



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Würm- Eiszeitliche Kiese nördlich Gmunden (OÖ.):
Entstehung, Abbau und Rohstoffkunde

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser:	Martin Trausinger
Matrikel-Nummer:	0204019
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde, UF Psychologie und Philosophie
Betreuer:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Wagreich

Wien, am 19.03.2010

Ich versichere:

- dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei meinem Betreuer Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Wagreich für seine Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit bedanken. Er war bei Anfragen immer rasch zur Stelle. Danke auch an Dr. Dirk van Husen, Spezialist auf dem Gebiet der Quartärforschung im Traunseegebiet, der mit mir einige Begehungen ins Gelände zu den Kiesgruben unternahm.

Bedanken möchte ich mich weiters bei der Firma Asamer & Hufnagl GmbH, im Besonderen bei Hrn. Stefan Lobmayr von der Betriebstechnik des Unternehmens, für die Einsichtnahme in Betriebsabläufe. Die Firma Asamer gewährte mir jederzeit Zutritt ins Werkgelände und in die Kiesgruben und dessen Mitarbeiter waren stets bereit, diverse Fragen zu beantworten und die nötigen Informationen zur Verfügung zu stellen.

Besonderen Dank gilt meinen Freunden Robert Wurzinger, Wilfried Miedler und Martin Eisl, die mir während der Diplomarbeit zur Seite standen und die Bereitschaft zeigten, jederzeit fachliche Diskussionen zu führen.

Nicht zuletzt gebührt der Dank meinen Eltern, die mir das universitäre Studium ermöglichten und stets für mich da waren.

Zusammenfassung

Die untersuchten Kiesgruben der Firma Asamer & Hufnagl GmbH in Hildprechting/ Ohlsdorf und Viecht und der Firma RSK m.b.H. & Co. KG in Regau liegen nördlich von Gmunden am Traunsee entlang der Traun und stellen würm-eiszeitliche Schmelzwasserschüttungen bzw. Schotterterrassen auf der Traun- Enns- Platte dar. Im Rahmen der Diplomarbeit wurden nach einem kurzen entwicklungsgeschichtlichen Abriss der Quartärgeologie zum einen die glazifluviale Entstehung der Schotterterrassen im Quartär (in der letzten Eiszeit) bearbeitet und vorhandene Sedimentstrukturen in den Kiesgruben aufgenommen und beschrieben. Zum anderen wurde auf den Abbau, die Weiterverarbeitung und das Rohstoffvorkommen in den Kiesgruben eingegangen und die Verwendung der abgebauten mineralogischen Rohstoffe Sand, Kies und Stein durch die Firma Asamer & Hufnagl GmbH und RSK m.b.H. & Co. KG behandelt. Anschließend folgten Ausführungen zum Behördenverfahren für die Inbetriebnahme einer Schottergrube und zu den darin beinhalteten Rekultivierungsmaßnahmen der Abbaustandorte. Im letzten Kap. 8. wurden noch Anregungen zur fachdidaktischen Vermittlung der Inhalte für den interdisziplinären Oberstufen- Biologieunterricht gegeben.

Bei den Kiesgruben handelt es sich um würmeiszeitliche Niederterrassen, die durch fluviale Erosionen der in den vorhergehenden Eiszeiten entstandenen Terrassen und darauffolgenden Ablagerungen im Flussbett aufgenetzter „Wild“-Flüsse („Braided- River“- System) in der letzten Eiszeit entstanden sind. Deren abgelagerte Flusssedimente wurden von den an den Endmoränen am Rande der Gletscherzunge austretenden Gletscherabflüssen ins Vorland abtransportiert und abhängig von der Fließgeschwindigkeit und der Transportmenge des Abflusses an verschiedenen Stellen abgelagert. Dabei wurden zuerst die gröberen Komponenten sedimentiert. Da die Niederterrassen die jüngsten und niedersten Terrassenkörper über der Talsohle sind und deren Gesteinsmaterial noch am wenigsten verwittert und verunreinigt ist, werden nur sie abgebaut.

In den untersuchten Kiesgruben wird überwiegend karbonatisches Gesteinsmaterial gewonnen, die Kornzusammensetzung mit vorherrschend Kalken und Dolomiten spiegelt das vorwiegend kalkalpine Liefergebiet wider. Die abgebauten Sande und Kiese werden hauptsächlich zur Betonerzeugung und als Straßenbaumaterial verwendet.

Für die Schaffung der Kiesgrubenstandorte wurden von der Firma Asamer & Hufnagl im Vorfeld einige privatrechtliche Vereinbarungen zum Tausch von projektierten Grundstücken und zu etwaigen Entschädigungen mit Grundstücksbesitzern getroffen, um das Behördenverfahren leichter zu gestalten. Im Zuge des Behördenverfahrens wurden Maßnahmen zur Rekultivierung nach dem Abbauende mit dem Unternehmer erarbeitet und beschlossen. Die Nutzung der abgebauten Kiesgruben für die weitere Betriebstätigkeit ist bei Asamer & Hufnagl GmbH vielfältig: einerseits werden die ehemaligen Schottergrubenstandorte „touristisch“ genutzt, z.B. als Badensee (ehemaliger Baggersee in Regau), andererseits werden sie in ein neues „Betriebsbaugebiet“ umgewandelt, z.B. als Reifendeponie mit Recyclingwerk in Unternathal/ Ohlsdorf. Ein Großteil der ehemaligen Abbaustandorte wird auch einer land- und forstwirtschaftlichen Nutzung zugeführt oder einfach renaturiert.

Abstract

The examined gravel pits owned by Asamer & Hufnagl GmbH company in Hildprechting/ Ohlsdorf and Viecht and from the RSK m.b.H. & Co. KG company in Regau are situated in the north of the city of Gmunden at the Traunsee (lake Traun) beside the river Traun. They represent gravel terraces of the Traun- Enns- plateau from the Würm ice age. The diploma thesis includes, after a short historical extract of the quaternary geology, the glaciofluvial development of gravel terraces in the Quaternary (in the last ice age) and observed and described sediment structures of the gravel pits, as well as the diploma thesis deals with the mining, the processing and the raw material deposit of the gravel pits. It also describes how Asamer & Hufnagl GmbH and RSK m.b.H. & Co. KG companies use the mined raw materials such as sand, gravel and stone. The thesis continues with information concerning the agency proceedings for implementing a gravel pit and with the regulations of repair (for recultivation) after the mining. To conclude, it includes suggestions concerning the treated contents could be taught in a didactical way in secondary school.

The gravel pits are terraces on the base of the bottom valley. They resulted from the erosion of the terraces of the previous ice ages and subsequent deposition of sediments in the river channel of braided rivers of the last ice age. The fluvial sediments were transported from glacial outflows in the foothills of the Alps (it is also called “Alpenvorland”) which came from the terminal moraines at the border of the glacier tongue. The fluvial materials were deposited in different places depending on the rate and the transported amount of the outflow. In this process, the coarse sediments were deposited at first. Because of the young age, only the terraces on the base of the bottom valley are mined. These sediments are least contaminated.

In the examined gravel pits, carbonate stones are mainly gained, the grain composition with dominated limestones and dolomites reflects the main source areas of the Northern Calcareous Alps. The mined sand and gravel is mainly used for concrete production and as road building material.

For the implementation of the gravel pit locations, the Asamer & Hufnagl GmbH company made private arrangements with the landowners for obtaining suitable land and had to follow several governmental instructions. Among these, there are regulations of repair after mining. The use of the exhausted gravel pits for further operating activities varies by Asamer & Hufnagl GmbH company: on the one hand, the former gravel pit locations are used for touristic purposes, such as a swimming lake for example in Regau which was a former quarry pond. On the other hand, the pits were changed into a new land-use area, for example into a tyre storage for a recycling factory like the one in Unternathal/ Ohlsdorf. A bigger part is also used for agriculture and forestry or is simply renaturated.

