

Sedimentologische Untersuchung von Terrassenschottern östlich von Wien

Bachelorarbeit

Verfasst von:

Clemens Schmalfuß

September 2017

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dr. Michael Wagreich

Department für Geodynamik und Sedimentologie

Universität Wien

Kurzfassung:

In dieser Bachelorarbeit wurden Terrassenschotter aus zwei Kiesgruben im Donaauraum östlich von Wien (nahe Haslau und Fischamend) untersucht und verglichen. Fragestellung war, ob und wie sich aktive Störungen des Wiener Beckens auf die Morphologie der Terrassen südlich der Donau auswirken.

Die Terrassenkörper bestehen aus Kiesen mit geringmächtigen Sandlagen, die während des Pleistozäns von der Donau in einem Braided-River-System abgelagert wurden. In der Kiesgrube Haslau wurde ein Kryptoturbationshorizont identifiziert. Das Fehlen einer solchen Schicht in Fischamend kann als Hinweis auf klimatische Unterschiede zur Zeit der Ablagerung interpretiert werden.

Der Vergleich der Schwermineralspektren aus den beiden Profilen zeigt keine Änderung des Liefergebiets an. Es dominieren an beiden Orten metamorphe Minerale, die auf die Böhmisches Masse als Hauptliefergebiet hindeuten.

Abstract

In this bachelor's thesis terrace gravels from two pits in the Danube area east of Vienna (near Haslau and Fischamend) were investigated and compared. The aim was to find out if and how active faults in the Vienna Basin affect the morphology of terraces south of the Danube.

The terrace bodies consist of gravels and thin sand layers which were sedimented by the Danube during the Pleistocene in a braided-river-system. A cryptoturbation horizon was identified in the gravel pit in Haslau. The absence of such a layer in Fischamend possibly indicates climatic differences at the time of sedimentation.

The comparison of heavy mineral data does not suggest a difference in provenance. At both localities, metamorphic minerals are dominant. The assemblages indicate that the Bohemian Massif is the primary source area.

Inhalt

Kurzfassung	2
Abstract	2
Inhaltsverzeichnis	3
1. Einleitung	4
2. Geologischer Überblick	4
2.1 Arbeitsgebiet	4
2.2 Tektonik	6
3. Methoden	8
3.1 Profilaufnahme	8
3.2 Schwermineralanalyse	8
4. Ergebnisse	9
4.1 Haslau	9
4.1.1 Aufschlussbeschreibung	9
4.1.2 Schwermineralanalyse	11
4.2 Fischamend	13
4.2.1 Aufschlussbeschreibung	13
4.2.2 Schwermineralanalyse	16
5. Diskussion	18
6. Zusammenfassung	21
7. Danksagung	21
Literaturverzeichnis	22
Anhang	24

1. Einleitung

Im Bereich des Wiener Beckens lassen sich entlang der Donau Schotterterrassen auf zahlreichen unterschiedlichen Höhengniveaus unterscheiden. Die zeitliche Einordnung ihrer Ablagerung ist oft schwierig, da während des Quartärs tektonische Verstellungen stattgefunden haben und Datierungen rar sind. Zeitliche Korrelationen werden meist durch geomorphologische und paläontologische Methoden durchgeführt.

In dieser Arbeit wurden Sedimente aus zwei Kiesgruben östlich von Wien untersucht, um die Ablagerungsbedingungen zu rekonstruieren und durch die Analyse der Schwermineralspektren auf das Liefergebiet zu schließen.

2. Geologischer Überblick

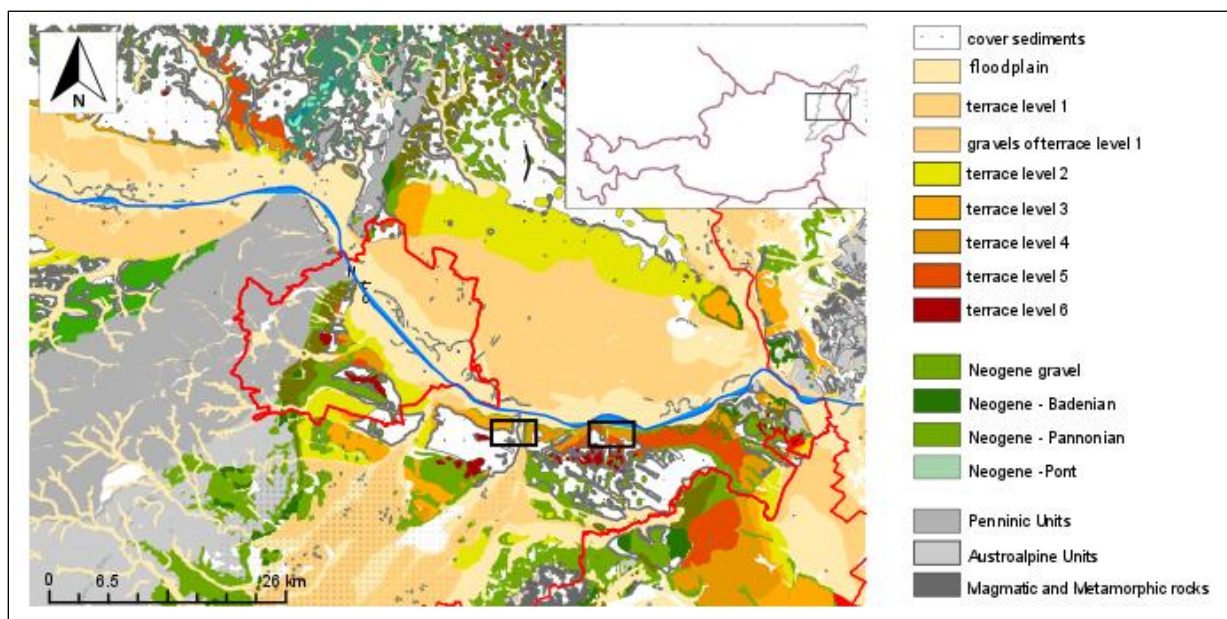


Abbildung 1: Geologische Karte des Wiener Raums (Neuhuber et al., 2016)

2.1 Arbeitsgebiet

Die untersuchten Proben stammen aus den Kiesgruben der Haslauer Kieswerk GmbH in Haslau an der Donau sowie der Firma Habau in Fischamend. An beiden

Orten findet man etwa 12 m mächtige Kiese („Schotter“), die feinere Sedimente aus dem Neogen des Wiener Beckens überlagern.

