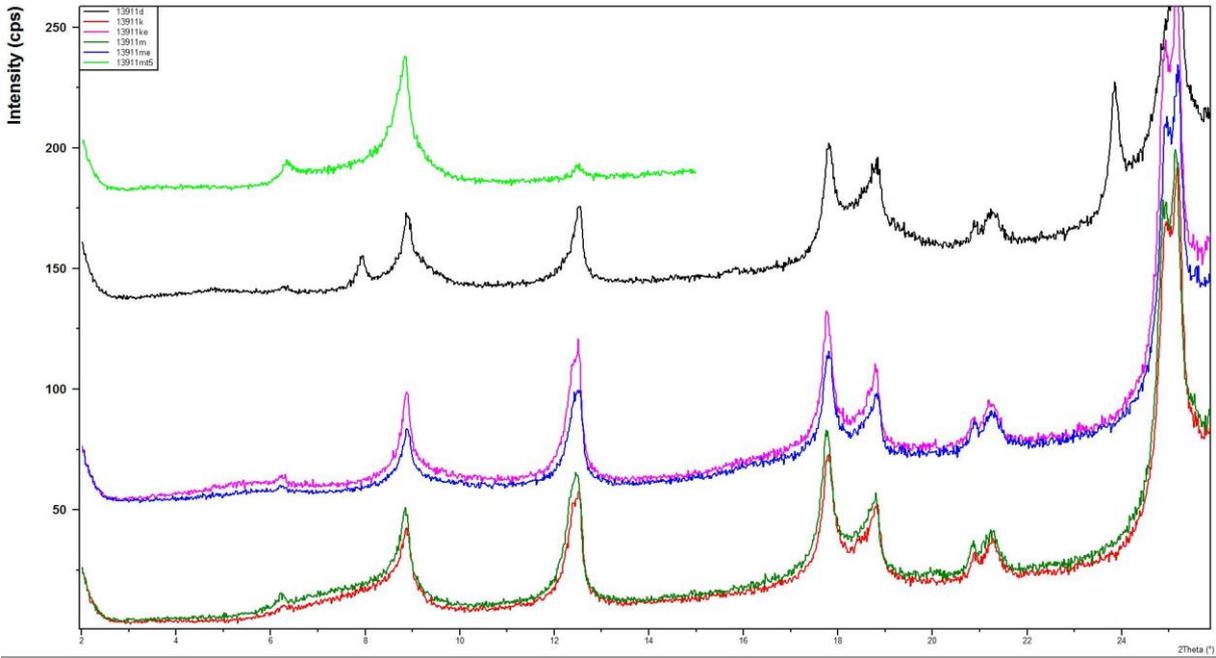


Anhang 3 Röntgendiffraktogramme

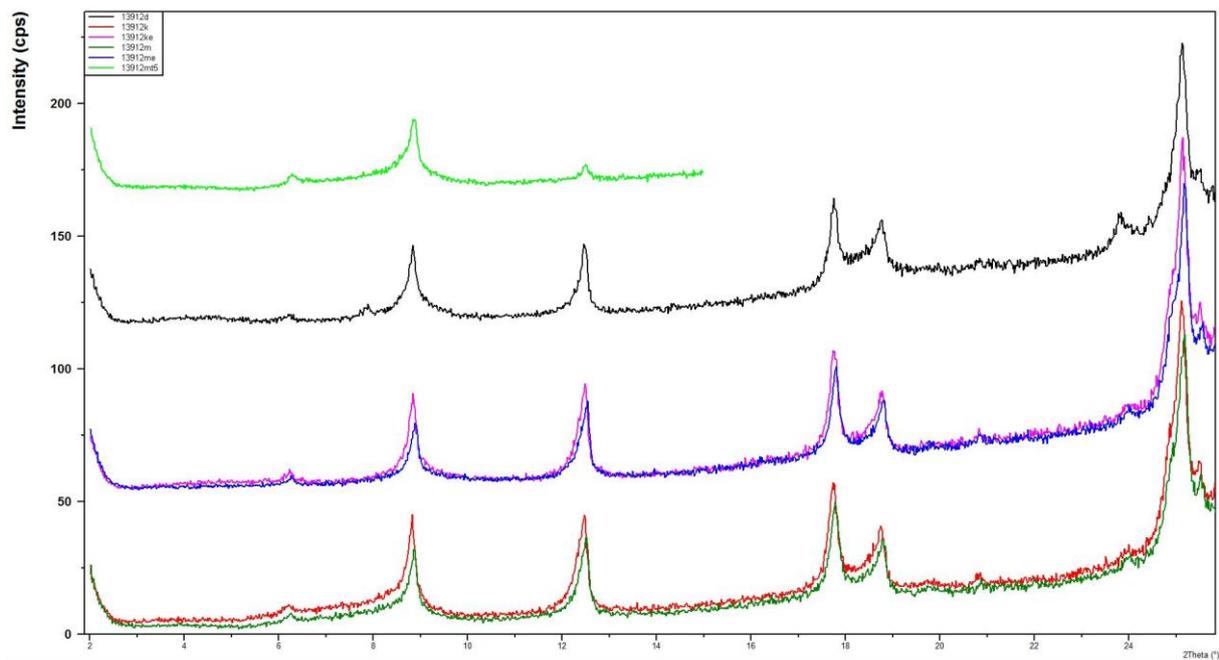
Röntgendiffraktogramm 13910



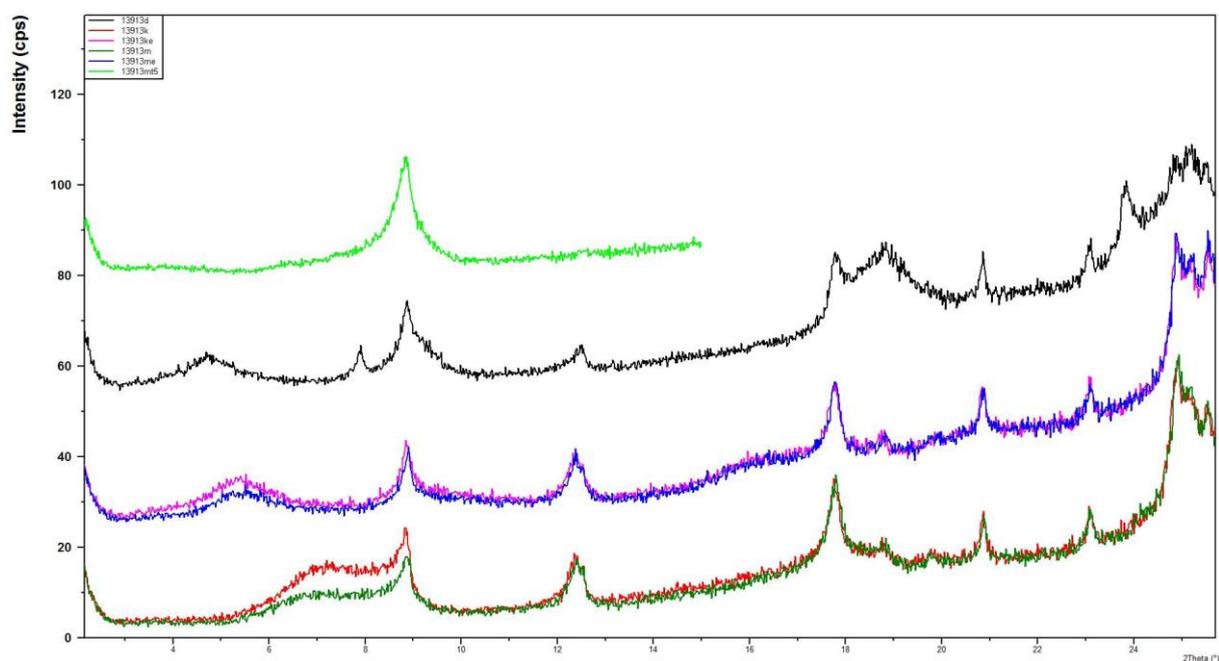
Röntgendiffraktogramm 13911



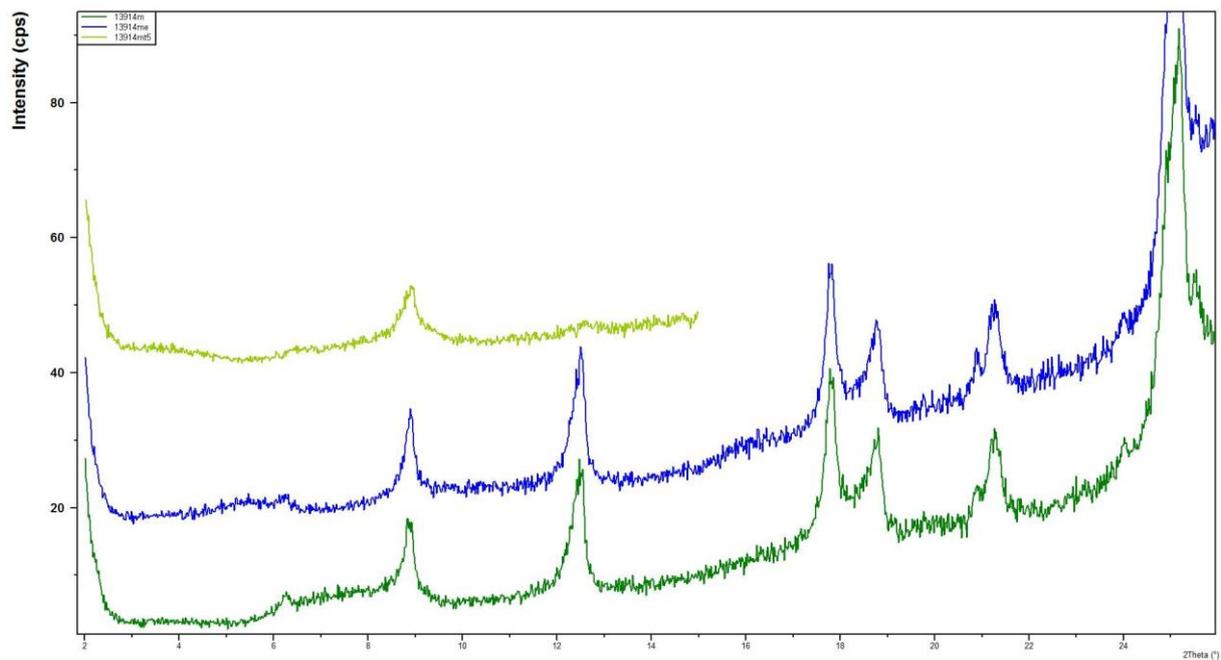
Röntgendiffraktogramm 13912



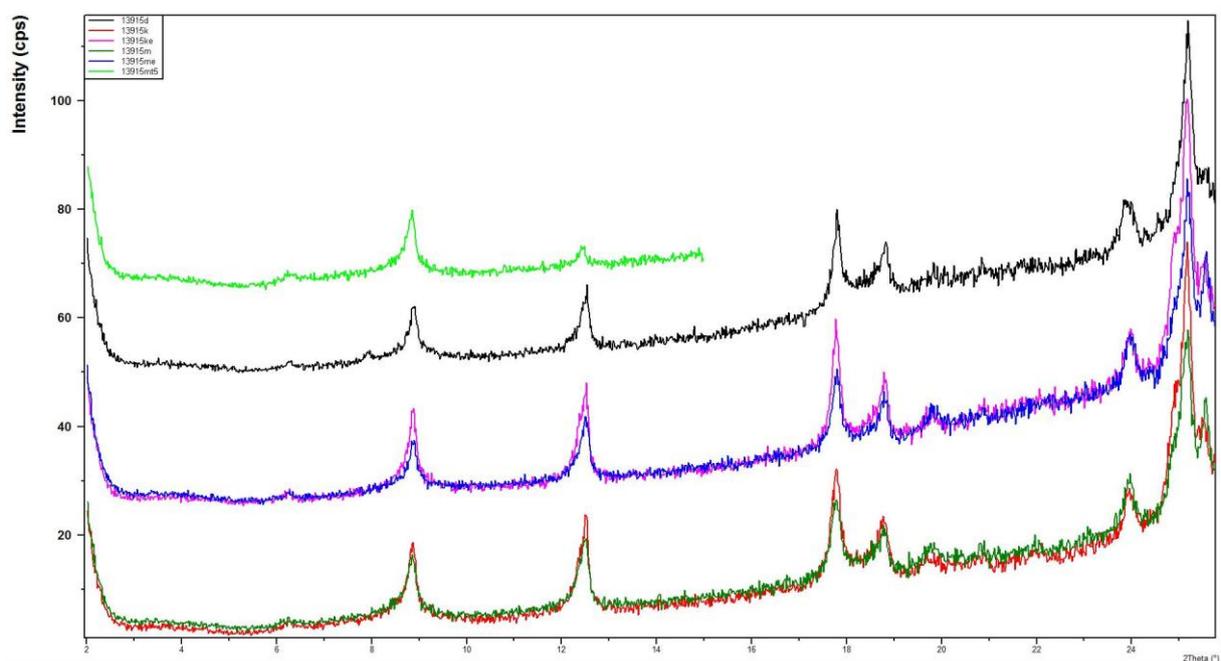
Röntgendiffraktogramm 13913



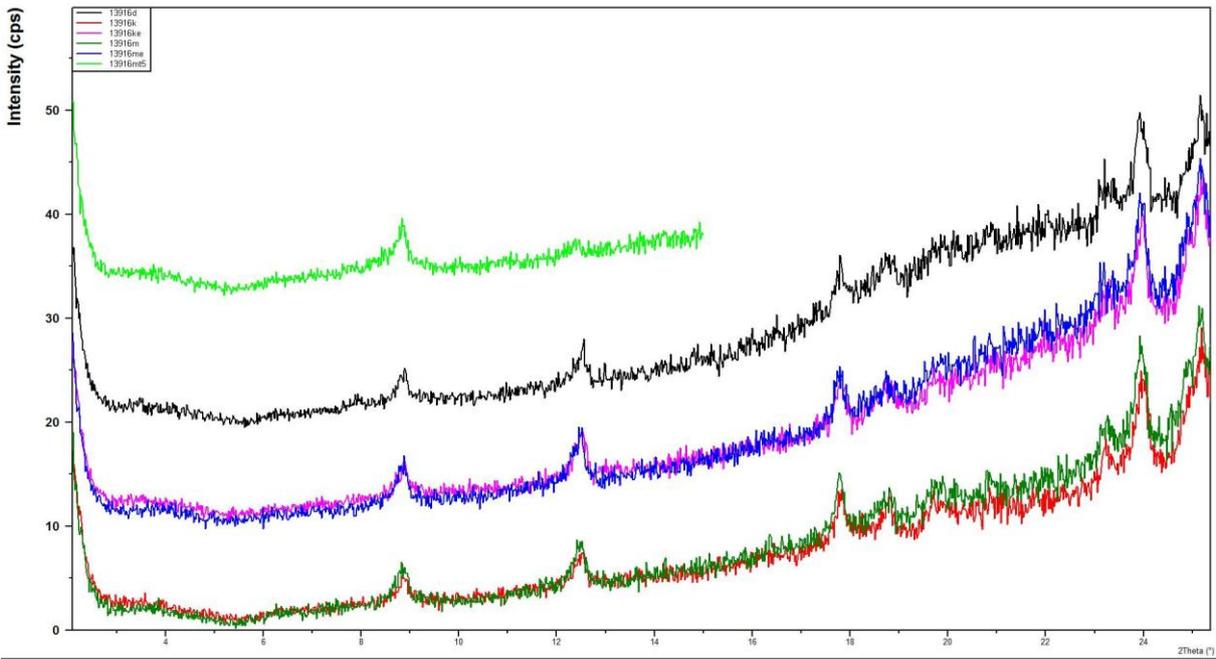
Röntgendiffraktogramm 13914



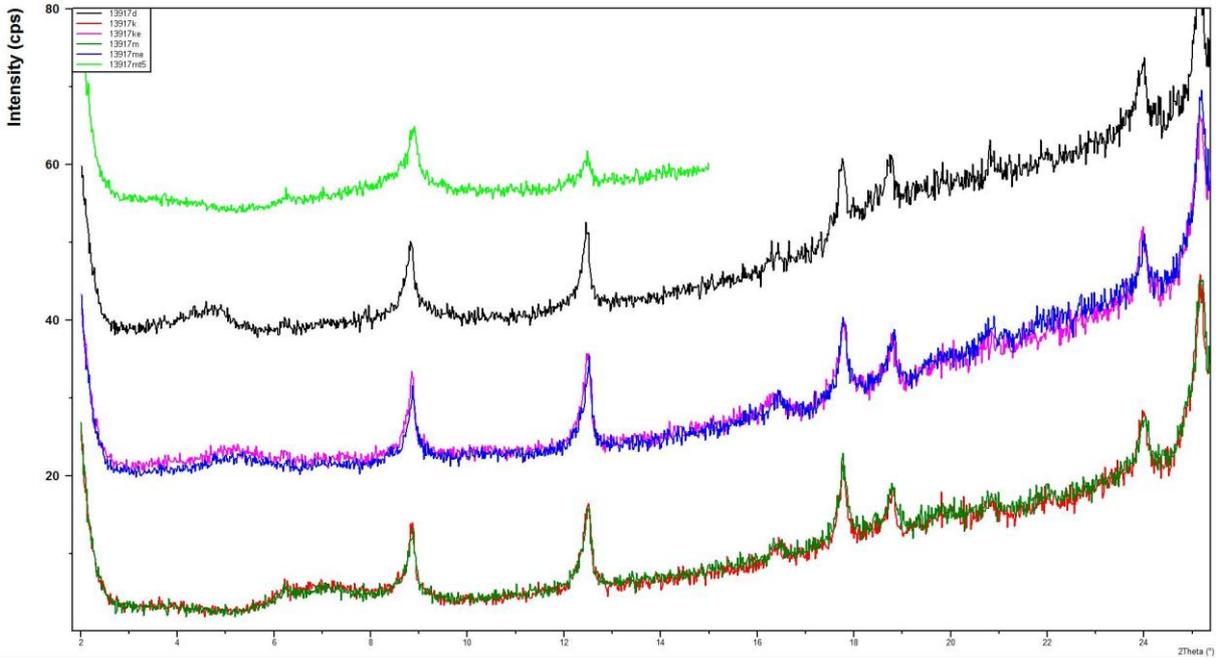
Röntgendiffraktogramm 13915



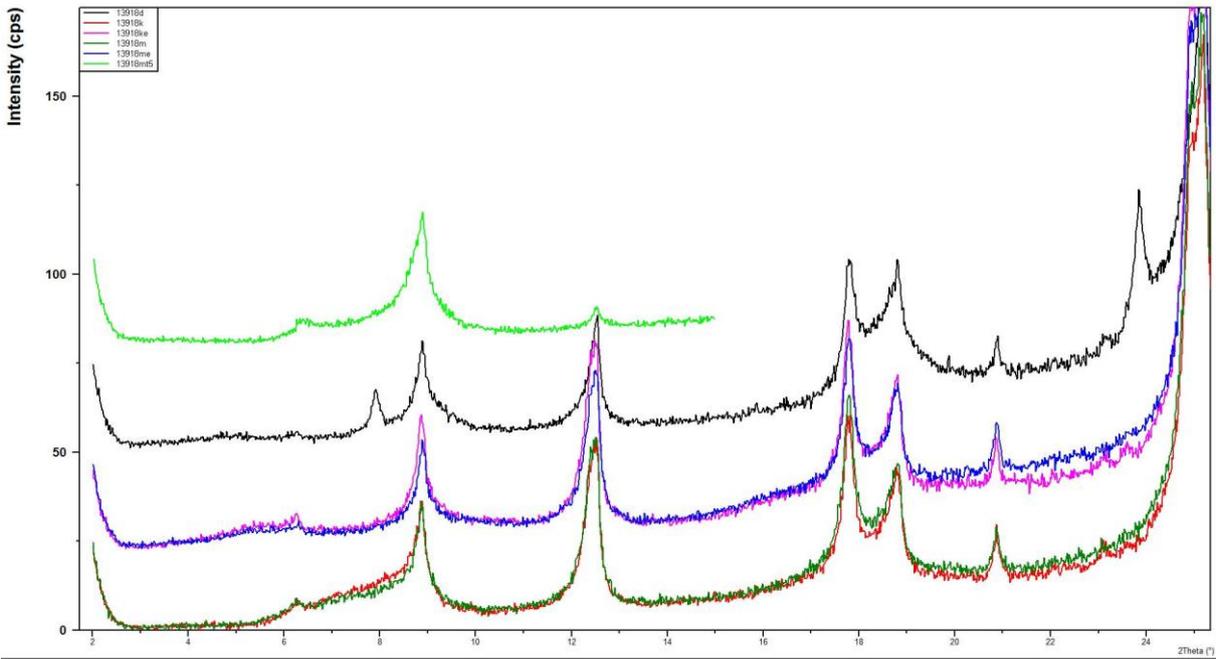
Röntgendiffraktogramm 13916



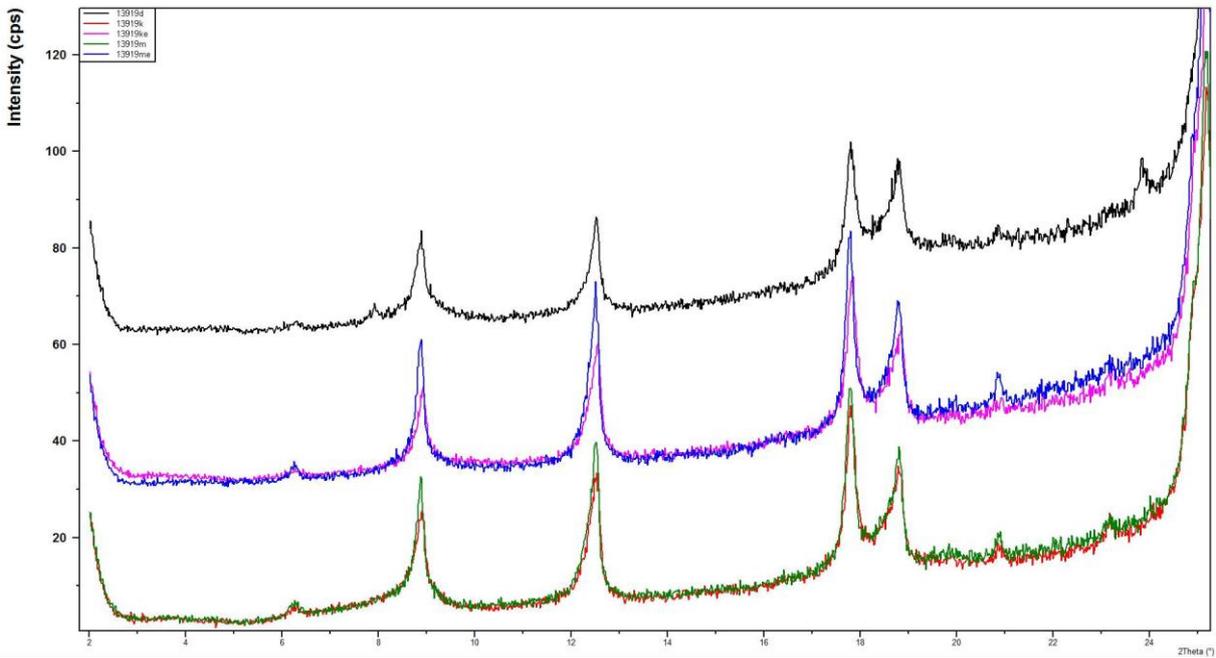