Inhaltsverzeichnis

1. Problemstellung und Zielsetzung	1
1.1. Lage der Kiesgruben	2
1.2. Begriffsbestimmungen	5
2. Die Geschichte der Quartärgeologie als Wissenschaft.....	7
3. Quartäre Geologie und Landformung in den Ostalpen.....	11
3.1. Der alpine Raum in den Eiszeiten	11
3.1.1. Wichtige Parameter der Gletscherbildung und –bewegung.....	13
3.1.2. Auswirkungen der Gletschererosion	15
3.1.3. Abgelagerte Gletschersedimente.....	18
3.2. Oberösterreich in den Eiszeiten	20
3.3. Die Traunsee- Region in den Eiszeiten.....	21
3.3.1. Moränenablagerungen rund um den Traunsee.....	24
3.3.2. Die Entstehung des Traunsees	25
3.3.3. Das Ausbreitungsgebiet des Traungletschers und die daraus ableitbare Herkunft der Kiese	26
3.4. Entstehung von Schotterterrassen	31
3.4.1. Allgemeiner Entstehungsprozess	31
3.4.2. Flusstypen	34
3.4.3. Regionale Schotterterrassen des eiszeitlichen Traunseegletschers.....	35
4. Kiesablagerungen des Quartärs	39
4.1. Fazies der Kiese.....	39
4.2. Faziesanalysen.....	40
4.2.1. Sedimenttransport und Ablagerung im Fluss.....	40
4.2.2. Aufgenommene Sedimentstrukturen	41
5. Untersuchte Kiesgruben	51
5.1. Allgemeines	51
5.2. Ohlsdorf/ Hildprechting.....	52
5.2.1. Rohstoffvorkommen.....	54
5.2.2. Auszählung der Gesteinstypen der Gerölle	55
5.2.3. Abbau	61
5.2.4. Weiterverarbeitung.....	63
5.2.5. Verwendung	68
5.3. Viecht.....	69
5.3.1. Rohstoffvorkommen.....	70
5.3.2. Abbau und Weiterverarbeitung.....	71
5.3.3. Verwendung	72
5.4. Regau	72
5.4.1. Rohstoffvorkommen.....	74
5.4.2. Abbau und Weiterverarbeitung.....	75
5.4.3. Verwendung	75
6. Verwendung der abgebauten Kiese der Kiesgruben	77
6.1. Produkte und Kernaktivitäten der Firma Asamer & Hufnagl.....	77

6.1.1. Produktion von Baustoffen Kies und Stein	77
6.1.2. Betonwerke und Produktion von verschiedenen Betonsorten.....	78
6.1.3. Betontransport	81
6.1.4. Erzeugung von Betonfertigteilen	82
7. Rekultivierungsmaßnahmen der Abbaustandorte (als Teil des Behördenverfahrens zur Inbetriebnahme einer Schottergrube).....	85
7.1. Allgemeines zum Behördenverfahren.....	85
7.2. Rekultivierungsmaßnahmen	86
8. Fachdidaktische Anregungen.....	91
9. Abkürzungsverzeichnis	100
10. Literaturverzeichnis	101
10.1. Bibliographie.....	101
10.2. Literaturverzeichnis in elektronischer Form	103
11. Abbildungsverzeichnis	104
12. Anhang.....	106
12.1. Legende zur Abb. 2:	106
12.2. Lebenslauf.....	107

1. Problemstellung und Zielsetzung

Die heutige Landschaft und Umwelt des Alpenvorlandes ist im Wesentlichen im Verlauf des Eiszeitalters, des Pleistozäns als Teil des Quartärs, entstanden. Der erste Teilabschnitt meiner Arbeit thematisiert die Geologie der pleistozänen Kiesablagerungen in diesem Raum. Zielsetzung ist, Informationen und Erkenntnisse über die Entstehung, die Ablagerungsmechanismen und die Herkunft dieser Kiese zu geben. Genauer behandelt dieser Teil die glaziofluviale Entstehung der Kiesablagerungen im Alpenvorland durch die Gletschertätigkeiten in den Ostalpen und deren Folgen in der letzten Eiszeit als Teil einer erdgeschichtlich späten österreichischen Landschaftsbildung.

Im folgenden zweiten Teil wird auf rohstoffbezogene Aspekte eingegangen, wie den Abbau und die Zusammensetzung der Kiese und die Verwendung des Massenrohstoffs „Schotter“ für den Haus- und Straßenbau. Dabei werden die Darstellungen und Beschreibungen bewusst auf dem Niveau der AHS Oberstufe vermittelt. Meine Diplomarbeit richtet sich nicht vorrangig an Fachgeologen und Erdwissenschaftler, sondern hat als primäre Zielsetzung die Darstellung fachlicher Zusammenhänge für geologisch interessierte SchülerInnen, LehrerInnen und für Personen, die Informationen zur Kiesgewinnung – im gegenständlichen Fall der Firma Asamer Holding AG – erhalten möchten.

Abschließende fachdidaktische Überlegungen zum Thema werden so gestaltet, dass fachwissenschaftliche geologische Darstellungen in ihrer Auswahl, ihrem Ausmaß und ihrer Form der Darlegung an der Relevanz zum AHS Biologieunterricht der 6. Klasse Oberstufe und am Diplomarbeitsthema gemessen und ausgewählt werden. Diese Überlegungen sollen als Anregung für den Biologieunterricht einer AHS oder Oberstufe verstanden werden. Laut Lehrplan 2004 der AHS Oberstufe des Pflichtgegenstandes Biologie und Umweltkunde wird in der 6. Klasse unter dem Themenbereich Weltverständnis und Naturerkenntnis in Bezug auf den Bioplaneten Erde die Vermittlung des Wissens um Aufbau und Struktur der Erde vorgeschlagen. Weiters wird die Beschäftigung mit den geodynamischen Formungskräften als Grundlage der Entstehung ausgewählter österreichischer Landschaften genannt (vgl. <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/...>),

was die glaziofluviale Entstehung von sedimentären Terrassenkörpern im Alpenvorland und das Entstehen dieser Landschaft miteinschließt.

Ausgangspunkt meiner Erhebungen bilden ausgewählte Kiesgrubenstandorte nördlich von Gmunden. Durch Begehungen der Kiesgruben wurden Daten zur Geologie der darin vorkommenden Kiese und deren Abbau gesammelt. Für meine Untersuchungen ziehe ich die geologische Karte der Republik Österreich (1:50 000, Blatt Gmunden (66)), Fachliteratur und die Hilfe von Experten (Geologen) zu Rate. Da die Kiesvorkommen in den ausgewählten Standorten Ohlsdorf/ Hildprechting, Viecht und Regau von der Firma Asamer Holding AG abgebaut werden, fließen auch beispielsweise Gutachten bzw. Prüfberichte zur geologisch- petrographischen Beschreibung der Kiese und Bilder zu den angeführten Standorten mit ein.