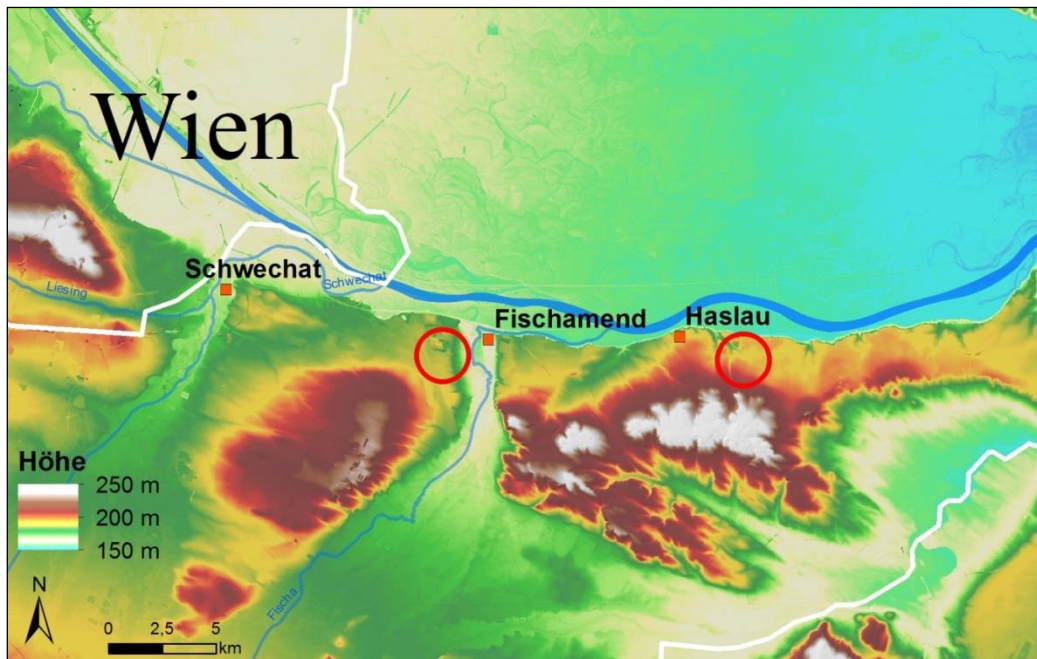


Abbildung 2: Höhenmodell des untersuchten Gebiets (Höhendaten: www.data.gv.at)

Im Wiener Stadtgebiet lassen sich laut Thenius (1974) sieben quartäre Terrassenniveaus unterscheiden (Abb. 2), die während der Glaziale im Pleistozän akkumuliert und in den Warmzeiten von der Donau eingeschnitten wurden. Die Oberkante der Kiesgrube Fischamend befindet sich auf einer Höhe von 179 m ü. A. (30 m über Donau-Niveau) unmittelbar östlich des Flughafens Schwechat. Fink & Majdan (1954) ordnen diese Schotter der höheren Terrasse westlich Seyring zu, die der Theresianum-Terrasse entspricht. Als Ablagerungszeitraum werden die Riss- (Fink & Majdan) oder die Mindel-Kaltzeit (Fuchs, 1985) vermutet.

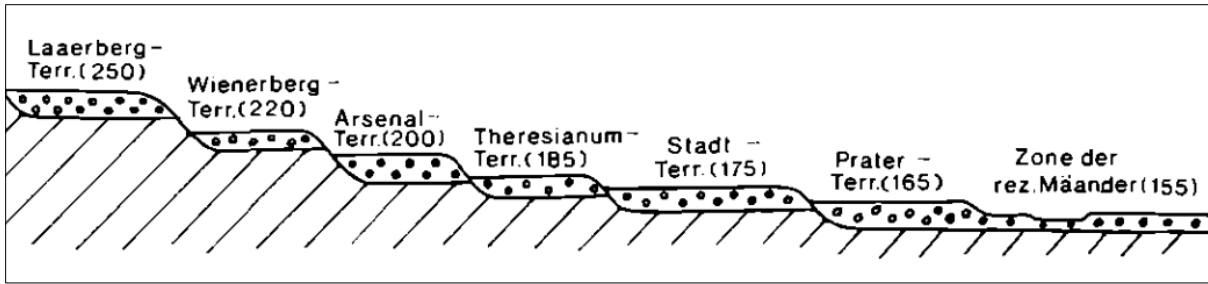


Abbildung 3: Terrassen im Wiener Raum (Thenius, 1974)

Die Kiesgrube Haslau liegt etwa 12 km weiter östlich auf einer Höhe von 189 m ü.A. (40 m über Donau-Niveau) am Rand des Arbesthaler Hügellands und befindet sich dort auf der niedrigsten von mehreren Terrassenstufen. In der Karte der Geologischen Bundesanstalt (Fuchs, 1985) wird die Terrasse der Mindel-Kaltzeit zugerechnet.

Die Kiesgrube wurde bereits von Neuhuber et al. (2016) untersucht. Eine Datierung mit kosmogenen Nukliden ergab mit 2,27 +/- 0,22 Ma ein deutlich höheres Sedimentationsalter, als für Terrassenschotter auf diesem Niveau erwartet werden.

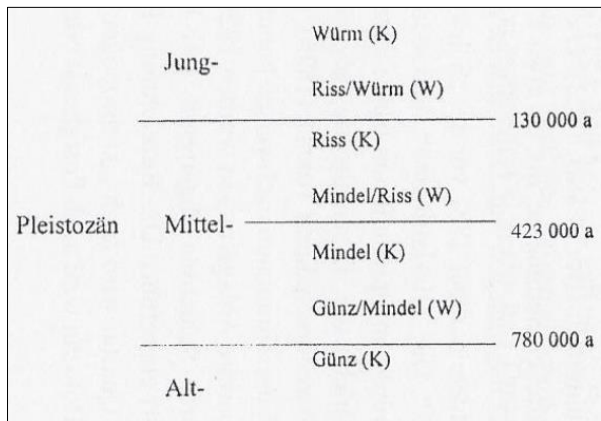


Abbildung 4: Kalt- und Warmzeiten des Pleistozäns (Faupl, 2006)

2.2 Tektonik

Das Wiener Becken ist ein 200 km langes und 60 km breites, spindelförmiges Becken, das im Miozän infolge der lateralen Extrusion der Ostalpen entstand. Dem Becken liegt eine sinistrale, von SW nach NE verlaufende Seitenverschiebung zugrunde (Vienna Basin Strike Slip Fault – VBSSF). Daneben gibt es mehrere Abschiebungen wie etwa der Leopoldsdorfer Bruch (Wessely, 2006; Decker et al., 2005). Das Wiener Becken wird durch Einheiten der Alpen und Karpaten begrenzt,

die auch das Basement bilden. (Wessely, 2006) Zwischen der Wiener Pforte im Westen und der Hainburger Pforte im Osten wird das Becken von der Donau durchflossen. (Abb. 4)

Störungsgebundene, mit Schotter verfüllte Senkungszonen innerhalb des Wiener Beckens wie die Mitterndorfer Senke und rezente seismische Aktivität sind Nachweise für tektonische Bewegungen während des Quartärs. (Peresson, 2006) Diese Aktivität hatte auch einen vertikalen Versatz von Terrassen nördlich der Donau zur Folge (Decker et al., 2005).

Südlich der Donau gibt es bisher keine genauen Angaben zu einem vertikalen Versatz von Terrassenschottern (Neuhuber et al., 2016). In unmittelbarer Nähe der untersuchten Kiesgruben verlaufen der Markgrafneusiedler Bruch (Abschiebung) und die VBSSF. Die beiden Lokalitäten befinden sich auf unterschiedlichen tektonischen Einheiten, die von Neuhuber et al. (2016) als Markgrafneusiedl-Einheit und Mitterndorf-Lasseer-Einheit bezeichnet werden. (Abb. 5).