Röntgendiffraktogramm 13917



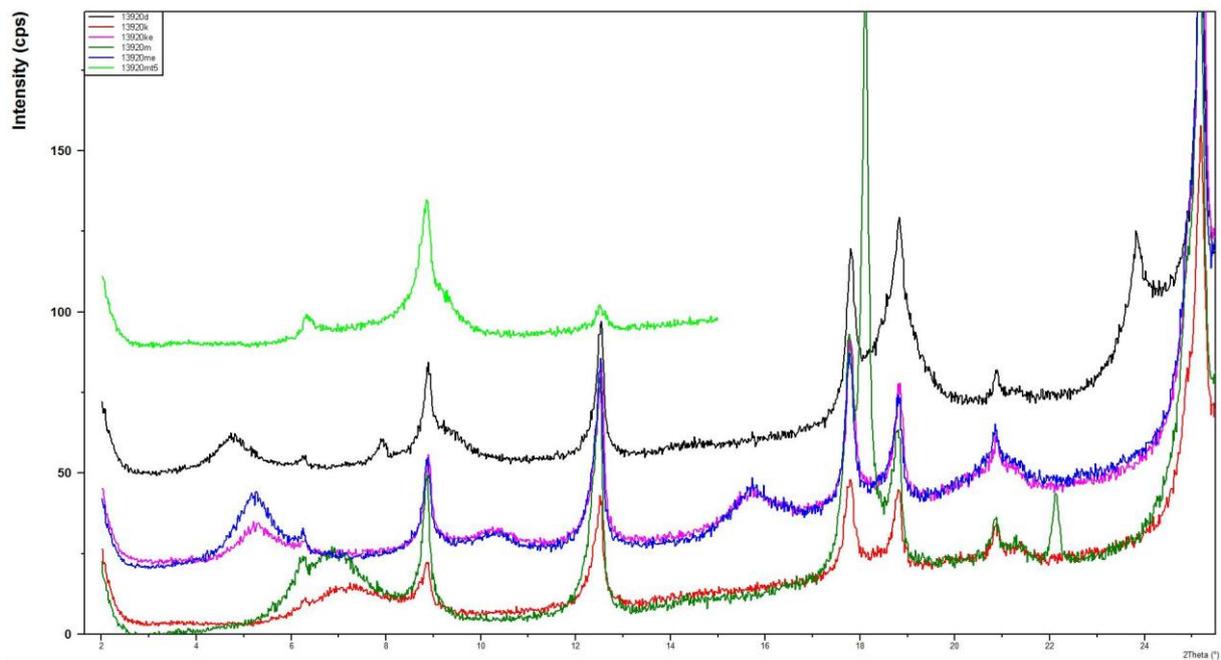
Röntgendiffraktogramm 13918



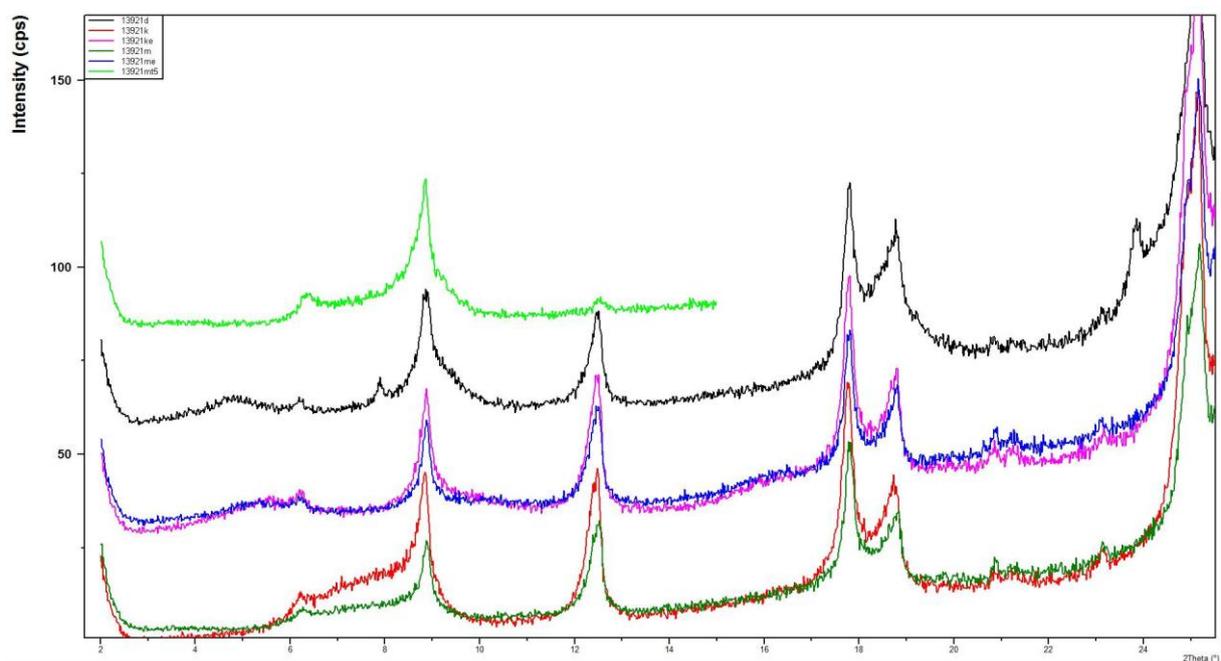
Röntgendiffraktogramm 13919



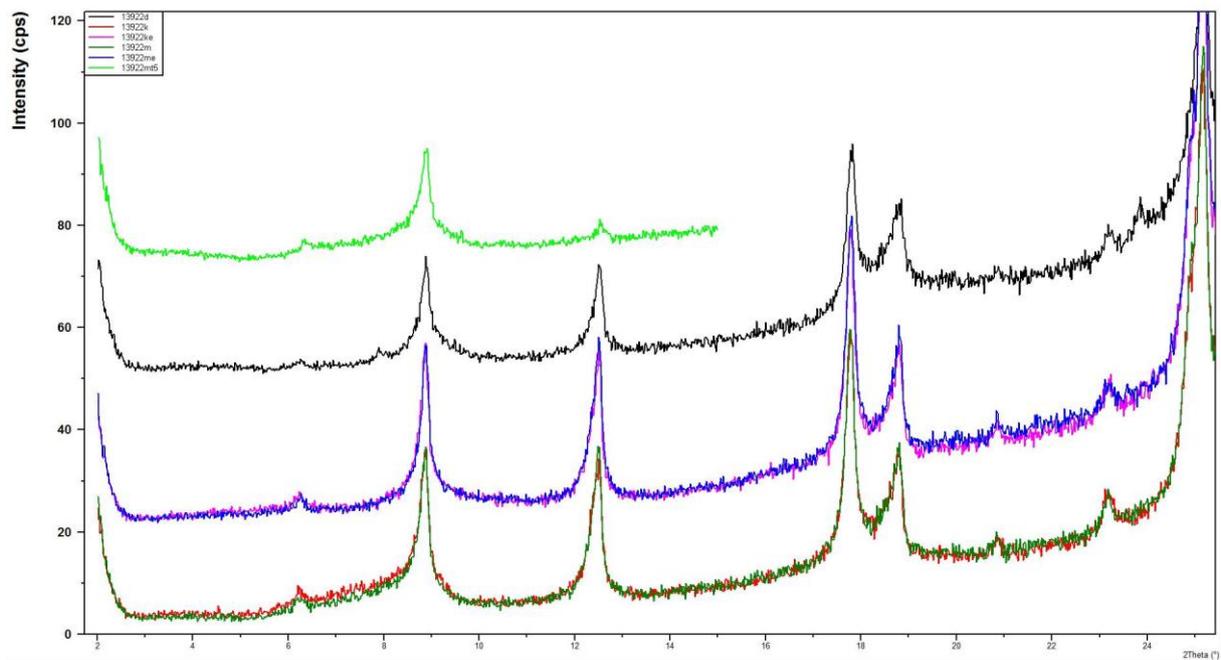
Röntgendiffraktogramm 13920



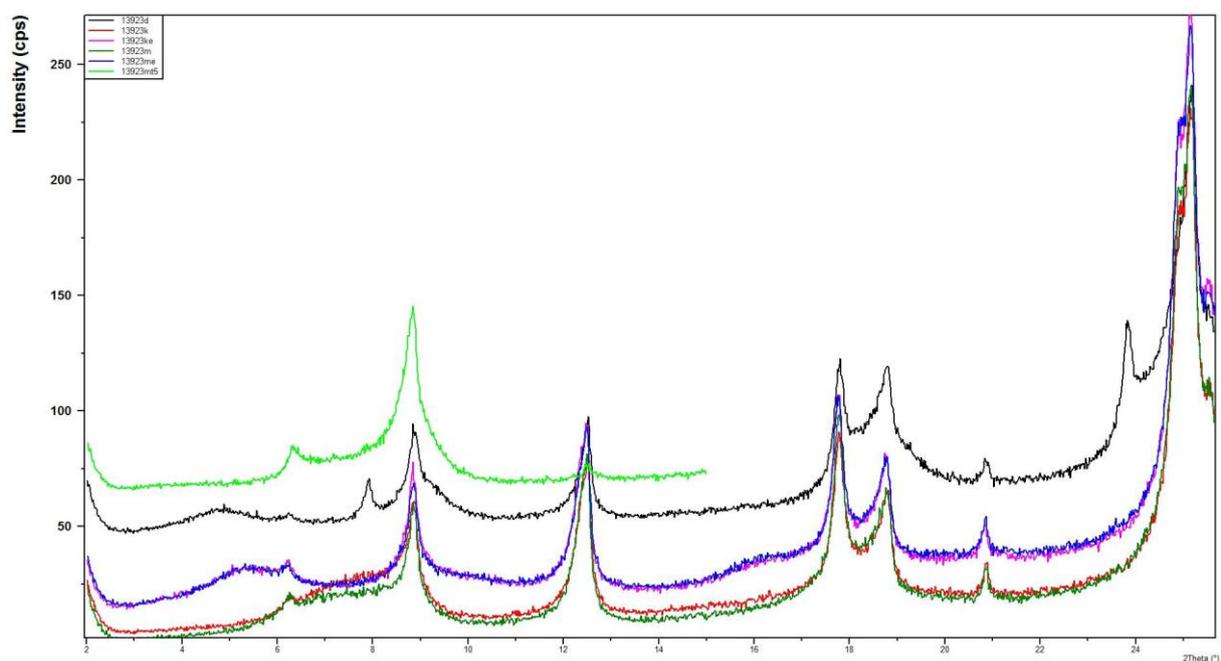
Röntgendiffraktogramm 13921



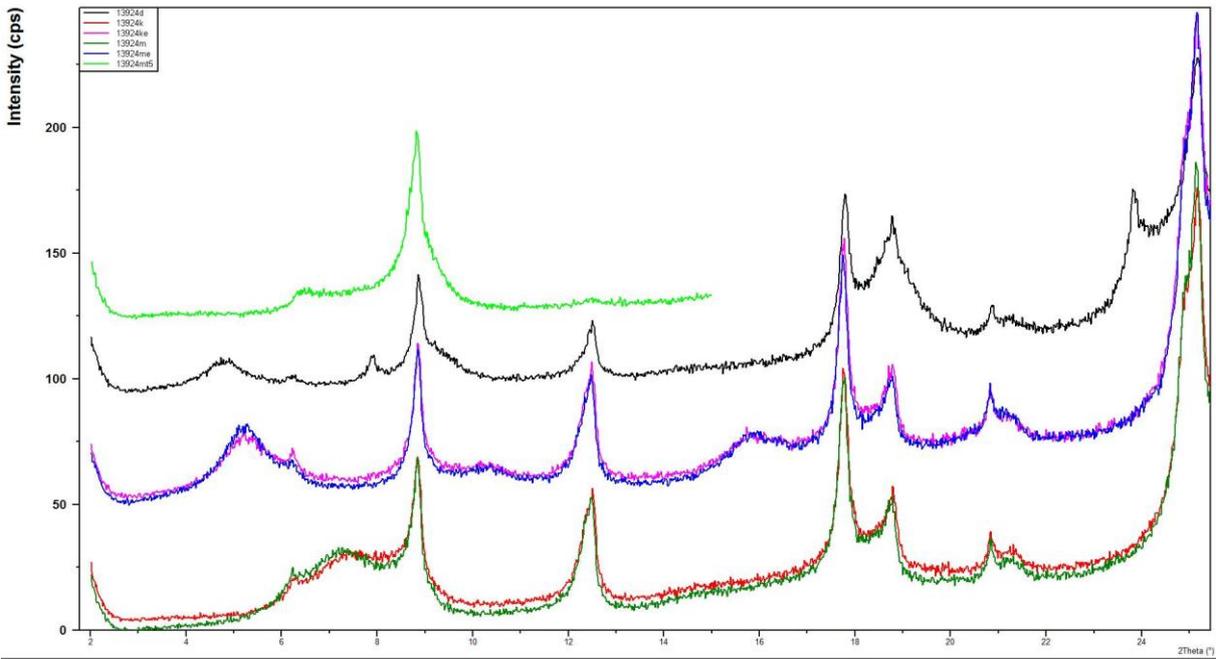
Röntgendiffraktogramm 13922



Röntgendiffraktogramm 13923



Röntgendiffraktogramm 13924



Anhang 4 Gesamt- und Tonmineralverteilung

Gesamtmineralverteilung Proben

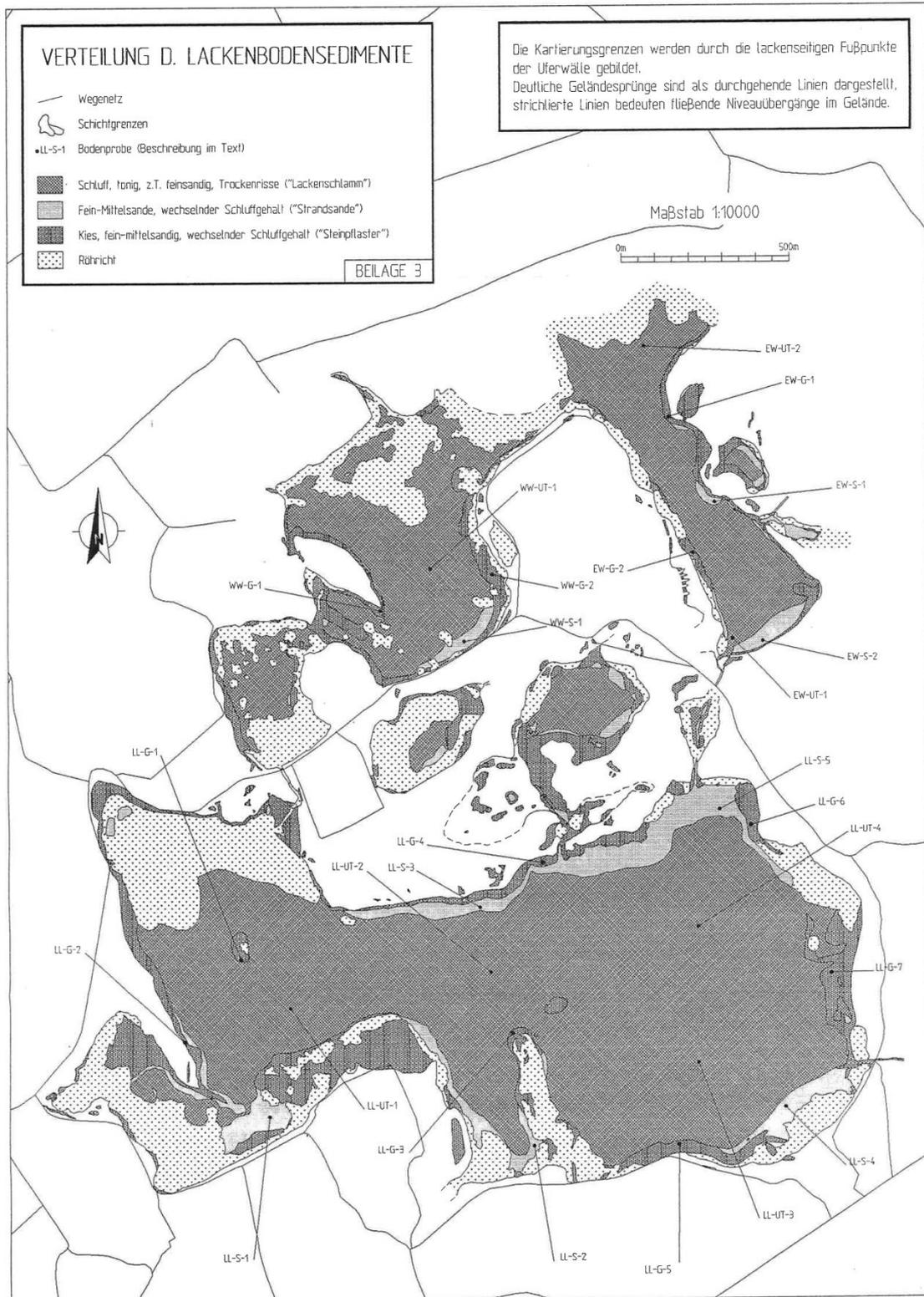