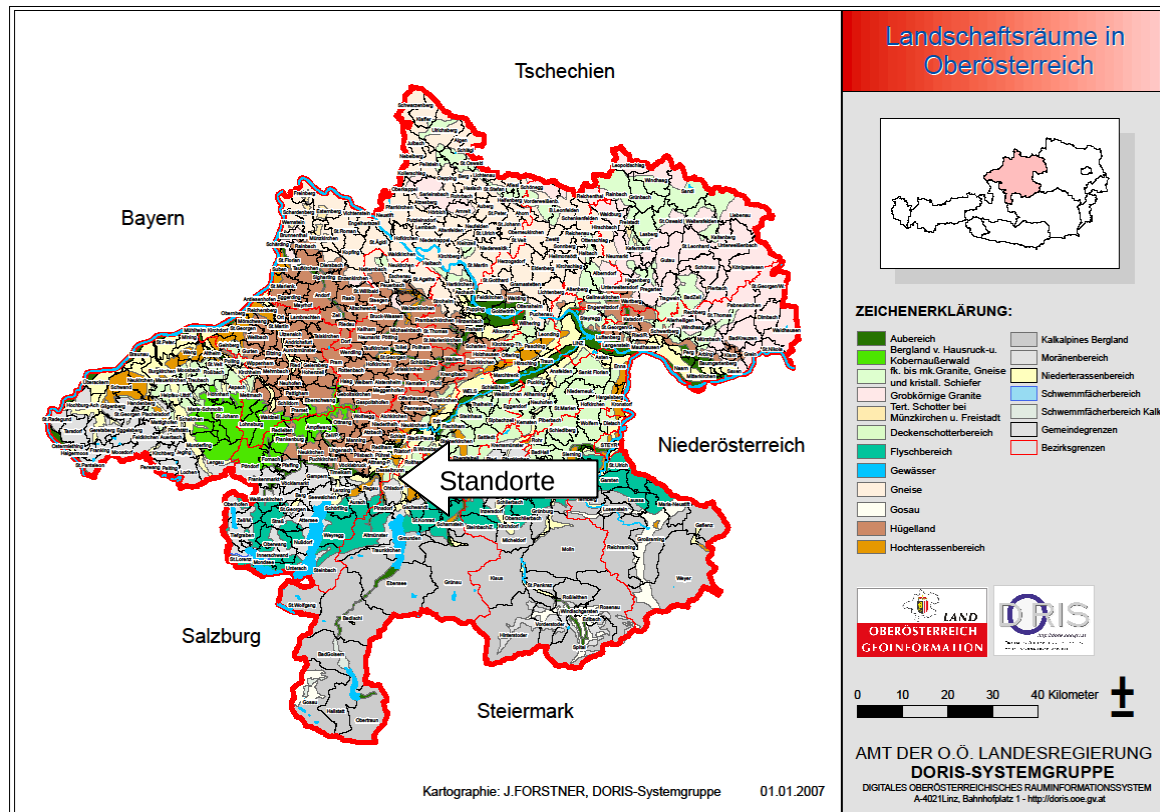
Währenddessen zur Darstellung der heutigen Kiesgewinnung der Firma Asamer Holding AG gegenwärtige Daten und Fakten dargelegt werden können, muss man bei der Frage nach der Herkunft und der Entstehung der Schotterterrassen in die Erdgeschichte zurückblicken. Da es sich bei dem von mir zu betrachtenden Kiesabbau um ausschließlich würm- eiszeitliche Niederterrassen handelt, ist die Darstellung der letzten jüngsten Eiszeit unserer Erdgeschichte, des Würm, vorrangig, wenngleich die älteren Eiszeiten das Umland der gewerblichen Abbauf Flächen mitgestalteten. Fluss- und Gletschertätigkeiten des Trauntalgletschers haben bis vor ungefähr 20 000 Jahren ihre Spuren hinterlassen. Das Becken des heutigen Traunsees, Endmoränen und im Vorfeld der Gletscherzunge Ablagerungen aufgenetzter Flüsse mit zahlreichen sedimentären Strukturen in den entstandenen Terrassenkörpern sind dessen Prägungen. Diese Terrassenkörper bilden den Gegenstand und den Ausgangspunkt meiner Untersuchungen, in deren Bereichen die Kiesgruben nördlich von Gmunden liegen.

1.1. Lage der Kiesgruben

Die folgende Oberösterreich- Karte aus dem digitalen oberösterreichischen Raum- Informations- System (Abk.: DORIS) zeigt die Landschaftsräume in Oberösterreich. Nördlich von Gmunden am Traunsee ist durch den Pfeil die Lage der von mir

untersuchten Kiesgrubenstandorte gekennzeichnet. Sie liegen im Südwesten Oberösterreichs im Niederterrassenbereich (Abb. 1: hellgelbe Färbung).

Abb. 1: Landschaftsräume in Oberösterreich



Quelle: DORIS (<http://doris.ooe.gv.at>)

Auf der nachfolgenden Grundkarte ebenfalls aus dem digitalen oberösterreichischen Raum- Informations- System (DORIS, -bereitgestellt durch die oberösterreichische Landesregierung) sind von mir geographisch die Bereiche nördlich des Traunsees (auf der Karte südlich) bis nach Desselbrunn im Norden der Karte vergrößert worden. In diesem Bereich liegen die untersuchten Kiesgrubenstandorte. Diese Grundkarte enthält geologische und hydrologische Informationen, wobei hier nur die geologischen Informationen von Bedeutung sind. Die geologischen Informationen sind durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet und stellen verschiedene Landschaftselemente dar, die in der *Legende im Anhang* erklärt werden. Die schwarzen Striche in der Karte nördlich des Sees markieren die Endmoränen der letzten 2 Eiszeiten Riss und Würm, in denen die Gletscherzungen des Trauntalgletschers unterschiedlich weit vorgedrungen sind. Die zur Nordseite

des Traunsees nächstliegenden Striche kennzeichnen die geringste Ausbreitung des Gletscherstroms der letzten großen Eiszeit, der Würm- Eiszeit. Dort liegen folglich die Endmoränen, die die Gletscherzunge der letzten Eiszeit „deponiert“ hat, bevor sie sich wieder aufgrund klimatischer Veränderungen zurückgezogen hat.

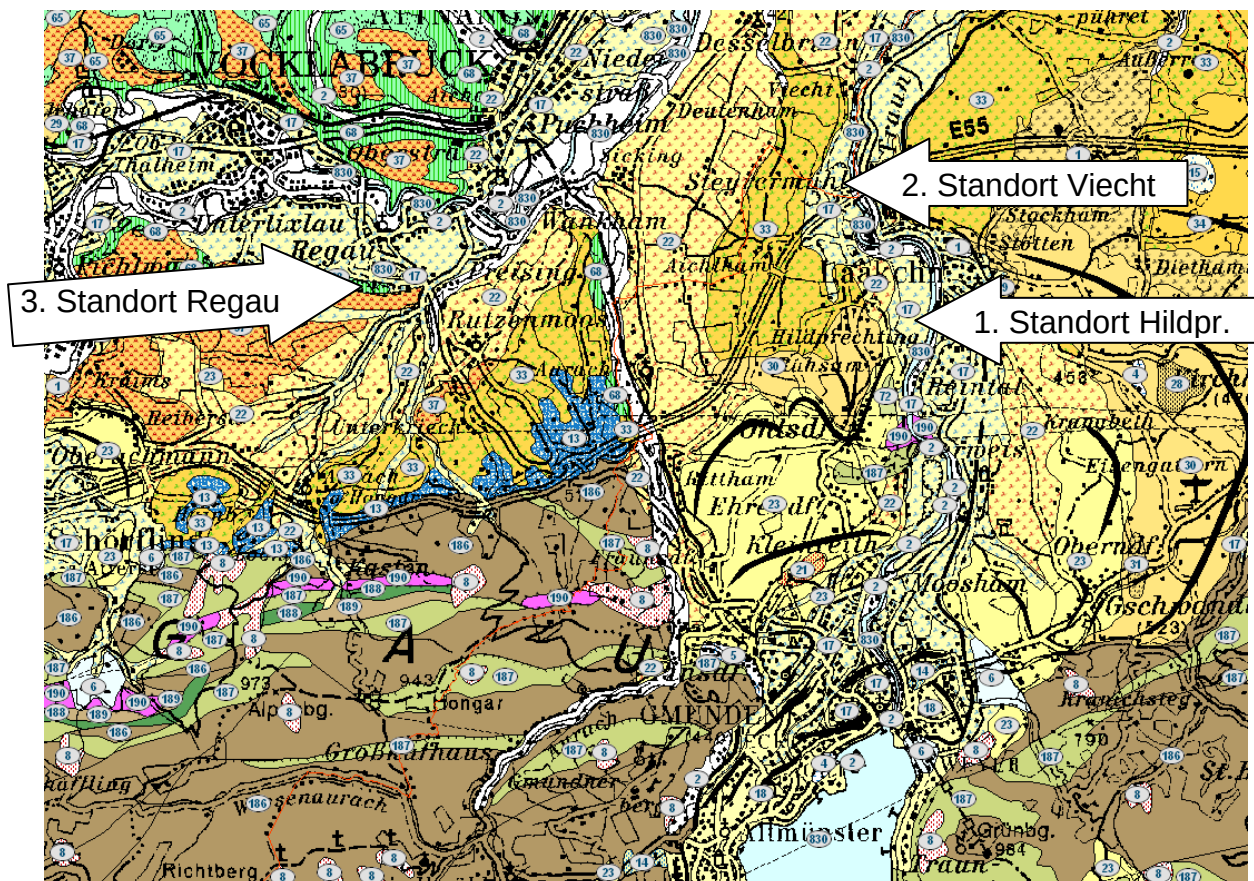
Die Zahlen auf der Karte sind in der Legende einzelnen geologischen Einheiten bzw. Landschaftselementen wie z.B. Serien, Schottern oder Schichten zugeordnet (*linke Spalte der Legende*). Die *rechte Spalte der Legende* weist die im Zahlenbereich vorkommenden Korngrößen oder mineralogischen Zusammensetzungen der Gesteine aus. Die Zahlenbereiche decken oft z.T. oder ganz die gefärbten, gemusterten Flächen ab, die die unterschiedlichen tektonischen Einheiten oder Landschaftszonen voneinander trennen.