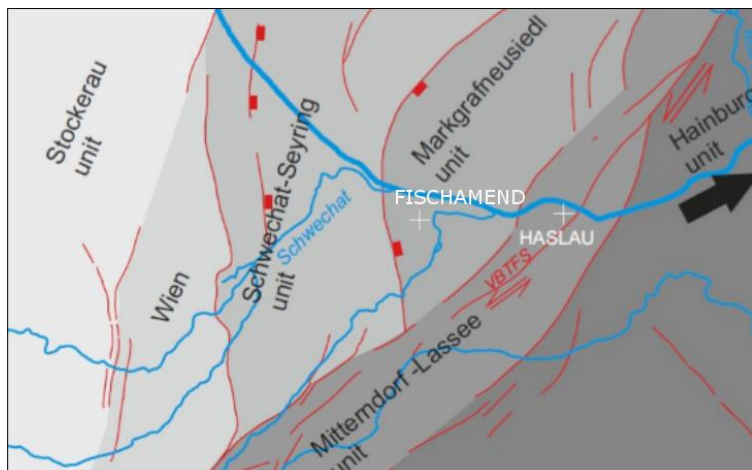


Abbildung 5: Tektonische Einheiten und Störungen im Donauraum bei Wien (Neuhuber et al., 2016)

3. Methoden

3.1 Profilaufnahme

In der Kiesgrube Fischamend wurde ein detailliertes sedimentologisches Profil aufgenommen. Durch Interpretation der Sedimentabfolgen und –strukturen wurden die Ablagerungsbedingungen rekonstruiert.

3.2 Schwermineralanalyse

Je 3 Proben aus beiden Kiesgruben wurden auf ihre Schwermineralspektren untersucht. Es wurden Proben aus Sandlagen und aus der sandigen Matrix von Kiesen zur Schwermineralanalyse herangezogen, um auf das jeweilige Liefergebiet zu schließen.

Die Aufbereitung der Proben wurde im Labor des Departments für Geodynamik und Sedimentologie der Universität Wien durchgeführt. Die Proben wurden zuerst mit verdünnter Essigsäure angesetzt um Karbonate und organisches Material aufzulösen. Danach wurde durch Nasssiebung die Fraktion 0,063 – 0,4 mm abgetrennt. Dieser Korngrößenbereich wird zur Schwermineralbestimmung standardmäßig verwendet, da sich die optischen Eigenschaften größerer bzw. kleinerer Körner mikroskopisch nur schwer bestimmen lassen (Boenigk, 1974).

Die Abtrennung der Schwermineralfraktion wurde mit der Flüssigkeit LST Fastfloat (Dichte = 2,96 g/cm³) durchgeführt. Die Körner wurden auf einen Objektträger gestreut, in Kanadabalsam (Brechungsindex $n = 1,54$) eingebettet und getrocknet. Die Auswertung erfolgte durch Auszählen unter dem Polarisationsmikroskop nach Mange & Maurer (1992).

4. Ergebnisse

4.1 Haslau

4.1.1 Aufschlussbeschreibung

Die Kiesgrube (Koordinaten: 48°06'43" N 16°44'40" E) besteht zum Großteil aus sandigen Kiesen. Die Komponenten erreichen teilweise Größen von über 10 cm und bestehen zum überwiegenden Teil aus Quarz. Metamorphe Gesteinskomponenten sind nur vereinzelt vorzufinden. Dazwischen treten geringmächtige Sandlagen auf. An der Basis ist Sand aus dem Pannon aufgeschlossen.

Stellenweise ist eine orange bis dunkelbraune Färbung durch Oxidation zu beobachten. Im oberen Bereich befindet sich ein Horizont, in dem markante, mehrere Meter tief reichende Kryoturbationsstrukturen (Verwürgungen) zu erkennen sind. Die Kiesgrube wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht genauer im Gelände untersucht. Das Profil und die bearbeiteten Proben stammen von Vorarbeiten durch Neuhuber (2014).



Abbildung 6: Kryoturbationshorizont, Blickrichtung Norden

Profil Haslau

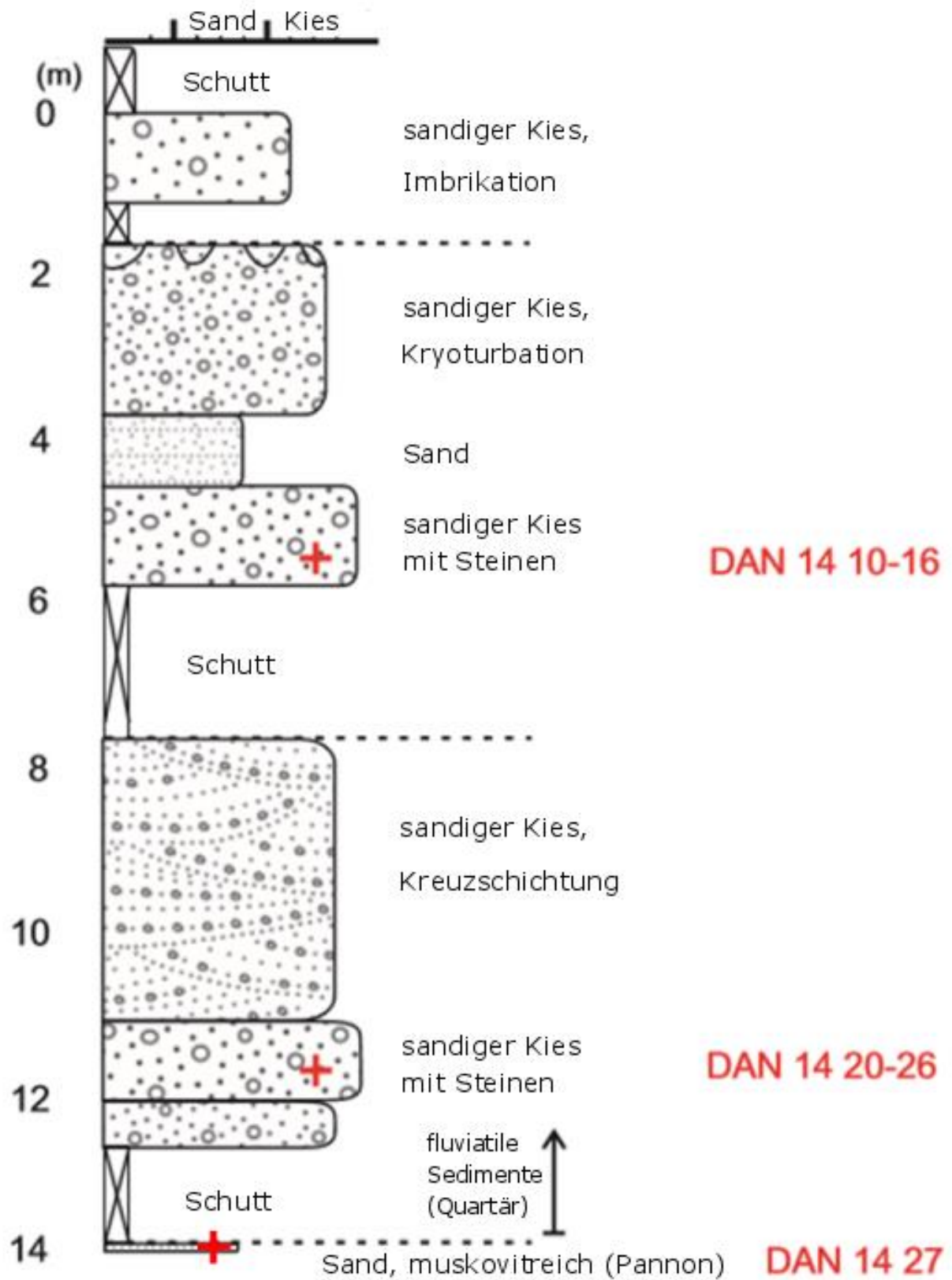


Abbildung 7: Profil aus der Kiesgrube Haslau; verändert nach Neuhuber et al. (2016)

4.1.2 Schwermineralanalyse

Drei Proben wurden auf ihre Schwerminerale untersucht, wobei jeweils über 200 Körner ausgezählt wurden. Nicht berücksichtigt wurden bei der Auszählung Glimmer und opake Minerale, welche in allen Proben vorkommen. Am häufigsten ist in allen Proben Granat. Ebenfalls bedeutende Anteile entfallen auf Epidot und Hornblende. Überall vertreten sind auch Apatit, Staurolith und Disthen. Die stabilen Minerale Zirkon, Turmalin und Rutil (ZTR) kommen in geringen Anteilen vor.