		6,5°	8,9°	10,5°	12,5°	19,9°	20,8°	21,5°	27,5°	28,0°	29,4°	31,0°	33,2°	11,5°
Lab.Nr.	Proben bez.	.4Å	Glim	Amph	7Å	Schisi	Quarz	Goeth	KFSF	Flag	CC	Dol	Hämatit	Gips
	A3910	*	*		*	*	*	?	(.)	*	*	*		
	A3911	.	*		*	*	*		(.)	*	**	**		
	A3912	.	*		*	*	*		*	*	*	*		
	A3913	*	*		.	*	*			*	**	*		
	A3914	.	*		.	*	*		*	*	*	*		
*	A3915	(.)	.		.	*	*		.	*	*	*		
**	A3916	(.)	.		.	*	*		(.)	*	**	*		
**	A3917		(.)		(.)	.	*		(.)	*	.	**		
	A3918	(.)	.		.	*	*		.	*	**	**		
	A3919	(.)	.		.	*	*		.	*	*	*		
	A3920	*	*		*	*	*	?	(.)	*	*	*		
	A3921	.	*		*	*	*		(.)	*	**	*		
Höhe	A3922		.		.	*	**		*	*	*	.		
Höhe	A3923		.	(.)	.	*	**		*	*	*	*		
	A3924	*	*		*	*	*	?	(.)	*	.	*		