Die gelben Flächen (hell- bis dunkelgelb) in Abb. 2: weisen glaziale Reliefelemente aus, die im Quartär/ Pleistozän entstanden sind, und in denen auch die Kiesgrubenstandorte liegen. Zwei der drei untersuchten Standorte liegen auf der Karte im hellgelben Flächenbereich westlich entlang der Traun zwischen Ohlsdorf und Steyrermühl in Hildprechting und zwischen Steyrermühl und Desselbrunn in Viecht. Sie sind in der Legende im Sektor Pleistozän bis oberstes Neogen unter Würm der Zahl 17 zuzuordnen, die in den hellgelben Flächen auch zu entnehmen ist. Bei diesen Flächen mit der Zahl 17 handelt es sich (gemäß Karte und Legende) um Würm- Niederterrassen mit Kies- und Sandvorkommen. Zwischen Hildprechting und Laakirchen kann man aus der Abbildung gut die neben dem Flächenbereich mit der Zahl 17 liegenden weiteren Terrassen erkennen. Sie sind durch frühere glaziale Flussablagerungen- und -zerschneidungen entstanden als die Niederterrassen (vgl. Wilhelmy, 2002). Östlich der Traun finden sich jüngere Deckenschotter der Mindel- Eiszeit (Zahl 29), westlich von 17 erstrecken sich Hochterrassen der Riss- Eiszeit (mittelgelbes Feld, Zahl 22) und weiters ältere Deckenschotter der Günz- Eiszeit (dunkelgelbes Feld, Zahl 33). Anschließend zwischen Aichham und Wankham erstreckt sich großflächig in Süd- Nord- Richtung wieder eine Riss- Hochterrasse (mittelgelbes Feld, Zahl 22).

Der weiter westlich gelegene 3. Standort befindet sich von Gmunden kommend zwischen Rutzenmoos und Regau ebenfalls bei der Zahl 17 im hellgelben Feld. Daher handelt es sich auch hier um eine Würm- Niederterrasse. Ein Teil der

Kiesterrasse dort wird in einem durch den Abbau bereits gebildeten „Baggersee“ abgebaut. Zuvor (vom Standort Richtung Gmunden) erstrecken sich Riss-Hochterrassen (mittelgelbes Feld, Zahl 22) und ältere Deckenschotter der Günz-Eiszeit (dunkelgelbes Feld, Zahl 33).

Abb. 2: Standorte nördlich von Gmunden



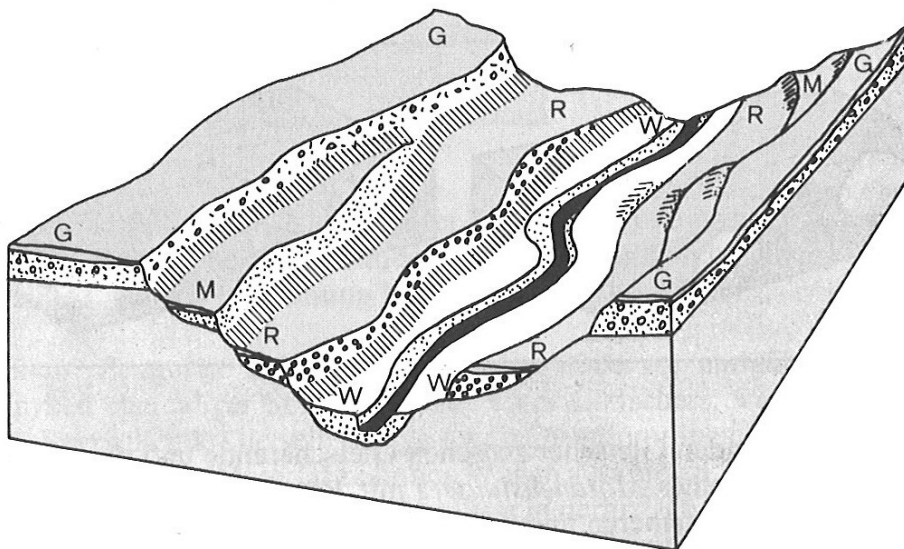
Quelle: DORIS (<http://doris.ooe.gv.at>)

1.2. Begriffsbestimmungen

Entsprechend der vier Eiszeiten gibt es im Alpenvorland vier in Schotterplatten eingesenkte glazifluviale Terrassenschüttungen (siehe Abb. 3:) (vgl. Wilhelmy, 1992). Die höchstgelegene oberste günzeiszeitliche Terrasse (G) wird auch als „Ältere Deckenschotter“, die darunter liegende jüngere mindeleiszeitliche Terrasse

(M) als „Jüngere Deckenschotter“ bezeichnet. In weiterer Folge wird die risseiszeitliche noch jüngere Terrasse (R) als „Hochterrasse“ und die würmeiszeitliche jüngste Terrassenschüttung (W) als „Niederterrasse“ angeführt. Die Würmterrasse bzw. Niederterrasse (W) ist die unterste (niederste) Terrasse über der Talsohle bzw. über dem Fluss, dessen Ablagerungsgerinne zuletzt (in die zuvor abgelagerte angrenzende Hochterrasse) durch Tiefenerosion eingeschnitten hat (vgl. Wilhelmy, 2002). Als löss- und lehmfreie Terrasse wird sie als einzige zur Kiesgewinnung abgebaut.

Abb. 3: Glazifluviale Terrassen des Alpenvorlandes



Quelle: Wilhelmy, 1992 (nach Rathjens, 1979)

Dieses Terrassenstratigraphie- System, das aus komplexen fluvialen Ablagerungs- und Erosionsprozessen in Folge mehrerer Vergletscherungen hervorgeht, geht auf Albrecht Penck (1909) zurück (vgl. Penck & Brückner, 1909).

2. Die Geschichte der Quartärgeologie als Wissenschaft

Der Begriff „Quartär“ wurde 1854 von *Morlot* eingeführt, nachdem 1829 *Desnoyer* die Trennung zum Tertiär durch quartäre Ablagerungen im Seinegebiet beschrieben hatte. Die Bezeichnung „Pleistozän“, der größte Abschnitt des Quartärs, auch genannt „Eiszeitalter“, das vor ca. 2,6 Mio. Jahren (früher 1,8 Mio. Jahre) begann und vor ca. 10 000 v. Chr. endete, geht auf *Lyell* (1839) zurück (vgl. Faupl, 2003).

Zuvor (ab 1821) wurde die „Glazialtheorie“ von *Venez* und *Carpentier* begründet. Sie ging von den Schweizer Alpen aus. Jene Forscher erkannten, *„dass glaziale Erscheinungen eine viel weitere Ausdehnung aufwiesen als gegenwärtig und dass daher diese Gletscher früher eine größere Verbreitung hatten“* (Faupl, 2003:227). *Carpentier* stellte auch fest, dass die erratischen Blöcke am Juragebirge vom Transport alpiner Gletscher stammten, was ein Meilenstein für die Quartärforschung war (vgl. Faupl, 2003).

Der Begriff „Eiszeit“ wurde von *Schimper* geprägt, der mit *Agassiz* die Theorie aufstellte, *„dass weite Teile Europas, des nördlichen Asiens und Nordamerikas unter mächtiger Eisbedeckung gelegen waren“* (Faupl, 2003:227).

Die „Glazialtheorie“ war zunächst umstritten, löste jedoch 1875 durch *Torells* Nachweis von Gletscherschrammen endgültig die zuvor geltende „Drifttheorie“ ab, wonach erratische Blöcke durch Eisberge verdriftet wurden. Diese entstand aus der bis 1820 geltenden „Diluvialtheorie“, welche die chaotischen eiszeitlichen Sedimente (Diluvium) noch für Ablagerungen der biblischen Sintflut hielt (vgl. Faupl, 2003).