Tabelle 1: Ergebnisse der Schwermineralanalyse (in %); ZTR = Zirkon + Turmalin + Rutil

Probe	n	Granat	Epidot	Hornblende	Staurolith	Apatit	Disthen	Sillimanit	ZTR	andere
DAN 14-16	206	39	19	20	7	3	6	2	3	0
DAN 14-26	205	51	9	19	10	3	3	0	4	0
DAN 14-27	214	52	17	7	5	7	2	2	6	2

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Proben sind relativ gering. Probe DAN 14-27 zeigt einen im Vergleich deutlich niedrigeren Gehalt an Hornblende. DAN 14-26 enthält weniger Epidot.

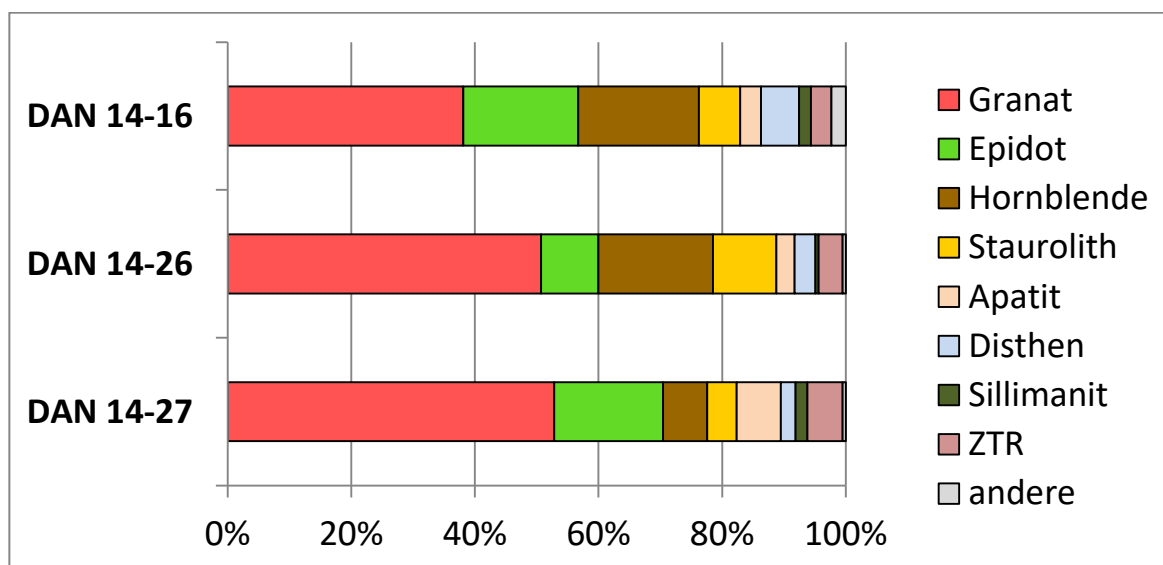


Abbildung 8: Balkendiagramm des Schwermineralspektrums

Die Fehler wurden nach Boenigk (1983) mithilfe folgender Formel berechnet:

$$v = Z * \sqrt{\frac{p * q}{n}}$$

v	=	mögliche Abweichung des tatsächlichen Wertes vom Zählergebnis (in %)
Z	=	Faktor, der davon abhängig ist, wieviel % der untersuchten Proben innerhalb der Abweichung v liegen
p	=	Prozentsatz eines Minerals in einem Spektrum
q	=	100 - p
n	=	Anzahl der gezählten Körner

Für Z = 2 ergibt sich eine Abweichung in der sich 95% der Proben befinden. Für den Hornblende-Gehalt in Probe DAN 14-16 berechnet sich beispielsweise eine Abweichung von $v = 2 * \sqrt{((20 * 80) / 206)} = 5,57\%$. Das bedeutet, dass der tatsächliche Anteil von Hornblende zu 95% zwischen 14,43 und 25,57% liegt. Eine Tabelle mit den Abweichungen für alle Proben befindet sich im Anhang.

4.2 Fischamend

4.2.1 Aufschlussbeschreibung

Profil 1 (Koordinaten: 48°07'09" N, 16°35'26" E) wurde an der N- und O-Wand von Ebene 1 sowie auf der O-Wand von Ebene 2 aufgenommen (Abb. 8). Es zeigt eine Wechsellagerung von Kiesen und wenige Dezimeter mächtige Sandlagen, die vereinzelt auch siltige Korngrößen aufweisen. Die Komponenten der Kiese bestehen zum überwiegenden Anteil aus Quarz. Daneben kommen in geringerer Anzahl auch Karbonate, Sandsteine und Metamorphite vor.

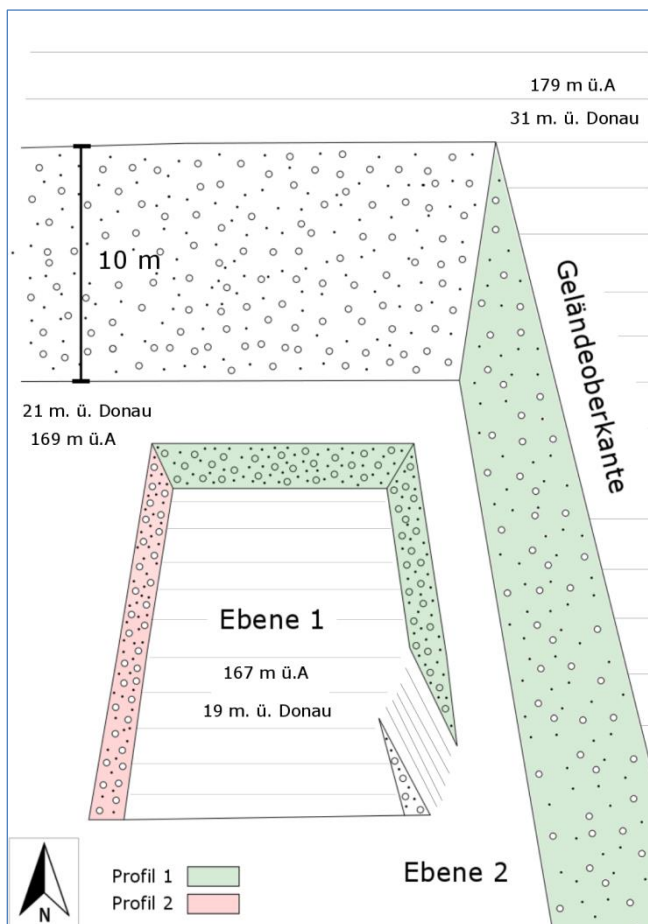
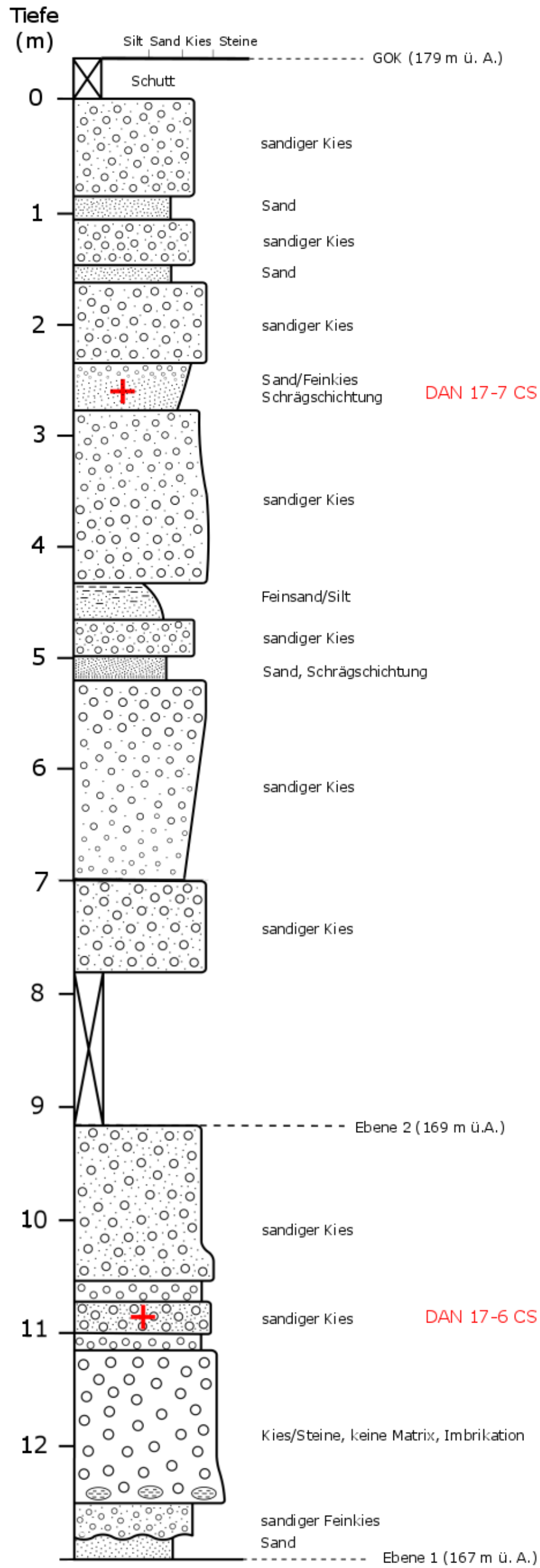