Lepi

Legende:

**	viel vorhanden	.	sehr wenig vorhanden
*	wenig vorhanden	(.)	eventuell Spuren vorhanden

Anhang 5 Verteilung der Lackenbodensedimente (Steiner, 1994)



Anhang 6 Ergebnisse der hydrochemischen Wasseranalyse

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Marzerbach (WP1)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13
Trübung: keine

Geruch: kein
Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 8,242
Temperatur: 17,6 °C

Leitfähigkeit: 812 µS/cm

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	105,50	2,63	51,74	Phosphor	0,04	0,00	0,03
Magnesium	28,27	1,16	22,86	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	21,51	0,94	18,39	Barium	0,05	0,00	0,01
Kalium	2,79	0,07	1,40	Strontium	0,30	0,00	0,07
Silizium	7,04	0,25	4,93	Chrom	0,02	0,00	0,01
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	1,61	0,03	0,57	Nikel	0,01	0,00	0,00
Mangan	0,01	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						5,09	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	51,43	1,45	18,45	Phosphat	0,20	0,01	0,08
Nitrat	21,83	0,35	4,48	Nitrit	0,20	0,00	0,06
Sulfat	71,00	0,74	9,40	HCO ₃	323,30	5,30	67,40
Fluorid	0,20	0,01	0,13				
Summe						7,86	100,00

SEE	[µg/l]
As	3,96
Cd	<0,20
Co	0,25
Cr	22,04
Cs	0,03
Cu	5,30
Ni	12,27
Pb	0,22
Rb	0,77
Sb	0,52

SEE	[µg/l]
Sn	0,52
V	0,59
Zn	5,73
Sc	0,07
La	0,07
Ce	0,10
Pr	0,02
Nd	0,05
Sm	0,03
Eu	0,02

SEE	[µg/l]
Gd	0,03
Tb	0,02
Dy	0,02
Ho	0,02
Er	0,02
Tm	0,02
Yb	0,02
Lu	0,01
U	2,18

Anmerkungen:

Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Bad Sauerbrunn, Genussquelle (WP2)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 5,94

Leitfähigkeit: 1738 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Temperatur: 15,3 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	159,30	3,97	31,38	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	94,80	3,90	30,80	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	84,90	3,69	29,16	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	13,80	0,35	2,79	Strontium	1,41	0,02	0,13
Silizium	17,60	0,63	4,95	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	5,10	0,09	0,72	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,49	0,01	0,07	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						12,66	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	20,19	0,57	3,18	Phosphat	0,50	0,02	0,09
Nitrat	1,67	0,03	0,15	Nitrit	0,50	0,01	0,06
Sulfat	197,20	2,05	11,47	HCO ₃	927,20	15,20	84,90
Fluorid	0,50	0,03	0,15				
Summe						17,90	100,00

SEE	[$\mu\text{g}/\text{l}$]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,01
Cr	0,30
Cs	4,60
Cu	6,25
Ni	0,53
Pb	0,37
Rb	61,23
Sb	0,08

SEE	[$\mu\text{g}/\text{l}$]
Sn	0,09
V	0,02
Zn	12,60
Sc	0,15
La	0,06
Ce	0,08
Pr	0,02
Nd	0,06
Sm	0,02
Eu	0,01

SEE	[$\mu\text{g}/\text{l}$]
Gd	0,04
Tb	0,02
Dy	0,06
Ho	0,02
Er	0,05
Tm	0,02
Yb	0,04
Lu	0,01
U	0,03

Anmerkungen:

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Zillingtalerbach (WP3)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: leicht

Farbe: bräunlich

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,82

Leitfähigkeit: 1094 µS/cm

Temperatur: 24,3 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	202,50	5,05	49,63	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	104,30	4,29	42,15	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	14,80	0,64	6,32	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	0,29	0,01	0,07	Strontium	0,37	0,00	0,04
Silizium	4,92	0,18	1,72	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,21	0,00	0,04	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,10	0,00	0,02	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						10,18	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	8,99	0,25	1,79	Phosphat	1,00	0,03	0,23
Nitrat	10,47	0,17	1,19	Nitrit	1,00	0,02	0,15
Sulfat	436,00	4,54	32,04	HCO ₃	555,10	9,10	64,22
Fluorid	1,00	0,05	0,37				
Summe						14,17	100,00

SEE	[µg/l]
As	0,70
Cd	<0,20
Co	0,08
Cr	0,36
Cs	0,01
Cu	1,45
Ni	0,75
Pb	0,56
Rb	0,44
Sb	0,15

SEE	[µg/l]
Sn	-0,04
V	0,14
Zn	2,68
Sc	0,08
La	0,03
Ce	0,06
Pr	0,01
Nd	0,03
Sm	0,01
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,01
Tb	0,01
Dy	0,01
Ho	0,01
Er	0,01
Tm	0,01
Yb	0,01
Lu	0,00
U	23,85

Anmerkungen:

wenig Wasser vorhanden
Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Therme Leithaprodersdorf Haus (WP4.2)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 6,58

Leitfähigkeit: 3260 µS/cm

Temperatur: 17,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	152,20	3,80	46,97	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	51,60	2,12	26,26	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	38,50	1,67	20,71	Barium	0,04	0,00	0,00
Kalium	6,35	0,16	2,01	Strontium	2,77	0,03	0,39
Silizium	8,25	0,29	3,63	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,12	0,00	0,03	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,01	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						8,09	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	31,92	0,90	9,13	Phosphat	0,00	0,00	0,00
Nitrat	4,46	0,07	0,73	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	261,00	2,72	27,53	HCO ₃	376,98	6,18	62,61
Fluorid	0,00	0,00	0,00				
Summe						9,87	100,00

SEE	[µg/l]
As	3,84
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,64
Cs	2,90
Cu	0,23
Ni	0,68
Pb	0,23
Rb	12,33
Sb	0,07

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,19
Zn	4,72
Sc	0,04
La	0,01
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	1,31

Anmerkungen:

Schwefelquelle, Sr erhöht
Thermalwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Wulka (WP5)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 8,38

Leitfähigkeit: 1053 µS/cm

Temperatur: 23,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	107,20	2,67	42,40	Phosphor	0,12	0,00	0,06
Magnesium	42,55	1,75	27,75	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	33,40	1,45	23,03	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	7,85	0,20	3,18	Strontium	0,43	0,00	0,08
Silizium	5,97	0,21	3,37	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,07	0,00	0,04	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,24	0,00	0,07	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,04	0,00	0,01	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,02	0,00	0,00
Summe						6,31	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	80,50	2,27	22,15	Phosphat	0,50	0,02	0,16
Nitrat	18,53	0,30	2,91	Nitrit	0,50	0,01	0,11
Sulfat	123,00	1,28	12,49	HCO ₃	387,35	6,35	61,93
Fluorid	0,50	0,03	0,26				
Summe						10,25	100,00

SEE	[µg/l]
As	2,72
Cd	<0,20
Co	0,31
Cr	0,73
Cs	0,02
Cu	2,29
Ni	1,84
Pb	0,70
Rb	3,22
Sb	0,76

SEE	[µg/l]
Sn	-0,01
V	0,89
Zn	16,73
Sc	0,06
La	0,24
Ce	0,50
Pr	0,06
Nd	0,26
Sm	0,05
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,10
Tb	0,01
Dy	0,04
Ho	0,01
Er	0,02
Tm	0,01
Yb	0,02
Lu	0,00
U	3,76

Anmerkungen:

Durchfluss ca. 900l/s

Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Johannesquelle (WP6)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,28

Leitfähigkeit: 630 µS/cm

Temperatur: 13,3 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	100,40	2,51	62,57	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	19,85	0,82	20,40	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	8,05	0,35	8,75	Barium	0,06	0,00	0,01
Kalium	1,29	0,03	0,82	Strontium	0,54	0,01	0,16
Silizium	7,99	0,28	7,11	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,20	0,01	0,19	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,02	0,00	0,01	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						4,00	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	4,49	0,13	1,86	Phosphat	0,10	0,00	0,05
Nitrat	3,68	0,06	0,87	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	35,49	0,37	5,42	HCO ₃	381,25	6,25	91,69
Fluorid	0,15	0,01	0,11				
Summe						6,81	100,00

SEE	[µg/l]
As	1,25
Cd	<0,20
Co	0,01
Cr	0,51
Cs	0,00
Cu	0,50
Ni	0,47
Pb	0,10
Rb	0,96
Sb	0,15

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,54
Zn	1,75
Sc	0,04
La	0,00
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,01
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	1,67

Anmerkungen:

Schüttung = 1,3l/s

Quellwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Ochsenbrunnen (WP7)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,54

Leitfähigkeit: 582 µS/cm

Temperatur: 12,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	100,11	2,50	73,21	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	12,06	0,50	14,54	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	3,43	0,15	4,38	Barium	0,07	0,00	0,01
Kalium	3,10	0,08	2,32	Strontium	0,22	0,00	0,07
Silizium	5,23	0,19	5,46	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,01	0,00	0,01	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						3,41	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	4,43	0,12	2,20	Phosphat	0,20	0,01	0,11
Nitrat	7,51	0,12	2,13	Nitrit	0,20	0,00	0,08
Sulfat	74,71	0,78	13,68	HCO ₃	283,04	4,64	81,61
Fluorid	0,20	0,01	0,19				
Summe						5,68	100,00

SEE	[µg/l]
As	0,60
Cd	<0,20
Co	0,05
Cr	0,31
Cs	0,00
Cu	0,60
Ni	0,36
Pb	0,06
Rb	2,13
Sb	0,12

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,13
Zn	1,42
Sc	0,04
La	0,00
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,84

Anmerkungen:

Schüttung ca. 0,8l/s

Quellwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Klosterschule Arteser (WP8)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 31.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,6

Leitfähigkeit: 714 µS/cm

Temperatur: 21,9 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	85,90	2,14	45,87	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	28,80	1,18	25,36	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	24,64	1,07	22,94	Barium	0,01	0,00	0,00
Kalium	1,54	0,04	0,85	Strontium	0,18	0,00	0,04
Silizium	6,41	0,23	4,89	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,05	0,00	0,04	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,01	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,03	0,00	0,01
Summe						4,67	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	12,14	0,34	5,05	Phosphat	0,50	0,02	0,24
Nitrat	1,99	0,03	0,47	Nitrit	0,50	0,01	0,16
Sulfat	127,50	1,33	19,59	HCO ₃	306,22	5,02	74,09
Fluorid	0,50	0,03	0,39				
Summe						6,77	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,00
Cs	0,00
Cu	2,32
Ni	15,12
Pb	0,00
Rb	1,50
Sb	0,06

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,01
Zn	46,92
Sc	0,08
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,0
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,68

Anmerkungen:

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Sandeck Arteser (WP10)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 31.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,22

Leitfähigkeit: 903 µS/cm

Temperatur: 16 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	69,40	1,73	23,75	Phosphor	0,05	0,00	0,02
Magnesium	37,20	1,53	20,99	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	78,30	3,41	46,71	Barium	0,17	0,00	0,02
Kalium	2,70	0,07	0,95	Strontium	0,67	0,01	0,10
Silizium	14,80	0,53	7,23	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,88	0,02	0,22	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,07	0,00	0,02	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						7,29	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	8,45	0,24	2,35	Phosphat	0,10	0,00	0,03
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	13,30	0,14	1,37	HCO ₃	594,75	9,75	96,20
Fluorid	0,10	0,01	0,05				
Summe						10,13	100,00