Erwähnt seien hier zwei weitere große Quartärforscher des vorletzten Jahrhunderts: *Friedrich Simony* (1813-1896) und *Albrecht Penck* (1858-1945). Sie legten entscheidende Grundsteine für die Eiszeitforschung in den Alpen. Friedrich Simony, Geograph und Alpenforscher, aus Böhmen stammend, entdeckte in Oberösterreich die ersten Spuren eiszeitlicher Vergletscherung, worüber er ab 1846 Bericht ablegt. Er erkennt zunächst im inneren Salzkammergut und bald darauf auch weiter Trauntal abwärts, dass Gletscherschliffe, Findlinge und Moränen Folgeerscheinungen des Gletschereises einer Eiszeit waren. Um 1870 herum

lieferte er dann Hinweise auf mehrere Eiszeiten. Von Simony stammen viele geographische Arbeiten bezüglich der quartären Vergletscherungen und ihren Folgen im Salzkammergut. Dabei konnte er sich auf die bereits zögerlich geäußerten Deutungen und Erkenntnisse der Schweizer Forscher Venetz, Carpentier oder Schimper (siehe weiter oben) vor allem über Moränen, erratische Blöcke und Gletscherschliffe stützen. (vgl. Kohl, 1997). Weitere Berühmtheit erlangte Simony durch seine Gletscherbeobachtungen im Dachsteingebiet um 1850. Dabei erkannte er auch die Notwendigkeit, die laufenden Veränderungen der Gletscherstände zu beobachten und festzuhalten; *„er ist somit der erste, der in den Ostalpen schon ab 1840 bis in die 90er Jahre hinein Gletscherbeobachtungen durchgeführt hat“* (Kohl, 1997:351).

Das umfangreiche Lebenswerk des Gletscherforschers Friedrich Simony wird später unter anderem von Albrecht Penck gewürdigt. Albrecht Penck (1858-1945), Geograph und Geologe, aus Sachsen stammend, war der Nachfolger Simonys auf dem Lehrstuhl für physische Geographie an der Universität Wien. Mit seinem ersten großen Werk „Die Vergletscherung der deutschen Alpen“ von 1882, das zwar unseren Alpenraum noch nicht behandelt, schafft er das Fundament für die weitere Quartärforschung. Auf österreichischem Gebiet folgen daraufhin Schriften über die Vergletscherung des Enns- und Steyrtales von August Böhm von Böhmersheim (1885) und des Salzachtales von Eduard Brückner (1886). Böhm beschäftigt sich bei eigenen zahlreichen Begehungen dieser Täler eingehend mit der Terrassenbildung und mit den Vorgängen der Akkumulation und Erosion. Dabei suchte er wie seine Zeitgenossen Penck und Brückner nach 4 fluvialen Flussoberflächen (Terrassenfelder) aufgrund der richtigen Vermutung, dass jede Kies-Terrasse mit einer Vergletscherung in Verbindung stehen würde. Die Eisabflüsse über Wasserscheiden in den Kalkalpen nimmt er auch sorgfältig unter die Lupe. (vgl. Kohl, 1997). Während bei Böhm die Unterscheidung der Gletscher verschiedener Eiszeiten noch fehlt, gelang es Brückner bei seinen Beobachtungen am Salzachgletscher schon sehr gut, zwischen Jung- und Altmoränen zu differenzieren und deren Zusammenhänge mit Terrassen herzustellen. *„Damit konnte er auch hier die schon vorher von A. Penck weiter westlich erkannte Dreigliederung der Eiszeit bestätigen.“* (Kohl, 1997:354).

Das geniale Lebenswerk Pencks, das weit über die Eiszeitforschung hinausreicht und zahlreiche Würdigungen und Nachrufe erntete, bildet das große zusammenfassende dreibändige Werk „Die Alpen im Eiszeitalter“ (1909) von A. Penck und seinem ehemaligen Schüler E. Brückner. Mit diesem Standardwerk schaffen die beiden Forscher neben allgemeinen Erkenntnissen zu den Quartärablagerungen erstmals ein Gesamtbild über das Ausmaß und die Viergliederung der jeweils durch Warmzeiten getrennten eiszeitlichen Vergletscherungen und deren Schmelzwasserschüttungen im gesamten Alpenraum, was Oberösterreich miteinschließt (vgl. Kohl, 1997). Das dementsprechende Terrassenstratigraphie-System mit den 4 Schmelzwasserablagerungen Niederterrasse, Hochterrasse, Jüngere und Ältere Deckenschotter wurde von ihnen aufgestellt. *„Die Benennung der großen alpinen Vergletscherungsperioden nach den bayerischen Flüssen Günz, Mindel, Riss und Würm hat bis in die Gegenwart herauf ihre Bedeutung beibehalten.“* (Kohl, 1997:355).

Das Quartär stellt nach heutiger stratigraphischer Gliederung den jüngsten Abschnitt der Erdgeschichte dar. Die Gliederung richtet sich aufgrund starker Klimaschwankungen nach klimatischen Gesichtspunkten und erfolgt daher nach dem Wechsel von Kalt- und Warmzeiten. Kaltzeiten werden auch Glaziale, Warmzeiten Interglaziale genannt. Die kleineren Kälteschwankungen innerhalb einer Eiszeit werden als „Stadiale“, die milden Klimaabschnitte als „Interstadiale“ bezeichnet (vgl. Kohl, 1997). Im europäischen alpinen Raum sind 4 große Vereisungsperioden durch Moränenablagerungen nachgewiesen, die unterschiedlich lange andauern: Günz, Mindel, Riss und Würm. Die letzte Eiszeit, das Würm- Glazial, begann vor ca. 110 000 Jahren und endete vor ca. 12 000 v. Chr. (vgl. Faupl, 2003). Der Höhepunkt der letzten Eiszeit gemessen an alpiner Vergletscherung und Tiefentemperaturen lag zwischen 31000 und 21000 J. v. Chr. Bis vor 21000 J. v. Chr. war der Eisaufbau im Gange, danach im Spätglazial, zogen sich die Gletscherströme aus den Alpentälern innerhalb weniger hundert Jahre zurück (vgl. Faupl, 2003).

3. Quartäre Geologie und Landformung in den Ostalpen

3.1. Der alpine Raum in den Eiszeiten

„Während der Höhepunkte der quartären Vereisung entwickelten sich auf der Nordhemisphäre drei große Inlandeismassen von enormer Ausdehnung: in Nordeuropa und nördliches Asien, Grönland und nördliches Nordamerika.“ „In Europa bestanden zwei Hauptvereisungszentren: (1) Das Nordeuropäische Inlandeis und (2) die Vergletscherung des Alpengebirges.“ (Faupl, 2003:236-237). Das Nordeuropäische Inlandeis reichte von Skandinavien und dem Baltikum bis Norddeutschland. Die Ausdehnung nach Osten reichte bis nach Russland und das nördliche Asien. Der Bereich zwischen dem vergletscherten Alpenraum und dem Südrand des Nordeuropäischen Inlandeises blieb stets eisfrei (vgl. Faupl, 2003). Während der größten Vergletscherungen betrug der Abstand zwischen dem Rand der nordischen Inlandvereisung und den Alpengletschern ca. 300 km, zur Zeit der letzten Eiszeit (Würm bzw. Weichsel) 450 km (vgl. Kohl, 1997). *„In den unvergletscherten Gebieten (wie z.B. Alpenvorland, Mühl- und Waldviertel) herrschten ausgesprochen unwirtliche Bedingungen, mit um 10-12°C tieferen Jahresdurchschnittstemperaturen als heute und extremer Trockenheit.“ (Krenmayr, 2002:51).* Die obersten Meter der dort vorkommenden Dauerfrostböden tauten nur in den Sommermonaten auf. Der Periglazialraum wurde teilweise von Lösssteppen und Frostschutttundren eingenommen (vgl. Kohl, 1997).

In Nordeuropa sind drei große Eisvorstöße überliefert, die nach den Flüssen Elster, Saale und Weichsel benannt wurden, währenddessen im alpinen Raum zumindest vier Vergletscherungsperioden nachgewiesen sind. Sie erhielten ihren Namen von Flüssen im bayerischen Alpenvorland: Günz, Mindel, Riss und Würm (vgl. Faupl, 2003, beruhend auf Penck & Brückner, 1909). Große Teile des Alpenraumes sind in diesen 4 Perioden während des Pleistozäns, auch bezeichnet als „Eiszeitalter“, vom Eis überdeckt worden. Dabei verschmolzen die Gebirgsgletscher zu einem Eisstromnetz und nur die höchsten Gipfel ragten als sogenannte „Nunataker“ aus den Eismassen heraus. Die jüngste Vergletscherung, die Würm- Eiszeit, die vor ca.