Abbildung 9: schematische Skizze der Kiesgrube

Die Kiese sind stellenweise durch Fe- und Mn- Oxide orange bis braun verfärbt und zeigen in manchen Lagen eine Imbrikation mit Einfallen nach W, was auf eine Paläo-Strömungsrichtung von W nach O hindeutet. Kryoturbationsstrukturen konnten in der Kiesgrube nicht festgestellt werden.

Profil Fischamend 1



Profil 2 wurde an der W-Wand von Ebene 1 aufgenommen (siehe Abb. 8) und besteht zum Großteil aus etwa 2 Meter mächtigen Sanden, Silten und Tonen, die diskordant von groben Kiesen überlagert werden. An der Basis der Grobkieschicht finden sich mehrere über 10 cm große tonige Komponenten. Die Sande sind zum Teil kreuzgeschichtet und gehen nach oben zu in immer feinere Sedimente über.

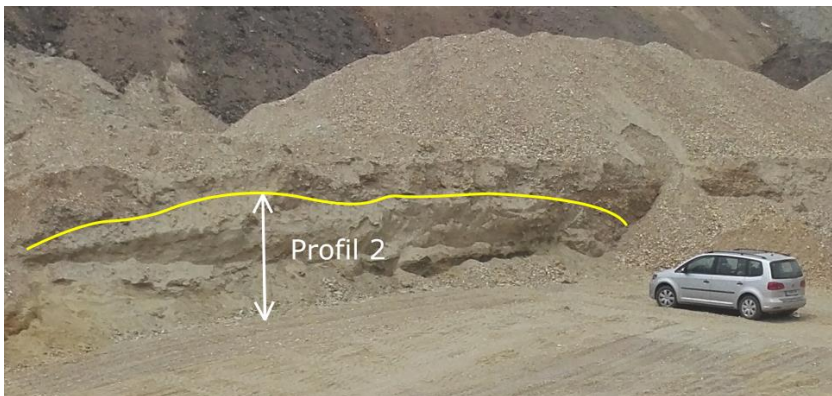


Abbildung 10: Profil 2; in Gelb ist die Diskordanz dargestellt; Blickrichtung NW

Zwischen den Sanden befindet sich eine geringmächtige Feinkieslage. Darüber wurde eine weiße, etwa 10 cm große Konkretion gefunden (Abb. 10). Nahe der Basis des Profils wurden gut erhaltene Holzbruchstücke gefunden (Abb. 11).

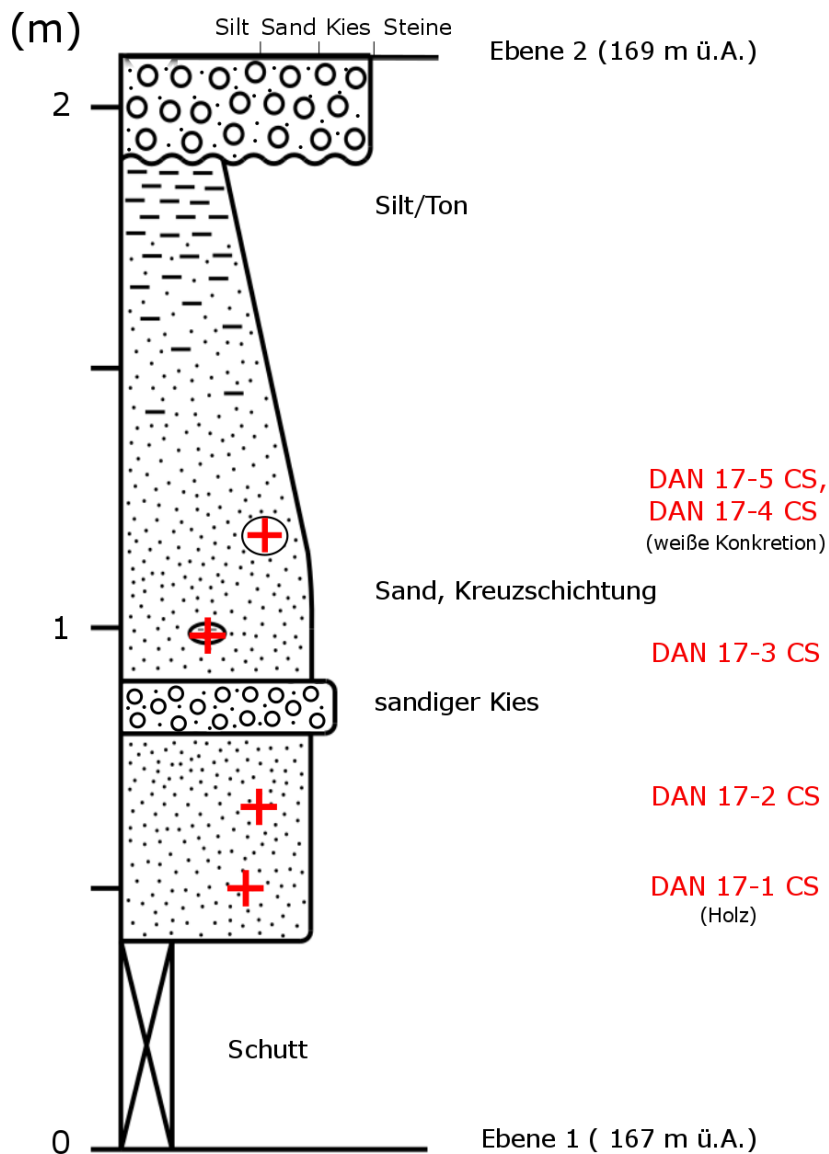


Abbildung 10: weiße Konkretion im Sand (DAN 17-5 CS)



Abbildung 11: Holzbruchstücke (DAN 17-1 CS)

Profil 2



4.2.2 Schwermineralanalyse

Es wurden 3 Proben auf ihren Schwermineralgehalt untersucht. Am häufigsten in allen Proben ist auch hier Granat, der meist farblos bis leicht rötlich ist. Dies deutet darauf hin, dass Exemplare aus der „Pyralspit-Reihe“ (Pyrop, Almandin, Spessartin) überwiegen (Mange & Maurer, 1992). Weitere häufige Minerale sind Epidot, Hornblende und Apatit.