SEE	[µg/l]
As	17,53
Cd	<0,20
Co	0,08
Cr	0,25
Cs	0,00
Cu	0,12
Ni	0,42
Pb	0,06
Rb	1,02
Sb	0,04

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,01
Zn	1,26
Sc	0,05
La	0,01
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,01
Sm	0,01
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	2,71

Anmerkungen:

Schüttung = 0,04l/s

Hoher Wert von Arsen

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Neudeck Arteser (WP11)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 31.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,8

Leitfähigkeit: 630 µS/cm

Temperatur: 16,8 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	69,40	1,73	23,75	Phosphor	0,05	0,00	0,02
Magnesium	37,20	1,53	20,99	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	78,30	3,41	46,71	Barium	0,17	0,00	0,02
Kalium	2,70	0,07	0,95	Strontium	0,67	0,01	0,10
Silizium	14,80	0,53	7,23	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,88	0,02	0,22	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,07	0,00	0,02	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						7,29	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	7,65	0,22	3,07	Phosphat	0,10	0,00	0,05
Nitrat	6,30	0,10	1,45	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	14,41	0,15	2,14	HCO ₃	399,55	6,55	93,21
Fluorid	0,11	0,01	0,09				
Summe						7,02	100,00

SEE	[µg/l]
As	8,31
Cd	<0,20
Co	0,21
Cr	18,88
Cs	0,00
Cu	0,00
Ni	0,07
Pb	0,00
Rb	1,55
Sb	0,21

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	19,15
Zn	0,00
Sc	0,10
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	2,44

Anmerkungen:

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Jagdhütte Arteser (WP12)

Allgemeine Angaben

Datum der Probenahme: 31.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,57

Leitfähigkeit: 580 µS/cm

Temperatur: 16,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	49,80	1,24	29,07	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	29,80	1,23	28,68	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	30,55	1,33	31,09	Barium	0,18	0,00	0,03
Kalium	1,05	0,03	0,63	Strontium	0,66	0,01	0,18
Silizium	12,40	0,44	10,33	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						4,27	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	3,60	0,10	1,57	Phosphat	0,10	0,00	0,05
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	6,83	0,07	1,10	HCO ₃	383,08	6,28	97,17
Fluorid	0,13	0,01	0,11				
Summe						6,46	100,00

SEE	[µg/l]
As	5,83
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,06
Cs	0,00
Cu	0,00
Ni	0,79
Pb	0,00
Rb	0,34
Sb	0,07

SEE	[µg/l]
Sn	0,02
V	4,64
Zn	0,00
Sc	0,08
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,01
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	1,55

Anmerkungen:

lt. Nationalparkdirektor seit 30a ähnliche Schüttung von 0,45l/s
Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Illmitz Arteser, Bartholomäusquelle (WP13)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 31.07.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 6,97

Leitfähigkeit: 4030 µS/cm

Temperatur: 17,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	70,40	1,76	4,15	Phosphor	0,16	0,01	0,01
Magnesium	28,70	1,18	2,79	Bor	1,39	0,13	0,30
Natrium	882,00	38,36	90,65	Barium	0,26	0,00	0,00
Kalium	7,40	0,19	0,45	Strontium	0,71	0,01	0,02
Silizium	18,90	0,67	1,59	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,65	0,01	0,03	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,02	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						42,32	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	260,83	7,36	15,82	Phosphat	0,50	0,02	0,03
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,50	0,01	0,02
Sulfat	0,00	0,00	0,00	HCO ₃	2385,10	39,09	84,03
Fluorid	0,84	0,04	0,09				
Summe						46,52	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,00
Cs	0,21
Cu	1,06
Ni	0,57
Pb	0,06
Rb	7,39
Sb	0,00

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,22
Zn	2,62
Sc	0,39
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,04
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,50

Anmerkungen:

Natrium-Hydrogencarbonat-Trinksäuerling
Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Zicksee (WP14)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 31.07.13

Geruch: algig

Trübung: getrübt

Farbe: trüb

physikalische Parameter

pH-Wert: 8,14

Leitfähigkeit: 2310 µS/cm

Temperatur: 24,7 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	132,40	3,30	17,88	Phosphor	0,23	0,01	0,04
Magnesium	144,60	5,95	32,20	Bor	0,19	0,02	0,10
Natrium	198,00	8,61	46,62	Barium	0,12	0,00	0,00
Kalium	10,50	0,27	1,45	Strontium	0,64	0,01	0,04
Silizium	7,07	0,25	1,36	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,54	0,02	0,11	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	1,68	0,03	0,16	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,22	0,00	0,02	Blei	0,01	0,00	0,00
Titan	0,01	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						18,47	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	218,20	6,15	31,16	Phosphat	2,00	0,06	0,33
Nitrat	6,75	0,11	0,55	Nitrit	2,00	0,04	0,22
Sulfat	665,50	6,93	35,07	HCO ₃	387,35	6,35	32,14
Fluorid	2,00	0,11	0,53				
Summe						19,75	100,00

SEE	[µg/l]
As	4,03
Cd	<0,20
Co	0,98
Cr	2,00
Cs	0,03
Cu	4,78
Ni	3,19
Pb	7,89
Rb	3,56
Sb	0,57

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	3,80
Zn	18,71
Sc	0,19
La	1,50
Ce	3,14
Pr	0,38
Nd	1,67
Sm	0,33
Eu	0,08

SEE	[µg/l]
Gd	0,36
Tb	0,06
Dy	0,28
Ho	0,06
Er	0,15
Tm	0,02
Yb	0,14
Lu	0,02
U	21,96

Anmerkungen:

Enthält viel Sulfat

Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Bad Sauerbrunn (Thermal) (WP16)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 13.08.13 Geruch: kein
Trübung: keine Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 6,6 Leitfähigkeit: 2370 µS/cm
Temperatur: 33 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	72,87	1,82	4,40	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	54,08	2,22	5,38	Bor	0,77	0,07	0,17
Natrium	830,00	36,10	87,31	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	24,22	0,62	1,50	Strontium	4,93	0,06	0,14
Silizium	12,80	0,46	1,10	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,02	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						41,35	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	52,50	1,48	4,54	Phosphat	5,00	0,16	0,50
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	5,00	0,11	0,33
Sulfat	1271,64	13,24	40,62	HCO ₃	1057,74	17,34	53,20
Fluorid	5,00	0,26	0,81				
Summe						32,59	100,00

SEE	[µg/l]
As	3,79
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,00
Cs	2,41
Cu	0,00
Ni	1,89
Pb	0,02
Rb	53,19
Sb	0,75

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,02
Zn	0,00
Sc	0,05
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,80

Anmerkungen:

Natrium-Sulfat-Hydrogencarbonat
mit Strontium und Rubidium
Thermalwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Piringsdorf Arteser (WP17)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 20.08.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,1

Leitfähigkeit: 3470 µS/cm

Temperatur: 13 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	283,30	7,07	22,40	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	57,10	2,35	7,44	Bor	6,36	0,59	1,86
Natrium	445,20	19,36	61,36	Barium	0,15	0,00	0,00
Kalium	18,40	0,47	1,49	Strontium	3,86	0,04	0,14
Silizium	42,70	1,52	4,82	Chrom	0,01	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	8,18	0,15	0,46	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,44	0,01	0,03	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						31,56	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	178,00	5,02	12,53	Phosphat	0,00	0,00	0,00
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	0,00	0,00	0,00	HCO ₃	2138,05	35,04	87,47
Fluorid	0,00	0,00	0,00				
Summe						40,06	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,10
Cr	7,15
Cs	15,21
Cu	2,06
Ni	6,16
Pb	0,04
Rb	93,55
Sb	0,16

SEE	[µg/l]
Sn	0,05
V	3,38
Zn	2,50
Sc	1,24
La	0,18
Ce	0,37
Pr	0,06
Nd	0,31
Sm	0,05
Eu	0,04

SEE	[µg/l]
Gd	0,18
Tb	0,03
Dy	0,22
Ho	0,06
Er	0,20
Tm	0,03
Yb	0,17
Lu	0,03
U	0,07

Anmerkungen:

Schüttung: 0,45l/s

Natrium-Chlorid-Hydrogencarbonat Wasser mit Strontium

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Jovina (Rudolfsquelle) (WP18.1)

Allgemeine Angaben

Datum der Probenahme: 20.08.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 6,91

Leitfähigkeit: 2970 µS/cm

Temperatur: 15,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	214,60	5,35	20,48	Phosphor	0,02	0,00	0,00
Magnesium	56,50	2,32	8,89	Bor	1,43	0,13	0,51
Natrium	388,50	16,90	64,62	Barium	0,11	0,00	0,00
Kalium	17,45	0,45	1,71	Strontium	1,92	0,02	0,08
Silizium	26,20	0,93	3,57	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	1,84	0,03	0,13	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,19	0,00	0,01	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						26,15	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	70,32	1,98	5,93	Phosphat	0,50	0,02	0,05
Nitrat	6,18	0,10	0,30	Nitrit	0,50	0,01	0,03
Sulfat	102,03	1,06	3,18	HCO ₃	1845,25	30,24	90,43
Fluorid	0,50	0,03	0,08				
Summe						33,44	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,04
Cr	0,55
Cs	2,83
Cu	2,82
Ni	0,81
Pb	0,47
Rb	54,88
Sb	0,00

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,34
Zn	2,70
Sc	0,50
La	0,15
Ce	0,10
Pr	0,01
Nd	0,08
Sm	0,00
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,07
Tb	0,01
Dy	0,12
Ho	0,04
Er	0,13
Tm	0,03
Yb	0,16
Lu	0,02
U	0,21

Anmerkungen:

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Juvina 2 (WP18.2)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 20.08.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 6,62

Leitfähigkeit: 2520 µS/cm

Temperatur: 15,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	215,30	5,37	25,32	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	47,68	1,96	9,24	Bor	1,08	0,10	0,47
Natrium	287,40	12,50	58,91	Barium	0,11	0,00	0,00
Kalium	15,76	0,40	1,90	Strontium	1,78	0,02	0,10
Silizium	24,10	0,86	4,04	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,18	0,00	0,02	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						21,22	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	55,09	1,55	5,38	Phosphat	0,50	0,02	0,06
Nitrat	4,04	0,07	0,23	Nitrit	0,50	0,01	0,04
Sulfat	98,46	1,02	3,55	HCO ₃	1598,20	26,19	90,66
Fluorid	0,50	0,03	0,09				
Summe						28,89	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,00
Cs	2,85
Cu	0,00
Ni	0,09
Pb	0,00
Rb	62,20
Sb	0,00

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,00
Zn	0,00
Sc	0,06
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,10

Anmerkungen:

ca. 37 000 a

Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Therme Frauenkirchen (WP19)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 01.08.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,9

Leitfähigkeit: 1426 µS/cm

Temperatur: 41,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	7,41	0,18	1,27	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	4,20	0,17	1,19	Bor	0,57	0,05	0,36
Natrium	313,20	13,62	93,79	Barium	0,14	0,00	0,01
Kalium	3,72	0,10	0,66	Strontium	0,49	0,01	0,04
Silizium	10,90	0,39	2,67	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,11	0,00	0,01	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,01	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						14,53	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	122,50	3,46	23,05	Phosphat	0,00	0,00	0,00
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	0,00	0,00	0,00	HCO ₃	703,94	11,54	76,95
Fluorid	0,00	0,00	0,00				
Summe						14,99	100,00

SEE	[µg/l]
As	7,53
Cd	<0,20
Co	0,03
Cr	0,00
Cs	0,33
Cu	0,07
Ni	0,22
Pb	0,04
Rb	8,20
Sb	0,02

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,00
Zn	0,00
Sc	0,08
La	0,00
Ce	0,00
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,00

Anmerkungen:

aus 860m Tiefe

Thermalwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Joiser Hafen (Seewasser) (WP20)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 01.08.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 8,5

Leitfähigkeit: 2280 µS/cm

Temperatur: 21,6 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	36,30	0,91	5,21	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	103,80	4,27	24,57	Bor	0,33	0,03	0,17
Natrium	258,40	11,24	64,67	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	27,80	0,71	4,09	Strontium	0,53	0,01	0,03
Silizium	5,94	0,21	1,22	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,18	0,00	0,02	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,01	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						17,38	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	218,00	6,15	30,06	Phosphat	0,00	0,00	0,00
Nitrat	0,73	0,01	0,06	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	382,00	3,98	19,44	HCO ₃	629,52	10,32	50,44
Fluorid	0,00	0,00	0,00				
Summe						20,45	100,00

SEE	[µg/l]
As	9,73
Cd	<0,20
Co	0,21
Cr	0,20
Cs	0,01
Cu	3,47
Ni	1,20
Pb	0,19
Rb	6,55
Sb	0,76

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	1,87
Zn	2,11
Sc	0,05
La	0,09
Ce	0,19
Pr	0,02
Nd	0,09
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,02
Tb	0,00
Dy	0,02
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	1,46

Anmerkungen:

Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Purbach (Purgina) (WP21)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 02.10.13 Geruch: schwefelig
Trübung: keine Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,62 Leitfähigkeit: 8321 µS/cm
Temperatur: 13,7 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	285,00	7,11	8,69	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	486,00	20,00	24,42	Bor	0,39	0,04	0,04
Natrium	1228,00	53,41	65,24	Barium	0,00	0,00	0,00
Kalium	32,34	0,83	1,01	Strontium	3,22	0,04	0,04
Silizium	11,46	0,41	0,50	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,94	0,02	0,02	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	1,36	0,02	0,03	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						81,87	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	434,50	12,26	17,77	Phosphat	10,00	0,32	0,47
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	10,00	0,22	0,31
Sulfat	4278,00	44,53	64,59	HCO ₃	677,10	11,10	16,09
Fluorid	10,00	0,53	0,76				
Summe						68,95	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	2,53
Cr	0,00
Cs	0,00
Cu	0,00
Ni	5,33
Pb	0,06
Rb	126,52
Sb	0,01

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,30
Zn	0,00
Sc	0,03
La	0,00
Ce	0,05
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	23,22

Anmerkungen:

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Schützen Fam. Prieler (WP22)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 02.10.13

Geruch: riecht stark
nach Schwefel

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,3

Leitfähigkeit: 1343 µS/cm

Temperatur: 13,6 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	72,60	1,81	17,19	Phosphor	0,02	0,00	0,01
Magnesium	45,90	1,89	17,93	Bor	0,51	0,05	0,45
Natrium	143,50	6,24	59,25	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	8,51	0,22	2,07	Strontium	3,77	0,04	0,41
Silizium	7,87	0,28	2,66	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,14	0,00	0,02	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,08	0,00	0,01	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						10,54	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	63,80	1,80	15,35	Phosphat	1,00	0,03	0,28
Nitrat	14,53	0,23	2,00	Nitrit	1,00	0,02	0,19
Sulfat	265,50	2,76	23,58	HCO ₃	416,02	6,82	58,16
Fluorid	1,00	0,05	0,45				
Summe						11,72	100,00

SEE	[µg/l]
As	<0,5
Cd	<0,20
Co	0,03
Cr	1,27
Cs	0,26
Cu	6,39
Ni	1,23
Pb	0,72
Rb	11,12
Sb	0,00

SEE	[µg/l]
Sn	0,12
V	0,03
Zn	15,56
Sc	0,04
La	0,01
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,03

Anmerkungen:

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Purbach, Fischergasse 7 (WP23)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 02.10.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,93

Leitfähigkeit: 861 µS/cm

Temperatur: 14,4 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	50,10	1,25	23,64	Phosphor	0,04	0,00	0,02
Magnesium	34,80	1,43	27,08	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	45,40	1,97	37,35	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	14,50	0,37	7,01	Strontium	0,52	0,01	0,11
Silizium	7,00	0,25	4,72	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,06	0,00	0,02	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,07	0,00	0,03	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,03	0,00	0,01
Summe						5,29	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	14,65	0,41	6,46	Phosphat	0,50	0,02	0,25
Nitrat	11,84	0,19	2,99	Nitrit	0,50	0,01	0,17
Sulfat	159,40	1,66	25,95	HCO ₃	248,88	4,08	63,77
Fluorid	0,50	0,03	0,41				
Summe						6,40	100,00

SEE	[µg/l]
As	3,71
Cd	<0,20
Co	0,14
Cr	0,65
Cs	0,00
Cu	5,81
Ni	1,41
Pb	3,61
Rb	3,35
Sb	0,36

SEE	[µg/l]
Sn	0,06
V	1,19
Zn	34,21
Sc	0,06
La	0,05
Ce	0,11
Pr	0,01
Nd	0,05
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,01
Tb	0,00
Dy	0,01
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	2,51

Anmerkungen:

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse zentraler Zicksee (WP24)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 09.10.13 Geruch: kein
Trübung: stark getrübt Farbe: gräulich

physikalische Parameter

pH-Wert: 8,7 Leitfähigkeit: 3390 µS/cm
Temperatur: 15,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	242,90	6,06	17,02	Phosphor	0,97	0,03	0,09
Magnesium	79,80	3,28	9,22	Bor	0,69	0,06	0,18
Natrium	530,50	23,08	64,80	Barium	0,19	0,00	0,00
Kalium	15,20	0,39	1,09	Strontium	0,98	0,01	0,03
Silizium	34,70	1,24	3,47	Chrom	0,04	0,00	0,00
Aluminium	19,16	0,71	2,00	Kupfer	0,18	0,00	0,01
Eisen	39,50	0,71	1,99	Nickel	0,11	0,00	0,01
Mangan	1,57	0,03	0,08	Blei	0,05	0,00	0,00
Titan	0,03	0,00	0,00	Zink	0,15	0,00	0,01
Summe						35,61	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	154,20	4,35	12,86	Phosphat	2,00	0,06	0,19
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	2,00	0,04	0,13
Sulfat	664,00	6,91	20,43	HCO ₃	1363,96	22,35	66,08
Fluorid	2,00	0,11	0,31				
Summe						33,83	100,00

SEE	[µg/l]
As	78,07
Cd	2,90
Co	38,68
Cr	52,15
Cs	0,98
Cu	204,87
Ni	140,19
Pb	67,80
Rb	37,18
Sb	1,01

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	63,16
Zn	194,53
Sc	6,56
La	33,01
Ce	74,17
Pr	8,93
Nd	37,81
Sm	9,07
Eu	1,81

SEE	[µg/l]
Gd	8,59
Tb	1,30
Dy	7,42
Ho	1,38
Er	3,64
Tm	0,50
Yb	3,04
Lu	0,39
U	14,57

Anmerkungen:

enthält viele SEE
Natrium-Sulfat-Chlorid-Hydrogencarbonat
Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Arbesthaulacke (WP26)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 30.10.13 Geruch: kein
Trübung: stark getrübt Farbe: gräulich

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,8 Leitfähigkeit: 2500 µS/cm
Temperatur: 13,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	136,80	3,41	17,23	Phosphor	0,09	0,00	0,01
Magnesium	99,20	4,08	20,61	Bor	0,20	0,02	0,09
Natrium	259,80	11,30	57,05	Barium	0,19	0,00	0,01
Kalium	18,60	0,48	2,40	Strontium	1,52	0,02	0,09
Silizium	8,62	0,31	1,55	Chrom	0,01	0,00	0,00
Aluminium	1,78	0,07	0,33	Kupfer	0,01	0,00	0,00
Eisen	6,45	0,12	0,58	Nickel	0,01	0,00	0,00
Mangan	0,27	0,00	0,02	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,06	0,00	0,01	Zink	0,05	0,00	0,00
Summe						19,81	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	165,30	4,66	20,29	Phosphat	1,00	0,03	0,14
Nitrat	10,49	0,17	0,74	Nitrit	1,00	0,02	0,09
Sulfat	482,50	5,02	21,86	HCO ₃	794,22	13,02	56,65
Fluorid	1,00	0,05	0,23				
Summe						22,98	100,00

SEE	[µg/l]
As	24,14
Cd	0,62
Co	4,11
Cr	8,56
Cs	0,28
Cu	15,17
Ni	14,42
Pb	4,99
Rb	6,42
Sb	1,34

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	10,80
Zn	67,32
Sc	0,70
La	3,14
Ce	6,89
Pr	0,84
Nd	3,49
Sm	0,76
Eu	0,16

SEE	[µg/l]
Gd	0,79
Tb	0,11
Dy	0,63
Ho	0,11
Er	0,31
Tm	0,04
Yb	0,24
Lu	0,04
U	14,61

Anmerkungen:

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Purbach Schacht (vor dem Pumpen) (WP27)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 02.10.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,76

Leitfähigkeit: 1599 µS/cm

Temperatur: 16 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	100,30	2,50	21,08	Phosphor	0,21	0,01	0,06
Magnesium	41,80	1,72	14,48	Bor	0,17	0,02	0,14
Natrium	154,00	6,70	56,41	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	20,45	0,52	4,40	Strontium	1,21	0,01	0,12
Silizium	9,44	0,34	2,83	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	1,36	0,05	0,42	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,40	0,01	0,06	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						11,87	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	223,50	6,30	42,01	Phosphat	0,50	0,02	0,11
Nitrat	9,55	0,15	1,03	Nitrit	0,50	0,01	0,07
Sulfat	122,80	1,28	8,52	HCO ₃	440,42	7,22	48,10
Fluorid	0,50	0,03	0,18				
Summe						15,01	100,00

SEE	[µg/l]
As	6,36
Cd	<0,20
Co	0,15
Cr	1,07
Cs	0,04
Cu	4,19
Ni	1,58
Pb	0,36
Rb	30,69
Sb	0,38

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	7,96
Zn	5,45
Sc	0,09
La	0,07
Ce	0,14
Pr	0,02
Nd	0,06
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,01
Tb	0,00
Dy	0,01
Ho	0,00
Er	0,01
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	5,43

Anmerkungen:

Hoher Natrium-Chlorid-Wert

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Therme Mannersdorf (WP28)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 11.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,41

Leitfähigkeit: 1877 µS/cm

Temperatur: 21,9 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	303,20	7,57	60,93	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	85,80	3,53	28,43	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	17,90	0,78	6,27	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	5,08	0,13	1,05	Strontium	6,01	0,07	0,55
Silizium	9,67	0,34	2,77	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						12,42	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	8,23	0,23	1,61	Phosphat	2,00	0,06	0,45
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	2,00	0,04	0,30
Sulfat	946,00	9,85	68,37	HCO ₃	248,88	4,08	28,32
Fluorid	2,61	0,14	0,95				
Summe						14,40	100,00

SEE	[µg/l]
As	2,78
Cd	<0,20
Co	0,01
Cr	0,00
Cs	1,67
Cu	0,64
Ni	0,28
Pb	0,32
Rb	12,81
Sb	0,13

SEE	[µg/l]
Sn	0,13
V	0,08
Zn	7,73
Sc	0,09
La	0,01
Ce	0,02
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,81

Anmerkungen:

Schüttung: 11l/sec

Thermalwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Therme Bad Fischau (WP29)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 09.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,76

Leitfähigkeit: 592 µS/cm

Temperatur: 18,8 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	78,60	1,96	54,30	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	22,65	0,93	25,80	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	12,80	0,56	15,42	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	1,24	0,03	0,88	Strontium	0,31	0,00	0,10
Silizium	3,55	0,13	3,50	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						3,61	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	18,58	0,52	8,66	Phosphat	0,20	0,01	0,11
Nitrat	5,81	0,09	1,55	Nitrit	0,20	0,00	0,07
Sulfat	50,21	0,52	8,63	HCO ₃	297,68	4,88	80,60
Fluorid	0,45	0,02	0,39				
Summe						6,05	100,00

SEE	[µg/l]
As	5,83
Cd	<0,20
Co	0,00
Cr	0,11
Cs	0,66
Cu	1,23
Ni	0,05
Pb	0,33
Rb	1,99
Sb	0,27

SEE	[µg/l]
Sn	0,04
V	0,50
Zn	0,80
Sc	0,04
La	0,01
Ce	0,01
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	0,42

Anmerkungen:

Schüttung: 11,6 l/sec

Thermalwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Sommerein Dreibründl (WP30)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 11.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,21

Leitfähigkeit: 313 µS/cm

Temperatur: 15,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	18,50	0,46	20,57	Phosphor	0,66	0,02	0,95
Magnesium	6,91	0,28	12,67	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	13,20	0,57	25,59	Barium	0,04	0,00	0,01
Kalium	2,95	0,08	3,36	Strontium	0,07	0,00	0,04
Silizium	14,90	0,53	23,64	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	2,22	0,08	3,68	Kupfer	0,01	0,00	0,00
Eisen	10,58	0,19	8,44	Nickel	0,01	0,00	0,01
Mangan	1,23	0,02	1,00	Blei	0,01	0,00	0,00
Titan	0,02	0,00	0,02	Zink	0,02	0,00	0,01
Summe						2,24	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	7,82	0,22	11,19	Phosphat	0,10	0,00	0,16
Nitrat	12,71	0,20	10,41	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	20,05	0,21	10,60	HCO ₃	80,52	1,32	67,00
Fluorid	0,24	0,01	0,64				
Summe						1,97	100,00

SEE	[µg/l]
As	74,93
Cd	0,78
Co	4,14
Cr	2,49
Cs	0,09
Cu	7,48
Ni	12,40
Pb	10,46
Rb	6,69
Sb	0,52

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	5,57
Zn	21,02
Sc	0,17
La	5,42
Ce	12,68
Pr	1,22
Nd	4,57
Sm	0,85
Eu	0,16

SEE	[µg/l]
Gd	0,75
Tb	0,11
Dy	0,66
Ho	0,12
Er	0,34
Tm	0,05
Yb	0,30
Lu	0,04
U	0,21

Anmerkungen:

hoher Arsengehalt

sehr geringe Gesamtmineralisation

Quellwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Siegendorf, Bachwasser (WP31)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 11.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,72

Leitfähigkeit: 943 µS/cm

Temperatur: 15,3 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	84,80	2,12	35,82	Phosphor	0,17	0,01	0,09
Magnesium	45,10	1,86	31,41	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	37,40	1,63	27,54	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	5,88	0,15	2,55	Strontium	0,56	0,01	0,11
Silizium	3,82	0,14	2,30	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,13	0,00	0,08	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,28	0,01	0,08	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,04	0,00	0,01	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						5,91	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	63,15	1,78	21,62	Phosphat	0,10	0,00	0,04
Nitrat	24,49	0,39	4,79	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	159,20	1,66	20,11	HCO ₃	268,40	4,40	53,38
Fluorid	0,09	0,00	0,06				
Summe						8,24	100,00