110000 Jahren begann und bis ca. 10000 Jahre vor heute andauerte (vgl. u.a. van Husen, 2000), hat die Landschaft mit ihren heutigen Ausformungen maßgeblich geprägt (vgl. Krenmayr, 2002). *„Am Höhepunkt der letzten Klimaverschlechterung, vor 22-18.000 Jahren, waren die großen alpinen Täler, wie das Inn- und Salzachtal, mit mehr als 1000 m mächtigen Eisströmen erfüllt, deren Zungen weit in das bayerische Alpenvorland sowie in das südwestliche Innviertel vorstießen.“* (Krenmayr, 2002:50). Die Vorstöße im bayrischen Alpenvorland erfolgten bis zu den bereits genannten Flüssen Günz, Mindel, Riss und Würm, daher erfolgte auch die Namensgebung der Eiszeiten im alpinen Raum nach diesen Flüssen (vgl. Penck & Brückner, 1909).

Im Laufe des Eiszeitalters prägten unterschiedliche Gletschertypen abhängig von der sich stets ändernden Schneegrenze unsere Landschaft. Da gab es einerseits Kargletscher, vor allem verbreitet im niederschlagsärmeren Osten Österreichs, die nur die über der Schneegrenze aufragenden Gebirgsteile mit Eis bedeckten. Bei absinkender Schneegrenze konnten sich diese auf den Kalkalpen zu Plateaugletschern ausbreiten und kamen bei noch tiefer sinkender Grenze als Talgletscher in die Längs- und Quertäler. Im Salzkammergut haben sich Eisstromnetze zu einem typischen Quertalgletscher (Trauntalgletscher) verbunden (siehe auch Abb. 10:), der in den ersten Eiszeiten auch noch über den Alpenrand hinaus vorstieß und dann als Vorland- oder Piemontgletscher bezeichnet werden kann (vgl. Kohl, 1998). Ausgedehntere eiszeitliche Vorlandgletscher fanden sich in den mündenden flachen Vorlandzungen des Inn- und Salzachtales, die sich in den Süden Bayerns erstreckten (vgl. van Husen, 1987). Aufgrund der klimabedingten starken Vergletscherung (Eisbildung) in diesen Längstätern des Zentralalpenraumes konnten sie niedrige Sättel (z.B. Fernpass) überströmen und in schwächer vergletscherte Talsysteme eindringen, die ins Alpenvorland führten (vgl. van Husen, 1987).

„Östlich der Salzach erreichten die Gletscherzungen dieses Eisstromnetzes gerade noch den Alpenrand (z.B. Attersee, Traunsee), während sie weiter im Osten (z.B. Enns- Mur- und Drautal) als Talgletscher im inneralpinen Bereich stecken blieben.“ (Krenmayr, 2002:50).

Durch diese Ausdehnung der Gletscher bis zum Traunsee beispielsweise, an dessen Nordseite die im Kap. 1.1 genannten Kiesgruben liegen, finden sich dort alle glazialen Erosions- und Ablagerungsformen wieder, die auch an anderen Gletscherrandzonen im alpinen Raum nachzuweisen sind. Die U- förmigen Trogtäler, die übertieften Becken, die als Seebecken zurückblieben, die an der Gletschersohle gebildeten, sehr dichten Grundmoränen, die von der Gletscherzunge abgelagerten Endmoränen, und die im Vorfeld der Gletscherzunge bzw. Endmoränen durch austretende Abflüsse abgelagerten mächtigen Talfüllungen (vgl. Krenmayr, 2002) sind solche glazialen Formen. Sie werden auch als „glaziale Serie“ bezeichnet, weil sie oft in der aufgezählten Reihenfolge aufeinander folgen (siehe Abb. 14:). Diese Abfolge lässt sich ebenfalls im Traunseegebiet beobachten und wurde durch den sich ausbreitenden Trauntalgletscher, dessen Hauptherkunftsgebiet der Dachstein und das Tote Gebirge war, geschaffen (vgl. Kohl, 1998).

3.1.1. Wichtige Parameter der Gletscherbildung und –bewegung

In diesem Unterkapitel wird nun kurz erläutert, wie es eigentlich zur Bildung von Gletschern und Eisströmen kommt. *„Wenn in einem Gebiet jedes Jahr von der winterlichen Schneedecke nicht alles wieder schmilzt, entsteht mit den Jahren eine mächtige Firnschicht. In dieser wandeln sich durch den Druck des auflagernden Schnees die tieferen Anteile in Eis um. Dabei sind vornehmlich Druckschmelzen (Regelation) und Wiedergefrieren an den Korngrenzen, und das Eindringen von Schmelzwasser für diesen Vorgang, der Firnifikation genannt wird, verantwortlich. Auf diese Weise entsteht das kristalline, körnige Gletschereis.“* (van Husen, 1987:5).

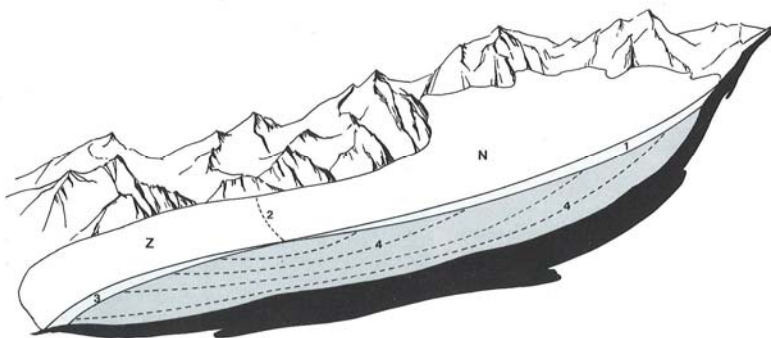
„Wenn dadurch über längere Zeit Eis angehäuft wurde, beginnt dieses zu fließen, wobei es dem Gefälle folgt. Dieses Abfließen der Eismassen wird sich so lange fortsetzen, bis sie in eine Höhenlage gelangen, wo wieder das Schmelzen den Niederschlag überwiegt. Dadurch wird der Eisstrom zunehmend an Eis einbüßen, bis er letztendlich zur Gänze verschwunden ist. Die Grenze zwischen dem Teil mit Eisbildung (wir sprechen dabei vom Nährgebiet) und dem mit überwiegendem

Abschmelzen (er wird Zehrgebiet genannt) wird als Schneegrenze oder auch Gleichgewichtslinie bezeichnet.“ (van Husen, 1987:5).

Hauptfaktoren für die Höhenlage der Schneegrenze sind der Temperaturverlauf übers Jahr, die Menge des akkumulierten Schnees (Niederschlages) im Winter und die Intensität der Sonneneinstrahlung im Sommer. Diese sollte gering gehalten werden wie das bei einem trüben, wolkenverhangenen Sommer der Fall ist, damit die Abschmelzung durch die Sonnenstrahlen nicht einen defizitären Gleichgewichtshaushalt des Gletschers mit sich bringt (vgl. u.a. van Husen, 1987).

Den schematischen Aufbau eines Gletschers zeigt Abb. 4:- Man sieht das Nährgebiet (N) im oberen Bereich des Eisstromes, in dem das Eis in den obersten Schichten (1) gebildet wird. Dem Gefälle folgend fließt es ins Tal entlang von Eisflusslinien (4), die im Nährgebiet gebildet werden, ab. Diese Eisflusslinien verlaufen nahe/ oberhalb der Gletschersohle, die aus dem Untergrund Gesteinsfragmente aufnimmt und mitschleppt. Die Strömung der Eismassen entlang dieser Linien verläuft laminar und nicht turbulent wie in einem Fluss, d.h. die Eismassen durchmischen sich nicht. Umso näher das Eis zur Schneegrenze (2) gelangt, desto mehr nimmt dessen Bildung kontinuierlich ab. Im Zehrgebiet (Z) tritt dann zunehmend sein Abschmelzen (3) ein. Bei den heutigen Alpengletschern ist das Nährgebiet ca. zweimal so groß wie das Zehrgebiet, bei den damaligen eiszeitlichen Gletschern war das Nährgebiet viel ausgedehnter und reichte oft bis weit in die Alpentäler hinein. (vgl. van Husen, 1987).