Probe	n	Granat	Epidot	Hornblende	Staurolith	Apatit	Disthen	Sillimanit	ZTR	andere
DAN 17-2 CS	207	29	18	15	2	19	7	1	3	4
DAN 17-6 CS	202	33	19	17	9	10	4	3	3	0
DAN 17-7 CS	201	67	11	5	3	6	1	2	3	0

Tabelle 2: Ergebnisse der Schwermineralanalyse aus der Kiesgrube Fischamend

DAN 17-7 CS weist mit 67% aller durchsichtigen Schwerminerale den mit Abstand höchsten Granatgehalt aller Proben auf und enthält vergleichsweise wenig Hornblende und Apatit. DAN 17-2 CS ist die einzige Probe, in der Andalusit vorkommt. Apatit ist hier mit 19% das zweithäufigste Mineral. Die stabilen Minerale sind überall in geringer Anzahl vertreten

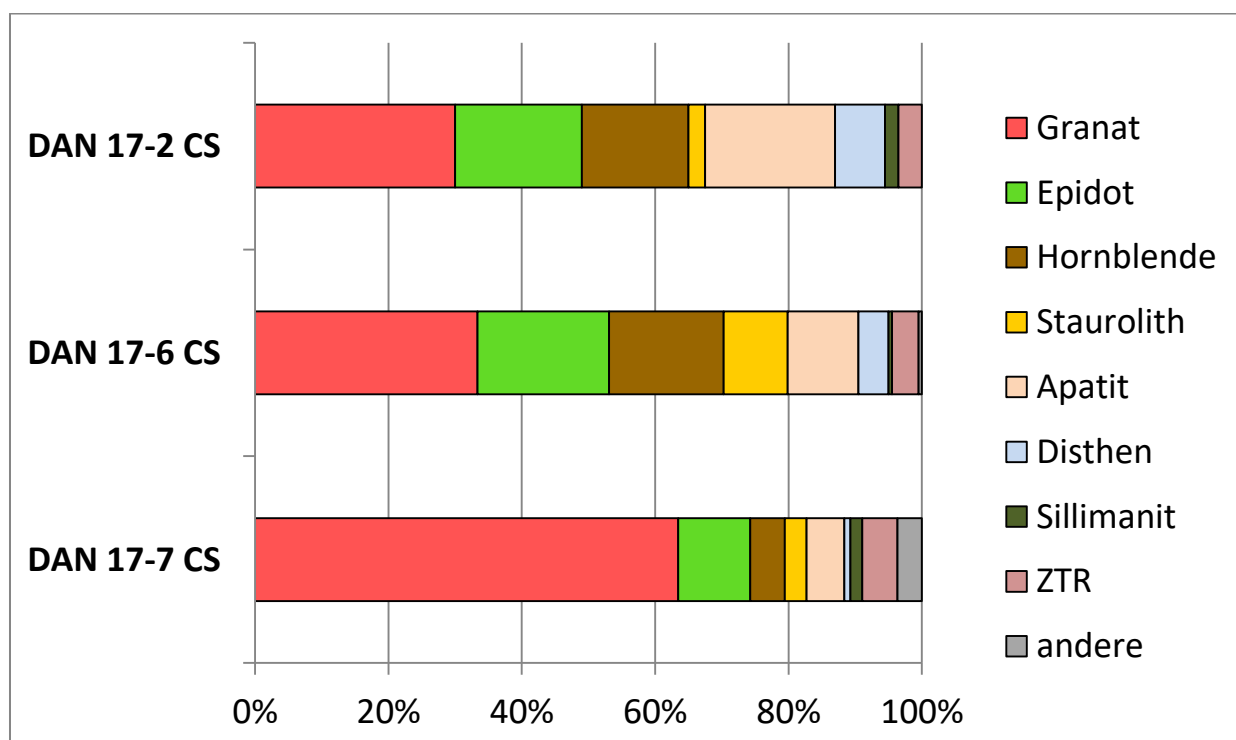


Abbildung 12: Balkendiagramm der Schwerminerale aus Fischamend

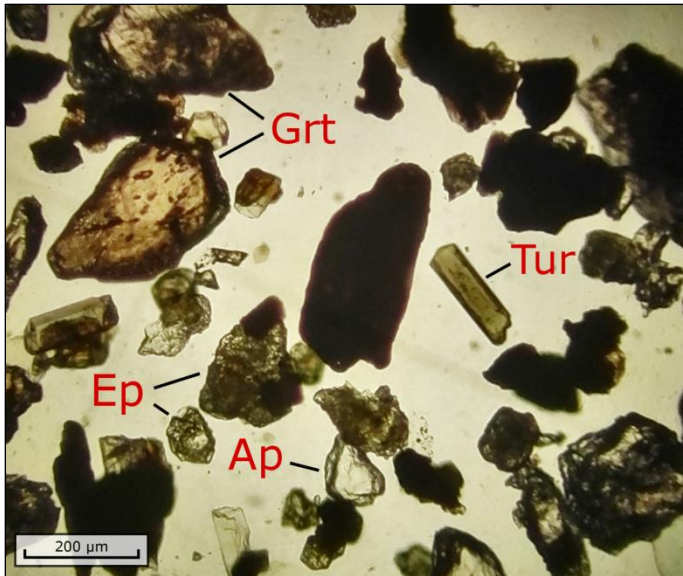


Abbildung 13: Schwerminerale DAN 17-2 CS im Polarisationsmikroskop (PPL);
Grt = Granat, Tur = Turmalin, Ep = Epidot, Ap = Apatit

5. Diskussion

Die Profile aus den untersuchten Kiesgruben zeigen durch den Wechsel von teilweise sehr grobkörnigen Kiesschichten mit Imbrikation und kreuzgeschichteten Sanden Abfolgen, die typisch für ein Braided-River-System mit migrierenden, verflochtenen Rinnen sind. Der Sedimentationstransport ist hoch und findet großteils durch Geschiebe am Flussbett statt (Reading, 1996). Solche Flusssysteme entstehen oft dort, wo das Gefälle rasch abnimmt und der Fluss die Sedimente nicht mehr transportieren kann. Sie sind charakteristisch für periglaziale Bedingungen, wie sie in den Kaltzeiten des Pleistozäns im Donauroaum herrschten. (Fink, 1966)

In Profil Fischamend 2 an der Basis der Kiesgrube findet man feine Sedimente, die in dieser Mächtigkeit in Profil 1 nicht vorkommen. Diese kann man als neogene Ablagerungen interpretieren. Im Oberpannon hatte sich der Pannensee nach Osten zurückgezogen und die Paläodonau durchfloss bereits das Wiener Becken (Salcher, 2008). In diesem Environment ist auch die Ablagerung der gefundenen Holzstücke plausibel.