SEE	[µg/l]
As	1,69
Cd	<0,20
Co	0,23
Cr	0,47
Cs	0,03
Cu	5,47
Ni	1,60
Pb	0,58
Rb	2,01
Sb	0,43

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	1,36
Zn	8,08
Sc	0,06
La	0,18
Ce	0,33
Pr	0,05
Nd	0,18
Sm	0,02
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,05
Tb	0,01
Dy	0,02
Ho	0,01
Er	0,01
Tm	0,00
Yb	0,01
Lu	0,00
U	4,35

Anmerkungen:

Oberflächenwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Arteser Kobersdorf (WP32)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 09.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,14

Leitfähigkeit: 2000 µS/cm

Temperatur: 14,5 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	334,80	8,35	37,67	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	60,80	2,50	11,28	Bor	0,22	0,02	0,09
Natrium	216,20	9,40	42,41	Barium	0,19	0,00	0,01
Kalium	17,80	0,46	2,05	Strontium	2,45	0,03	0,13
Silizium	37,80	1,35	6,07	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	2,68	0,05	0,22	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,85	0,02	0,07	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,00	0,00	0,00
Summe						22,17	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	11,79	0,33	1,03	Phosphat	0,10	0,00	0,01
Nitrat	0,50	0,01	0,03	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	62,60	0,65	2,02	HCO ₃	1903,20	31,19	96,89
Fluorid	0,08	0,00	0,01				
Summe						32,19	100,00

SEE	[µg/l]
As	1,69
Cd	<0,20
Co	0,23
Cr	0,47
Cs	0,03
Cu	5,47
Ni	1,60
Pb	0,58
Rb	2,01
Sb	0,43

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	1,36
Zn	8,08
Sc	0,06
La	0,18
Ce	0,33
Pr	0,05
Nd	0,18
Sm	0,02
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,05
Tb	0,01
Dy	0,02
Ho	0,01
Er	0,01
Tm	0,00
Yb	0,01
Lu	0,00
U	4,35

Anmerkungen:

Kalzium-Natrium-Hydrogencarbonat
Artesisches Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Schützen Quellengasse 27 (WP33)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 11.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,32

Leitfähigkeit: 1416 µS/cm

Temperatur: 17,8 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	154,50	3,85	41,64	Phosphor	0,16	0,01	0,06
Magnesium	56,10	2,31	24,93	Bor	0,38	0,04	0,38
Natrium	26,90	1,17	12,64	Barium	0,03	0,00	0,00
Kalium	58,60	1,50	16,19	Strontium	5,97	0,07	0,74
Silizium	8,82	0,31	3,39	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,12	0,00	0,02	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,02	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,02	0,00	0,00
Summe						9,26	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	15,39	0,43	3,22	Phosphat	1,00	0,03	0,24
Nitrat	257,80	4,16	30,84	Nitrit	1,00	0,02	0,16
Sulfat	218,00	2,27	16,83	HCO ₃	395,28	6,48	48,05
Fluorid	1,67	0,09	0,65				
Summe						13,48	100,00

SEE	[µg/l]
As	2,05
Cd	0,29
Co	0,12
Cr	0,28
Cs	0,03
Cu	4,95
Ni	2,52
Pb	1,02
Rb	16,76
Sb	0,21

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	0,41
Zn	27,73
Sc	0,11
La	0,09
Ce	0,16
Pr	0,02
Nd	0,07
Sm	0,00
Eu	0,01

SEE	[µg/l]
Gd	0,02
Tb	0,00
Dy	0,02
Ho	0,00
Er	0,01
Tm	0,00
Yb	0,01
Lu	0,00
U	0,72

Anmerkungen:

Erhöhte Kalzium-Nitrat-Sulfat-Wert

Rubidium, Zink

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Steinbrunn (Keller) (WP34)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 01.10.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,19

Leitfähigkeit: 1343 µS/cm

Temperatur: 12,4 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	159,00	3,97	45,55	Phosphor	0,23	0,01	0,09
Magnesium	51,80	2,13	24,47	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	44,10	1,92	22,02	Barium	0,05	0,00	0,00
Kalium	6,65	0,17	1,95	Strontium	0,53	0,01	0,07
Silizium	12,02	0,43	4,91	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,46	0,02	0,20	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	3,30	0,06	0,68	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,23	0,00	0,05	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,02	0,00	0,00	Zink	0,01	0,00	0,00
Summe						8,71	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	92,40	2,61	21,75	Phosphat	1,00	0,03	0,27
Nitrat	7,33	0,12	0,99	Nitrit	1,00	0,02	0,18
Sulfat	281,80	2,93	24,48	HCO ₃	379,42	6,22	51,89
Fluorid	1,00	0,05	0,44				
Summe						11,98	100,00

SEE	[µg/l]
As	2,25
Cd	<0,20
Co	0,78
Cr	1,31
Cs	0,22
Cu	1,49
Ni	2,67
Pb	1,15
Rb	4,62
Sb	0,03

SEE	[µg/l]
Sn	0,00
V	1,27
Zn	7,12
Sc	0,23
La	1,05
Ce	2,21
Pr	0,27
Nd	1,11
Sm	0,24
Eu	0,05

SEE	[µg/l]
Gd	0,22
Tb	0,03
Dy	0,17
Ho	0,03
Er	0,09
Tm	0,02
Yb	0,08
Lu	0,01
U	1,10

Anmerkungen:

Kalzium-Sulfat

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Schützen, Quellengasse 41 (WP35)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 11.09.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,22

Leitfähigkeit: 1810 µS/cm

Temperatur: 13,7 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	137,50	3,43	25,18	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	59,35	2,44	17,92	Bor	0,42	0,04	0,29
Natrium	160,60	6,99	51,28	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	14,90	0,38	2,80	Strontium	4,08	0,05	0,34
Silizium	8,36	0,30	2,18	Chrom	0,00	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	0,00	0,00	0,00	Nickel	0,00	0,00	0,00
Mangan	0,00	0,00	0,00	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,03	0,00	0,00
Summe						13,62	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	79,00	2,23	15,50	Phosphat	2,00	0,06	0,45
Nitrat	19,20	0,31	2,15	Nitrit	2,00	0,04	0,30
Sulfat	546,00	5,68	39,53	HCO ₃	362,34	5,94	41,30
Fluorid	2,09	0,11	0,77				
Summe						14,38	100,00

SEE	[µg/l]
As	4,03
Cd	<0,20
Co	0,23
Cr	-0,02
Cs	2,11
Cu	1,44
Ni	3,71
Pb	0,19
Rb	12,99
Sb	0,35

SEE	[µg/l]
Sn	0,01
V	0,08
Zn	41,43
Sc	0,07
La	0,01
Ce	0,02
Pr	0,00
Nd	0,00
Sm	0,00
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,00
Tb	0,00
Dy	0,00
Ho	0,00
Er	0,00
Tm	0,00
Yb	0,00
Lu	0,00
U	1,84

Anmerkungen:

Natrium- Kalzium-Sulfat-Hydrogencarbonat

Erhöhte Zink- und Rubidiumwerte

Oberflächennahes Grundwasser

Ergebnisse der hydrochemischen Analyse Katzeldorf, Marienbründl (WP41)

Allgemeine Angaben

Datum der Probennahme: 16.11.13

Geruch: kein

Trübung: keine

Farbe: keine

physikalische Parameter

pH-Wert: 7,04

Leitfähigkeit: 700 µS/cm

Temperatur: 18,1 °C

Kationen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Kalzium	89,60	2,24	48,46	Phosphor	0,00	0,00	0,00
Magnesium	30,40	1,25	27,11	Bor	0,00	0,00	0,00
Natrium	11,60	0,50	10,94	Barium	0,02	0,00	0,00
Kalium	0,77	0,02	0,43	Strontium	0,14	0,00	0,03
Silizium	14,40	0,51	11,11	Chrom	0,01	0,00	0,00
Aluminium	0,00	0,00	0,00	Kupfer	0,00	0,00	0,00
Eisen	4,34	0,08	1,69	Nickel	0,01	0,00	0,00
Mangan	0,52	0,01	0,20	Blei	0,00	0,00	0,00
Titan	0,00	0,00	0,00	Zink	0,02	0,00	0,01
Summe						4,61	100,00

Anionen	mg/L	mval	mval-%		mg/L	mval	mval-%
Chlorid	5,20	0,15	2,04	Phosphat	0,10	0,00	0,04
Nitrat	0,00	0,00	0,00	Nitrit	0,00	0,00	0,00
Sulfat	44,51	0,46	6,45	HCO ₃	400,16	6,56	91,34
Fluorid	0,17	0,01	0,12				
Summe						7,18	100,00

SEE	[µg/l]
As	10,73
Cd	<0,20
Co	1,73
Cr	6,93
Cs	0,02
Cu	4,78
Ni	6,82
Pb	0,26
Rb	1,94
Sb	0,14

SEE	[µg/l]
Sn	0,16
V	0,20
Zn	21,21
Sc	0,05
La	0,11
Ce	0,22
Pr	0,02
Nd	0,10
Sm	0,01
Eu	0,00

SEE	[µg/l]
Gd	0,03
Tb	0,00
Dy	0,02
Ho	0,01
Er	0,01
Tm	0,00
Yb	0,02
Lu	0,00
U	1,78

Anmerkungen:

Kalzium-Hydrogencarbonat-Wasser
Erhöhte Arsen- und Zinkkonzentration
Oberflächennahes Grundwasser

Anhang 7 Ergebnisse der hydrochemischen Ton-Eluat-Analyse

Kationen																			
Sample ID	Beschreibung	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Zn [mg/l]
TM 4	Bodenprobe beim Ziegelwerk in Walbersdorf	368,88	6,39	1,12	15,21	1,47	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,94	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 5-1	Walbersdorf(Aushub von Hausbauten)	38,48	6,48	2,73	7,63	7,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 6-2	Sechsmahdlacke bei St. Andrä	23,00	5,39	142,26	6,46	47,37	13,04	10,10	0,17	0,29	0,23	0,24	0,08	0,05	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02
TM 8-01	Oggau Neusesiedlung	23,60	9,06	3,78	4,57	2,68	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
TM 9-2	Sechsmahdlacke Bodenform 26	12,18	4,08	201,74	4,67	17,90	5,62	4,31	0,09	0,16	0,25	0,16	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
TM 11-6	östliche Wörtenlacke	10,02	3,62	16,33	2,05	0,78	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 15-6	Xixsee zentral (50-60 cm Tiefe)	8,11	1,92	61,10	6,07	2,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TM 15-11	Xixsee zentral (100-110 cm Tiefe)	21,84	11,42	122,06	11,51	1,55	0,25	0,13	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01	0,14	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TM 17-3	Warmsee (Darscho) bei Apetlon	7,36	2,26	14,26	3,67	1,64	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TM 19-4	Ochsenbrunnlacke West, südlich von Podersdorf	1,51	0,45	94,07	2,62	2,72	0,12	0,10	0,00	0,00	0,11	0,15	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TM 21-1	Lacke im Süden des Apetlonerhofs	9,39	2,80	100,06	5,67	3,37	0,04	0,00	0,01	0,00	0,07	0,38	0,01	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
TM 22-1	Arbestaulacke nahe Wallern	9,70	4,96	16,24	7,14	2,69	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,04	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TM25-1	Feldsee bei Illmitz	6,57	2,28	-0,14	13,92	6,32	0,01	0,00	0,01	0,00	0,35	0,15	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
TM 29-3	Donnerskirchen, CheckIn Hotel (190 cm Tiefe)	31,51	22,06	3,58	6,33	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 30	Zickseeschlamm (bis 40 cm Tiefe)	38,46	35,26	34,31	9,27	8,96	0,00	0,00	0,03	0,00	0,74	0,10	0,02	0,23	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00

Anionen								
Sample ID	Beschreibung	Chlorid [mg/l]	Nitrat [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Fluorid [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Bromid [mg/l]	Phosphat [mg/l]
TM 4	Bodenprobe beim Ziegelwerk in Walbersdorf	0,49	0,16	447,12	0,00	0,02	0,00	0,00
TM 5-1	Walbersdorf(Aushub von Hausbauten)	1,41	0,46	96,36	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 6-2	Sechsmahdlacke bei St. Andrä	10,99	2,58	46,18	1,26	0,59	0,00	0,00
TM 8-01	Oggau Neuseesiedlung	2,51	0,36	33,17	0,02	0,00	0,00	0,00
TM 9-2	Sechsmahdlacke Bodenform 26	14,68	0,49	106,69	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 11-6	östliche Wörtenlacke	2,01	0,95	13,84	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 15-6	Xixsee zentral (50-60 cm Tiefe)	22,75	1,88	77,51	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 15-11	Xixsee zentral (100-110 cm Tiefe)	15,69	0,21	217,79	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 17-3	Warmsee (Darscho) bei Apetlon	2,56	0,45	32,18	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 19-4	Ochsenbrunnlacke West, südlich von Podersdorf	6,70	1,00	26,69	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 21-1	Lacke im Süden des Apetlonerhofs	3,49	1,63	27,97	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 22-1	Arbestaulacke nähe Wallern	154,56	2,30	534,62	0,00	0,00	0,00	0,00
TM25-1	Feldsee bei Illmitz	0,98	1,12	12,06	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 29-3	Donnerskirchen, CheckIn Hotel (190 cm Tiefe)	20,03	1,07	139,78	0,00	0,00	0,00	0,00
TM 30	Zickseeschlamm (bis 40 cm Tiefe)	0,06	0,09	133,20	0,00	0,00	0,00	0,00