Abb. 4: Aufbau eines Gletschers



Quelle: van Husen, 1987:6

Gletscher bewegen sich mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, was im Wesentlichen von der Mächtigkeit des Eiskörpers und von der Neigung des Untergrundes abhängt. Bei den Eisströmen des Traungletschers dürften es wohl Bewegungen von einigen Dezimetern bis wenigen Metern pro Tag gewesen sein (vgl. van Husen, 1998). Die Bewegung des Eiskörpers erfolgt einerseits durch dessen plastische Verformung, andererseits durch ein Gleiten an der Sohle des Gletschers entlang des Untergrundes. Der Effekt dabei, damit das funktionieren kann, gleicht dem beim Eislaufen. Durch den Druck der gleitenden mächtigen Eismasse schmilzt an der Unterseite der Sohle das Eis, wodurch ein dünner Wasserfilm entsteht, auf dem das Eis gleitet (vgl. van Husen, 1998). Durch die Bewegung des Eises wird viel Schutt vom Untergrund in die Sohle des Gletschers aufgenommen, eingefroren und mitgeschleppt. Mit diesem Schutt von Hunderten von Metern dicken Eismassen schleift und kratzt der Eisstrom über den Untergrund der Talsohle, wodurch es somit zu einer gewaltigen Beanspruchung des Untergrundes kommt (vgl. van Husen, 1987). Gletscherschrammen und Gletscherschliffe im unterlagernden Fels sind der Ausdruck dieser Beanspruchung.

3.1.2. Auswirkungen der Gletschererosion

Die gewaltigen Erosionsleistungen des Eises in den ehemals vergletscherten Gebieten erbrachte nicht das Eis selbst, sondern das aus dem Untergrund an der Sohle aufgenommene und mittransportierte Schuttmateriale. Neben der Menge des Basisschutts sind dessen Mächtigkeit und der damit zusammenhängende Druck auf den Gesteinsuntergrund bestimmend für die Erosionsleistung des Eisstromes.

Von den Folgen der Gletschererosion zeugen in den Alpentälern einige Formen und Strukturen. Beispielsweise sind Gletscherschliffe und -schrammen in Gesteinen oder Erhebungen und Überformungen am Untergrund solche glazialen Strukturen. Zu den eigenen Formen der Eiserosion zählen das U- bzw. Trogtal oder die tief in den Felsuntergrund reichenden Wannen bzw. Zungenbecken (vgl. van Husen, 1987 und 1998). Beides ist in der Landschaft des Traunsees vorzufinden, denn das Trauntal südlich von Ebensee bis nach Gmunden stellt ein Trogtal dar, und der

Traunsee am Ende des Trauntales ein Zungenbecken (siehe Abb. 5:). Über die regionale Situation in den Eiszeiten wird im Kap. 3.3. genauer eingegangen.

Abb. 5: Der Traunsee im Trauntal (Blick vom Toten Gebirge in Richtung Norden; rechts der Traunstein, Stadt Gmunden am nördlichen Ende des Traunsees)



Quelle: van Husen, 1998- Bild des hinteren Covers

Durch die große Schleifwirkung der dicken Eismassen werden vor allem enge kleinere Täler zu trogartigen, breiten Tälern mit steilen Hängen geformt (vgl. van Husen, 1998). Der ausgeräumte Talboden geht dabei in steil bis senkrecht aufstrebende Talflanken über, die wiederum von weiter oben bis zum Gipfelbereich liegenden flacheren Hangzonen abgelöst werden. Diese Teile werden als Trogshulter bezeichnet. Die Gipfelbereiche oberhalb ragen als Nunataker aus dem Eisstrom heraus (vgl. van Husen, 1987). Welche Gipfel im Traunseegebiet als Nunataker rausragten, wird im Kap. 3.3. beschrieben.

Eine weitere eigene Formung durch Gletschererosion ist, wie gesagt, die Bildung übertiefter Becken bzw. Wannen, deren Felssohle wesentlich tiefer liegt als weiter flussabwärts. Diese sind fast durchwegs auf den Zungenbereich ehemaliger Gletscher beschränkt, weswegen sie auch Zungenbecken genannt werden. Solche oft mehrere 100m übertieften und mehrere km langen Wannen entstehen einerseits durch Eiserosion und werden von Endmoränen umschlossen (vgl. van Husen, 1987). Andererseits ist aber auch glazifluviale Erosion an der Ausräumung der Zungenbecken beteiligt, bei der Schmelzwässer unter dem Gletscher den Untergrund erodieren (vgl. Schreiner, 1992). Mit dem Abschmelzen des Eises und dem Zurückweichen der Eisfront werden die Endmoränen zerschnitten und die eisfreie Wanne füllt sich mit Wasser, wodurch sich ein See ausbildet. Als typische Beispiele für solche Zungenbecken sind die großen ausgeprägten Seebecken am Alpenrand wie der Bodensee, der Traun- oder Attersee zu nennen (vgl. van Husen, 1987). Diese sind (noch) nicht verfüllt worden, weil sie im kalkalpinen Gebiet liegen (siehe Kap. 3.3.2.).

Ein vorrückender Gletscher wird nicht nur vom aus dem Untergrund in seine Sohle aufgenommenen Schutt angereichert und in seiner Erosionswirkung bestimmt. Er nimmt auch den durch Verwitterung und Frostsprengung entstandenen Gesteinsschutt auf, der von den ihn umgebenden Bergen auf die oberen Schichten seines Eisstroms fällt. Diesen transportiert er nicht nur in das Vorland, sondern erzielt damit, wie schon gesagt, auch eine gewaltige Erosionsleistung in die Tiefe und Breite (vgl. Schreiner, 1992). Wenn nun nach dem Abschmelzen der Eisströme die Talhänge, die zuerst vom Eis gestützt wurden, in ein Ungleichgewicht geraten, hängt die Entwicklung dieser labilen Hänge insbesondere vom Material ab. Währenddessen sich in Tälern mit massigeren Materialien (Granite oder Kalke) Bergstürze und Gleitungen ereignen, setzen in Tälern mit dünnschichtigen, blättrigen Gesteinen (Schiefergesteine wie Phyllite oder Tonschiefer) nach dem Gletscherrückzug Talzuschübe und Bergzerreißen ein (vgl. van Husen, 1987). Solche Massenbewegungen prägten die Talflanken und den Talboden nach dem Eisrückzug jedes Gletschers. Dieser vom Gletscher hinterlassene abgelagerte glaziale Formenschatz findet sich heute noch in vielen Alpentälern wie auch im Trauntal.

3.1.3. Abgelagerte Gletschersedimente

Wie schon erwähnt, schleppt der Gletscher unter anderem aus dem Untergrund aufgenommene Gesteinsfragmente an seiner Sohle mit. Diese Fragmente werden in seinem Eis eingeschlossen, wodurch sie dann aneinander reiben und sich somit gegenseitig in unterschiedlicher Lage zueinander bearbeiten. Dadurch entstehen im Inneren der Gletschersohle sogenannte gekritzte Geschiebe, die kreuz und quer verlaufende Schrammen und Ritzen aufweisen. Sie kommen oft in Grund- und Endmoränen zur Ablagerung (vgl. van Husen, 1987).