Die Proben aus den Schottern der beiden Kiesgruben weisen ähnliche Schwermineralspektren auf. Die großen Unterschiede zwischen den Proben 17-6 und 17-7 kann man darauf zurückführen, dass eine Probe aus einer Sandlage und die andere aus der sandigen Matrix einer Kieslage entnommen wurden. Salcher (2008) beschreibt in einem Profil aus Rauchenwarth, nur wenige Kilometer von der Kiesgrube Fischamend entfernt, dass die Sandlagen mehr Granat und weniger Staurolith enthalten. Dieser Trend lässt sich auch hier feststellen. Vergleicht man die gemittelten Schwermineralegehalte, lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen Haslau und Fischamend erkennen.

Tabelle 3: Vergleich der gemittelten Schwermineralspektren

Spalte1	Granat	Epidot	Hornblende	Staurolith	Apatit	Disthen	Sillimanit	ZTR
Ø Haslau	45	14	19	9	3	5	1	4
Ø Fischamend	50	15	11	6	8	3	3	3

Die im Pannonium vermuteten Proben unterscheiden sich in manchen Punkten von den quartären Schottern. Sie haben in beiden Profilen den höchsten Gehalt an Apatit. 14-27 enthält zudem deutlich weniger Hornblende als die anderen Proben. Dies sind nach Auswertungen von Szabo (1959) charakteristische Eigenschaften im Pannonium des Wiener Beckens. 17-2 ist die einzige Probe des Profils, die Andalusit enthält, was ein Hinweis auf einen Zeitunterschied in der Ablagerung sein könnte.

In Abb. 14 sind die Daten in ein ternäres Diagramm mit hochgradig metamorphen (Granat + Staurolith), niedriggradig metamorphen (Epidot + Chloritoid) und stabilen (ZTR) Mineralen geplottet. Der Vergleich mit Daten von Szabo (1959) zeigt, dass die Spektren im typischen Bereich für quartäre und rezente Donausedimente liegen. Die hochgradig metamorphen überwiegen in allen Proben über die niedriggradigen.

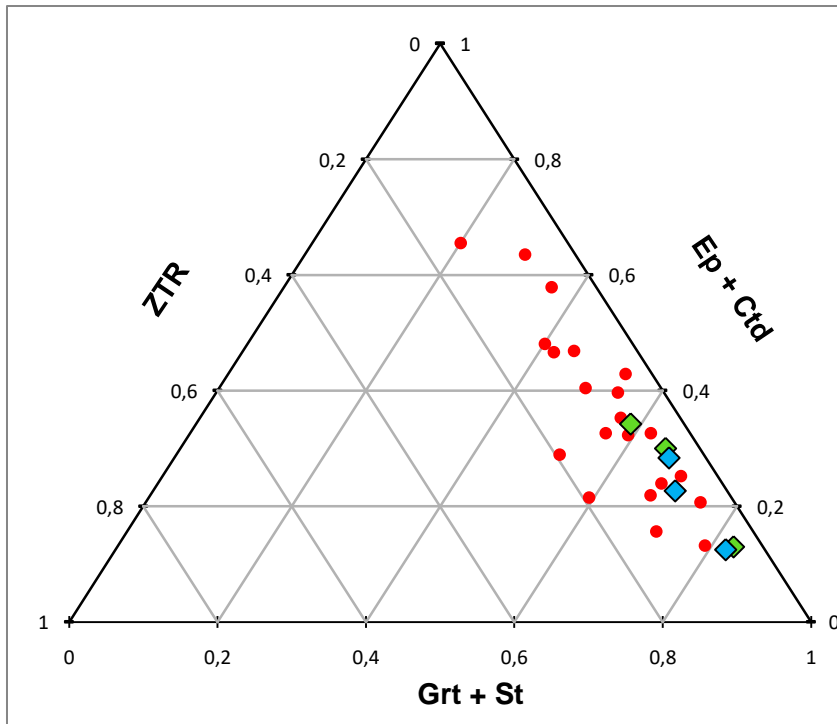


Abbildung 14: Ternäres Diagramm mit hochgradig/niedriggradig metamorphen und stabilen Mineralen; Blaue Quadrate: Haslau, grüne Quadrate: Fischamend, rote Punkte: Vergleichswerte von Szabo (1959)

Der niedrige ZTR-Index und das Vorkommen des sehr instabilen Apatits sprechen für einen eher kurzen Transportweg. Chromspinell ist in keiner der Proben vorhanden, was gegen die Kalkalpen als Ursprungsgebiet spricht (Füchtbauer & Müller, 1970). Die Turmaline, die in fast allen Proben gefunden wurden, sind durchwegs idiomorph, dunkelbraun und stark pleochroitisch (siehe Abb 13). Nach Krynine (1946) ist dies ein Hinweis auf eine granitische Herkunft.

In allen Proben überwiegen typisch metamorphe Schwerminerale, was auf die Böhmisches Masse als Hauptliefergebiet hindeutet. Granat, Disthen und die ZTR-Mineralen könnten aus Gneisen, Granuliten und Ganggesteinen stammen, Hornblende und Epidot aus Amphiboliten. Möglicher Ursprung des Stauroliths ist das Moravikum (Roetzel & Kurzweil, 1986). Ein bedeutender Teil der Schwerminerale kann auch auf aufgearbeitete Sedimente aus dem Neogen des Wiener Beckens und der Molassezone zurückgeführt werden. Hierfür sprechen die Gehalte an Apatit und der Vergleich mit Spektren aus rezenten Sanden aus Donauzubringern im Wiener Becken (Szabo, 1959). Epidot könnte auch vermehrt aus alpinen Gesteinen

stammen. Unterschiede in der Provenienz der Schotter in Fischamend und Haslau lassen sich anhand der vorliegenden Daten nicht feststellen.

6. Schlussfolgerung

Die untersuchten Terrassenschotter bestehen aus mächtigen sandigen Kiesen mit dünnen, zwischengelagerten Sandschichten. Beide Profile sind typisch für Donauschotter, die in den Kaltzeiten des Pleistozäns abgelagert wurden. Ein Unterschied besteht darin, dass nur im Profil Haslau ein Kryoturbationshorizont vorhanden ist, was auf unterschiedliche klimatische Bedingungen während der Ablagerung hindeuten könnte. Der Höhenunterschied von etwa 10 Metern könnte auch tektonisch bedingt sein, da sich in unmittelbarer Nähe aktive Störungen befinden. Die Schwermineralspektren lassen keinen Schluss auf eine Änderung des Liefergebiets zu. Beide Profile enthalten vorwiegend metamorphe Schwerminerale, die auf die Böhmisches Masse als Hauptliefergebiet hindeuten. Für eine genaue zeitliche Einordnung sind weitere numerische Datierungen notwendig.

7. Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meinen Betreuern Dr. Stephanie Neuhuber und Prof. Michael Wagreeich für die Unterstützung bei der Entstehung dieser Arbeit bedanken. Weiterer Dank gilt Maria Meszar für die Hilfe bei der Anfertigung der Schwermineralpräparate. Außerdem möchte ich mich bei der Firma Habau für den unkomplizierten Zugang zu ihrer Kiesgrube bedanken.

Literaturverzeichnis

Boenigk, W. (1983) : Schwermineralanalyse. Ferdinand Enke Publishers, Stuttgart, 158 S.