REE																
Sample ID	Beschreibung	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]
TM 4	Bodenprobe beim Ziegelwerk in Walbersdorf	0,00	0,00	0,02	0,15	0,02	0,23	0,02	0,01	0,06	0,01	0,11	0,11	0,5	0,04	0,05
TM 5-1	Walbersdorf(Aushub von Hausbauten)	0,57	0,00	0,10	8,62	0,02	3,59	2,30	0,02	11,07	0,42	0,12	0,15	0,5	0,07	0,00
TM 6-2	Sechsmahdlacke bei St. Andrä	2,00	0,00	0,03	6,44	0,01	6,28	1,92	0,03	4,01	2,34	0,12	0,50	0,6	0,04	0,01
TM 8-01	Oggau Neuseesiedlung	25,71	0,00	2,12	10,60	0,93	18,82	8,08	3,24	15,85	5,52	0,28	207,75	14,0	1,55	2,12
TM 9-2	Sechsmahdlacke Bodenform 26	1,50	0,00	0,94	1,11	0,02	3,01	9,08	0,02	7,38	6,53	0,01	1,41	0,5	0,04	0,03
TM 11-6	östliche Wörtenlacke	33,68	0,00	2,68	13,75	1,24	20,29	11,75	2,77	19,90	5,82	0,46	77,69	18,4	1,75	2,57
TM 15-6	Xixsee zentral (50-60 cm Tiefe)	1,11	0,00	0,23	2,40	0,01	3,23	2,05	0,08	1,54	1,52	0,10	1,04	0,5	0,04	0,09
TM 15-11	Xixsee zentral (100-110 cm Tiefe)	2,06	0,00	0,11	1,25	0,00	9,55	5,59	0,05	1,61	1,79	0,07	1,49	0,2	0,03	0,02
TM 17-3	Warmsee (Darscho) bei Apetlon	3,08	0,00	0,22	0,33	0,04	9,30	3,41	0,07	5,01	2,35	0,10	2,05	0,3	0,08	0,09
TM 19-4	Ochsenbrunnlacke West, südlich von Podersdorf	15,83	0,00	0,11	1,45	0,00	12,54	5,28	0,15	1,50	8,95	0,09	28,96	5,4	0,06	0,18
TM 21-1	Lacke im Süden des Apetlonerhofs	14,81	0,00	0,03	2,93	0,00	8,30	0,83	0,05	0,58	3,80	0,07	35,77	0,2	0,03	0,01
TM 22-1	Arbestaulacke nahe Wallern	48,68	0,00	2,21	10,53	1,09	12,82	8,49	1,57	15,90	4,03	0,30	33,55	14,2	1,48	1,74
TM25-1	Feldsee bei Illmitz	9,94	0,00	0,06	1,22	0,00	5,06	0,71	0,01	0,88	2,03	0,10	4,05	0,1	0,03	0,02
TM 29-3	Donnerskirchen, CheckIn Hotel (190 cm Tiefe)	59,36	0,00	0,21	1,56	0,06	8,85	3,72	0,12	2,88	4,65	0,07	50,41	7,9	0,11	0,29
TM 30	Zickseeschlamm (bis 40 cm Tiefe)	0,00	0,00	0,01	0,10	0,02	0,07	0,10	0,02	0,83	0,31	0,11	0,21	0,5	0,02	0,00

REE															
Sample ID	Beschreibung	Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]
TM 4	Bodenprobe beim Ziegelwerk in Walbersdorf	0,08	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08
TM 5-1	Walbersdorf(Aushub von Hausbauten)	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02
TM 6-2	Sechsmahdlacke bei St. Andrä	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89
TM 8-01	Oggau Neuseesiedlung	4,10	0,49	1,89	0,37	0,09	0,35	0,06	0,30	0,06	0,18	0,02	0,15	0,02	0,94
TM 9-2	Sechsmahdlacke Bodenform 26	0,10	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87
TM 11-6	östliche Wörtenlacke	5,71	0,56	2,19	0,42	0,10	0,57	0,05	0,30	0,06	0,24	0,02	0,17	0,02	1,55
TM 15-6	Xixsee zentral (50-60 cm Tiefe)	0,16	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
TM 15-11	Xixsee zentral (100-110 cm Tiefe)	0,07	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
TM 17-3	Warmsee (Darscho) bei Apetlon	0,15	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	38,72
TM 19-4	Ochsenbrunnlacke West, südlich von Podersdorf	0,42	0,05	0,23	0,03	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,70
TM 21-1	Lacke im Süden des Apetlonerhofs	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84
TM 22-1	Arbestaulacke nahe Wallern	2,90	0,34	1,46	0,25	0,04	0,22	0,03	0,17	0,04	0,10	0,02	0,09	0,02	0,91
TM25-1	Feldsee bei Illmitz	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67
TM 29-3	Donnerskirchen, CheckIn Hotel (190 cm Tiefe)	0,53	0,07	0,29	0,03	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	5,27
TM 30	Zickseeschlamm (bis 40 cm Tiefe)	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59

Anhang 8 Ergebnisse der hydrochemischen Gesteins-Eluat-Analyse

Kationen																			
Sample ID	Beschreibung	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Si [mg/l]	Al [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Ti [mg/l]	P [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Sr [mg/l]	Cr [mg/l]	Cu [mg/l]	Ni [mg/l]	Pb [mg/l]	Zn [mg/l]
GP1	Dolomit, Mitteltrias, spröde	6,16	16,76	2,83	4,06	4,21	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP2	Löss	11,50	2,50	4,85	1,56	6,34	0,70	0,60	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
GP3	Schaufstädter Steinbruch, Mitteltrias- Kalk	8,85	2,62	0,19	5,03	3,94	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-1	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	8,73	1,91	2,50	3,16	3,05	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-2	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	6,25	2,25	4,12	3,18	3,37	1,08	0,67	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-3	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	3,55	1,00	3,73	22,31	11,28	6,49	1,06	0,02	0,04	0,00	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP5	Leithakalk (Donnerskirchen-Mannersdorf)	12,43	1,71	18,83	10,42	3,24	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP6	Schiefer (Kaisereiche) (Donerskirchen-Mannersdorf)	11,84	1,60	4,62	23,39	3,32	1,05	0,49	0,01	0,01	0,16	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GP7	Ruster Sande	36,69	2,75	6,36	1,80	8,11	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Anionen								
Sample ID	Beschreibung	Chlorid [mg/l]	Nitrat [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Fluorid [mg/l]	Nitrit [mg/l]	Bromid [mg/l]	Phosphat [mg/l]
GP1	Dolomit, Mitteltrias, spröde	20,39	2,68	61,93	0,00	0,00	0,00	0,00
GP2	Löss	1,49	1,56	2,01	0,00	0,00	0,00	0,00
GP3	Schaufstädter Steinbruch, Mitteltrias- Kalk	0,36	0,37	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-1	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,67	0,14	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-2	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,34	0,07	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
GP4-3	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,52	0,06	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00
GP5	Leithakalk (Donnerskirchen-Mannersdorf)	27,94	0,34	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00
GP6	Schiefer (Kaisereiche) (Donerskirchen-Mannersdorf)	4,12	0,00	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00
GP7	Ruster Sande	24,82	19,48	10,75	0,00	0,00	0,00	0,00

SEE																
Sample ID	Beschreibung	As [µg/l]	Cd [µg/l]	Co [µg/l]	Cr [µg/l]	Cs [µg/l]	Cu [µg/l]	Ni [µg/l]	Pb [µg/l]	Rb [µg/l]	Sb [µg/l]	Sn [µg/l]	V [µg/l]	Zn [µg/l]	Sc [µg/l]	La [µg/l]
GP1	Dolomit, Mitteltrias, spröde	3,37	<0,20	0,05	0,05	0,09	0,09	0,08	0,02	5,66	3,59	0,00	2,38	-0,6	0,10	0,05
GP2	Löss	5,21	0,40	0,28	1,48	0,09	6,06	3,63	1,95	1,50	0,83	0,00	6,31	66,9	0,23	0,32
GP3	Schaufstädter Steinbruch, Mitteltrias- Kalk	20,50	<0,20	0,08	0,65	0,05	1,85	0,64	0,00	7,84	2,70	0,00	3,75	-0,2	0,03	0,01
GP4-1	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	4,20	<0,20	0,07	0,26	0,07	0,18	0,24	0,06	1,83	19,00	0,00	3,23	-0,2	0,08	0,08
GP4-2	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	1,42	<0,20	0,08	0,19	0,02	0,30	0,21	0,00	0,94	8,31	0,00	6,06	-0,3	0,06	0,05
GP4-3	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	2,53	<0,20	0,16	0,41	0,05	0,74	0,44	0,06	25,23	4,47	0,00	4,56	0,1	0,10	0,19
GP5	Leithakalk (Donnerskirchen-Mannersdorf)	6,60	<0,20	0,15	0,63	0,08	1,76	0,89	0,04	16,15	1,26	0,00	23,51	-0,4	0,07	0,12
GP6	Schiefer (Kaisereiche) (Donerskirchen-Mannersdorf)	7,46	<0,20	0,68	2,32	0,04	4,16	2,81	0,95	29,94	0,58	0,00	5,33	3,2	0,34	4,11
GP7	Ruster Sande	1,76	<0,20	0,81	0,13	-0,01	4,09	1,34	-0,01	0,17	1,71	0,00	2,72	-0,5	0,05	0,02

SEE																
Sample ID	Beschreibung	Ce [µg/l]	Pr [µg/l]	Nd [µg/l]	Sm [µg/l]	Eu [µg/l]	Gd [µg/l]	Tb [µg/l]	Dy [µg/l]	Ho [µg/l]	Er [µg/l]	Tm [µg/l]	Yb [µg/l]	Lu [µg/l]	U [µg/l]	
GP1	Dolomit, Mitteltrias, spröde	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,09	
GP2	Löss	0,65	0,10	0,32	0,05	0,03	0,06	0,02	0,05	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,13	
GP3	Schaufstädter Steinbruch, Mitteltrias- Kalk	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	
GP4-1	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,25	0,02	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,13	
GP4-2	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,10	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	
GP4-3	Kristallin des Steinbruchs in Mörbisch	0,35	0,04	0,17	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,50	
GP5	Leithakalk (Donnerskirchen-Mannersdorf)	0,29	0,03	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,72	
GP6	Schiefer (Kaisereiche) (Donerskirchen-Mannersdorf)	5,41	0,80	3,25	0,54	0,10	0,38	0,04	0,25	0,04	0,09	0,01	0,06	0,01	0,70	
GP7	Ruster Sande	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	

Curriculum Vitae

Lebenslauf Gritzmann

Name: Romana Gritzmann

Geburtsdatum: 6. Januar 1991

Ausbildung

Studierende der Studienrichtung Erdwissenschaften (Angewandte- und Umweltgeologie, Universität Wien), M.Sc.	2012-2014
Studierende der Studienrichtung Erdwissenschaften (Universität Wien), B.Sc.	2009-2012
Wirtschaftskundliches Realgymnasium, Salzburg	2001-2009
Volksschule Leopoldskron-Moos, Salzburg	1997-2001

Weiterbildung

Humanwissenschaftliches Praktikum 2007

Wirtschaftswissenschaftliches Praktikum Februar 2007

Entwicklungs- und sozialpsychologisches Praktikum Juni 2007

ERASMUS SS 2014 in Oviedo (Spanien)

Französischkurs seit September 2014

Berufserfahrung

Ferialpraktikantin Uni Credit Juli 2010

Ferialarbeiterin in der Produktion (Salesianer) August-September 2011

Teilzeitmitarbeiterin bei TST Dezember 2011- März 2012

Vierwöchige Freiwilligenarbeit in der Schule „Fe y Esperanza“ in Antigua Guatemala
August/September 2012

Sechsmonatiges Forschungspraktikum bei blp GeoService ab 10.Dezember 2012-10.Juli
2013

Projektassistentin bei blp GeoServices seit 11.Juli 2013

Lebenslauf Dober

Name: Gregor Dober

Geburtsdatum: 8. März 1989

Ausbildung

Studierender der Studienrichtung Erdwissenschaften (Angewandte- und Umweltgeologie, Universität Wien),	M.Sc.	2012-2014
Studierender der Studienrichtung Erdwissenschaften (Universität Wien),	B.Sc.	2009-2012
Höhere Lehranstalt für Umwelt und Wirtschaft, Yspertal		2003-2008
Hauptschule, Karlstetten		1999-2003
Volksschule, Gansbach		1995-1999

Ausbildungen

Gefahrgutbeauftragter	Abfallbeauftragter
Qualitätsmanager	Diverse Laborkenntnisse
Rettungssanitäter und Sanitätspraxisanleiter	

Berufserfahrung

Ferialpraktikant Gemeinde Gansbach (Juli 2004 und Juni 2006)

Ferialpraktikant Fa.Bürotec (Juli 2006)

Ferialpraktikant Gartengestaltung Zimmer (August 2006)

Ferialpraktikum als Laborant bei G&L Feuerfesttechnik (Juli 2007 und Juli 2009)

Erntehelfer (Juli 2010, Juli 2011, Juli 2012, Juli 2013, Juli 2014)

Ferialpraktikant Vetro Pack (August 2011)