Decker, K., Peresson, H. & Hinsch, R. (2005): Active Tectonics and Quaternary basin formation along the Vienna Basin transform fault. *Quaternary Science Reviews* 24: 307-322.

Faupl, P. (2003): Historische Geologie. Facultas, Wien, 271 S.

Fink, J. & Majdan, H. (1954): Zur Gliederung der pleistozänen Terrassen des Wiener Raumes. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 97: 211– 249, Wien.

Fink, J. (1966): Die Paläogeographie der Donau. – In: Liepolt, R.: *Limnologie der Donau*: 59-109 (Kapitel III), Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Fuchs, W. (1985): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 60 Bruck an der Leitha. – Geologische Bundesanstalt, Wien.

Füchtbauer, H. & Müller, G. (1970): *Sedimente und Sedimentgesteine*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 726 S.

Krynine, P.D. (1946): The tourmaline group in sediments. – *Journal of Geology*, 54: 65-87; Chicago.

Lüthgens, C., Neuhuber, S., Grupe, S., Payer, T., Peresson, M. & Fiebig, M. (2017): Geochronological investigations using a combination of luminescence and cosmogenic nuclide burial dating of drill cores from the Vienna Basin. – *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 168: 115–140, Stuttgart.

Mange, M.A. & Maurer, H.F.W. (1992): *Heavy minerals in colour*. Springer Verlag, Berlin, 147 S.

Neuhuber, S., Ruzkiczay-Rüdiger, Z., Decker, K., Braucher, R., Fiebig, M., Braun, M., Häuselmann, P., ASTER Team. (2016) Isochron burial dating of Danube terraces in the course of an interlaboratory comparison in Vienna and Budapest (2016) *Geophysical Research Abstracts* Vol. 18, EGU2016-9661-4, 2016 EGU General Assembly 2016.

Peresson, H. (2006): Neotektonik. – In: Wessely, G. (Hrsg.): *Niederösterreich – Geologie der Österreichischen Bundesländer*: 189–224, Wien (Geologische Bundesanstalt).

Reading, H.G. (1996): *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*. 3rd Edition, Blackwell, Oxford, 689 S.

Roetzel, R. & Kurzweil, H. (1986): Die Schwerminerale in niederösterreichischen Quarzsanden und ihre wirtschaftliche Bedeutung. – Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 7: 199-216, Wien.

Salcher, B. C. (2008) Sedimentology and modeling of the Mitterndorf Basin, Dissertation, Universität Wien.

Szabo, P. (1959): Angaben zur Entwicklung des Flussnetzes im Wiener Becken und auf ungarischem Gebiet während des Quartäres, aufgrund von Schwermineralien. – Dissertation, Universität Wien, 53 S.

Thenius, E. (1974): Niederösterreich, Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien, 281 S.

Wessely, G. (2006) : Niederösterreich : 26 Tabellen, Geologie der österreichischen Bundesländer – Niederösterreich, Wien : Verlag der Geologischen Bundesanstalt, 416 S.

Zámolyi, A., Salcher, B., Draganits, E., Exner, U., Wagneich, M., Gier, S., Fiebig, M., Lomax, J., Surányi, G., Diel, M. & Zámolyi, F. (2016): Latest Pannonian and Quaternary evolution at the transition between Eastern Alps and Pannonian Basin: new insights from geophysical, sedimentological and geochronological data. – International Journal of Earth Sciences, 106: 1695-1721.

Anhang

Probenverzeichnis

Bezeichnung	Ort	Beschreibung	Koord. N	Koord. E	Höhe (ü.A.)	Verwendung
DAN 14-16	Haslau	Sand	48°06'43''	16°44'40''	183	Schwerminerale
DAN 14-26	Haslau	Sand aus Matrix	48°06'43''	16°44'40''	178	Schwerminerale
DAN 14-27	Haslau	Sand aus Matrix	48°06'43''	16°44'40''	175	Schwerminerale
DAN 17-1 CS	Fischamend	Holz	48°07'09''	16°35'24''	167	Paläontologische Bestimmung
DAN 17-2 CS	Fischamend	Sand	48°07'09''	16°35'24''	167	Schwerminerale
DAN 17-3 CS	Fischamend	Tonkomponente im Kies	48°07'09''	16°35'24''	168	Tonmineralogie
DAN 17-4 CS	Fischamend	weiße Konkretion	48°07'09''	16°35'24''	168	Tonmineralogie
DAN 17-5 CS	Fischamend	weiße Konkretion	48°07'09''	16°35'24''	168	Tonmineralogie
DAN 17-6 CS	Fischamend	Sand aus Matrix	48°07'09''	16°35'26''	169	Schwerminerale
DAN 17-7 CS	Fischamend	Sand	48°07'09''	16°35'27''	176	Schwerminerale

Schwermineralanalyse

DAN 14-16:

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	80	38,83	6,79
Epidot	39	18,93	5,46
Hornblende	41	19,90	5,56
Apatit	7	3,40	2,52
Staurolith	14	6,80	3,51
Disthen	13	6,31	3,39
Sillimanit	4	1,94	1,92
Turmalin	4	1,94	1,92
Rutil	3	1,46	1,67
Chloritoid	1	0,49	0,97
Summe	206	100	

DAN 14-26

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	104	50,73	6,98
Epidot	19	9,27	4,05
Hornblende	38	18,54	5,43
Apatit	6	2,93	2,35
Staurolith	21	10,24	4,24
Disthen	7	3,41	2,54
Andalusit	1	0,49	0,97
Sillimanit	1	0,49	0,97
Zirkon	1	0,49	0,97
Turmalin	3	1,46	1,68
Rutil	4	1,95	1,93
Summe	205	100	

DAN 14-27

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	111	51,87	6,83
Epidot	37	17,29	5,17
Hornblende	15	7,01	3,49
Apatit	15	7,01	3,49
Staurolith	10	4,67	2,89
Disthen	5	2,34	2,07
Sillimanit	4	1,87	1,85
Zirkon	2	0,93	1,32
Turmalin	6	2,80	2,26
Rutil	4	1,87	1,85
Chloritoid	2	0,93	1,32
Tremolit	3	1,40	1,61
Summe	214	100	

DAN 17- 2 CS

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	60	28,99	6,31
Epidot	38	18,36	5,38
Hornblende	32	15,46	5,03
Apatit	39	18,84	5,44
Staurolith	5	2,42	2,13
Disthen	15	7,25	3,60
Andalusit	8	3,86	2,68
Sillimanit	2	0,97	1,36
Zirkon	1	0,48	0,96
Turmalin	6	2,90	2,33
Rutil	1	0,48	0,96
Summe	207	100	

DAN 17-6 CS

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	66	32,67	6,60
Epidot	39	19,31	5,55
Hornblende	34	16,83	5,26
Apatit	21	10,40	4,29
Staurolith	19	9,41	4,11
Disthen	9	4,46	2,90
Sillimanit	7	3,47	2,57
Zirkon	2	0,99	1,39
Rutil	4	1,98	1,96
Tremolit	1	0,50	0,99
Summe	202	100	

DAN 17-7 CS

	Anzahl	Anteil (%)	Fehler (+/- %)
Granat	135	67,16	6,62
Epidot	23	11,44	4,49
Hornblende	11	5,47	3,21
Apatit	12	5,97	3,34
Staurolith	7	3,48	2,59
Disthen	2	1,00	1,40
Sillimanit	4	1,99	1,97
Turmalin	5	2,49	2,20
Rutil	2	1,00	1,40
Summe	201	100	