Bei diesem gegenseitigen Zermahlen der Fragmente entsteht viel feinkörniges Material (Schluffe und Tone), das sich an der Sohle des Gletschers ablagert, wenn Eisanteile ausschmelzen. Somit bildet sich eine Grundmoräne. Die Grundmoräne kommt nicht erst wie die Endmoräne beim Rückzug des abschmelzenden Eiskörpers zur Ablagerung, sondern bereits innerhalb der ehemaligen Ausbreitung während der aktiven Zeit des Gletschers. *„Somit ist klar, dass eine Grundmoräne eine völlig schichtungslose, sehr feinstoffreiche Ablagerung ist, in der große und kleinste Komponenten ohne jegliche Ordnung nebeneinander liegen.“* (van Husen, 1987:15). Sie ist außerdem wegen des Drucks der auf sie eingewirkten Eismasse bei der Ablagerung ein sehr dicht gelagertes Sediment und setzt sich überwiegend aus Sand und feineren Bestandteilen zusammen (siehe Abb. 6:). Die gröberen Komponenten sind eckig und ungerundet. (vgl. van Husen, 1987). Wegen der hohen Verdichtung im Sediment, den unterschiedlichen Korngrößen ohne Sortierung und der glazialen Ablagerung unter dem Eis spricht man bei einer Grundmoräne von einem Diamikt. Diamikte entstehen auch in End- und Seitenmoränen. Weil sich, wie Abb. 6: zeigt, in einer Grundmoräne die großen Komponenten in der Mitte befinden und sich nicht berühren, da dazwischen viel Feinmaterial liegt, wird sie auch als „matrixgestütztes Diamikt“ bezeichnet.

Abb. 6: Grundmoräne



Quelle: van Husen, 1987:16

Bei den Seiten- und Endmoränen handelt es sich um ein und dasselbe Material, jedoch waren diese glazialen Ablagerungsformen nicht vom Eis bedeckt, wodurch sie eine wesentlich lockerere Lagerung aufweisen. Außerdem besteht die Endmoräne aus vor allem unsortierten groben Komponenten, weil das grobe Material zuerst abgelagert wird und das Feinmaterial oft gleich durch die vielen Schmelzwässer an der äußersten Gletscherzunge abtransportiert wird. Sie sind im Unterschied zur Grundmoräne nach dem gänzlichen Abtauen des Eises in Form von Moränenwällen abgelagert worden und somit auf das Zehrgebiet beschränkt. Die Endmoränen sind am Rande der Gletscherzunge zu finden, dort wo die Ausdehnung des Gletschers ihr Ende fand. Sie verlaufen quer über den Talboden, währenddessen die Seitenmoränen am Hang der Täler – also an den Talseiten – sedimentiert wurden (vgl. van Husen, 1987). „*Sie sind beide die verlässlichsten Marken für die ehemalige Gletscherausdehnung.*“ (van Husen, 1987:15).

Interessante Ablagerungsformen, die nach dem endgültigen Abschmelzen von Gletscherströmen in den Tälern entstehen, wären noch Eisrandterrassen und Toteislöcher. Eisrandterrassen werden gebildet durch unterschiedlich schnelles Abschmelzen von Eismassen, bei denen die eisfreien Nischen mit Sedimenten gefüllt werden. Toteislöcher entstehen dadurch, dass Brocken von Eis vom zurückziehenden Gletscher hinterlassen werden und nicht gleich abschmelzen.

Daraufhin lagern sich angespülte Sedimente neben und über den Eisbrocken an und decken ihn zu. Wenn dann der verschüttete Eiskörper weiter abschmilzt, sacken die Kiese nach, und es bilden sich Toteislöcher (vgl. van Husen, 1987). Solche Toteislöcher sind in Gmunden am nördlichen Rand des Traunsees mehrere zu finden. Eines davon ist in Abb. 7: dargestellt.

Abb. 7: Toteisloch in Gmunden (zwischen Gmundner Friedhof und Bräuhausberg)



Quelle: Eigene Aufnahme, 10.10.2009

3.2. Oberösterreich in den Eiszeiten

In Oberösterreich ist die Vergletscherung insofern unterschiedlich zum westlichen Alpenraum, indem die Gletscher, je weiter nach Osten in Oberösterreich, immer weniger tief ins Alpenvorland reichten. (In Niederösterreich erreichten sie es gar nicht mehr.) Auch die Ausdehnung bzw. die Längendifferenz zwischen Alt - und Jungmoränen wird nach Osten zu größer und zwar von einigen Kilometern am Traungletscher bis zu 40 Kilometer beim Ennsgletscher. In Richtung

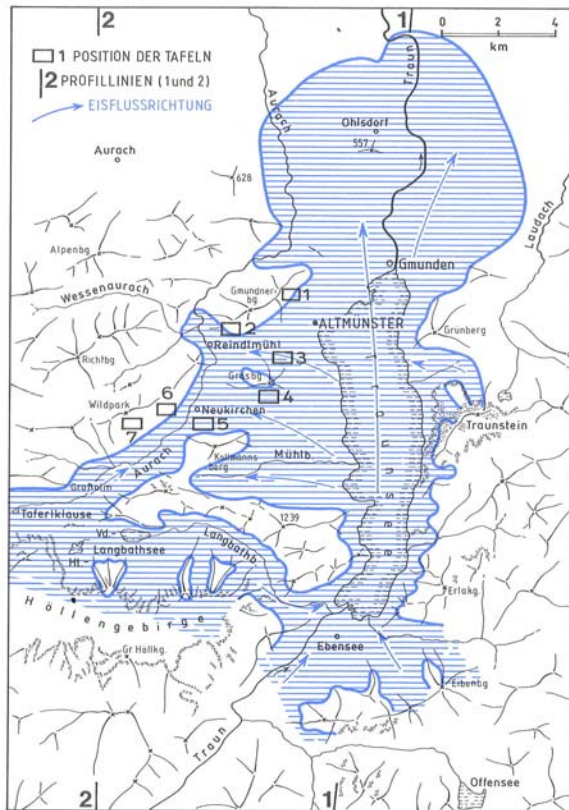
Niederösterreich gibt es schließlich keine zusammenhängenden Talgletscher des alpinen Eisstromnetzes mehr. Die Gebirgsstöcke von Hochschwab, Rax und Schneeberg sind nur mehr in ihren höchsten Lagen vergletschert (Kargletscher) (vgl. van Husen, 1987, 2000). Diesen Umstand kann man auch darauf zurückführen, dass die Niederschläge nach Osten- wie auch heutzutage- abnehmen und dadurch weniger Eis gebildet worden ist. Eine weitere Besonderheit ist, dass die Günz- Moränen in Oberösterreich am weitesten ins Alpenvorland reichen, während sie im Westen von Mindel- und Rissmoränen überlagert worden sind (vgl. Kohl, 1997).

3.3. Die Traunsee- Region in den Eiszeiten

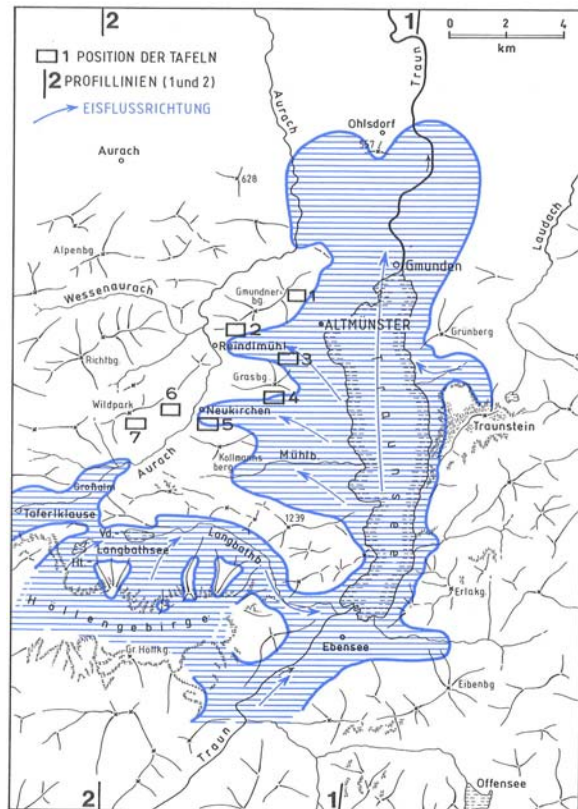
Der Traunseegletscher (Zweig des Traungletschers) hat in den letzten 4 Eiszeiten unterschiedliche Ausdehnungen um das Becken des Traunsees und im anschließenden Alpenvorland erfahren. Hier (Abb. 8: und Abb. 9:) sind die verschieden großen Vereisungen der jüngsten 3 Eiszeiten (Mindel, Riss und Würm als jüngste um ca. 20 000 vor heute) beruhend auf van Husen (1998) dargestellt.

Abb. 8: Die größte Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Mindel und Riss

MINDEL

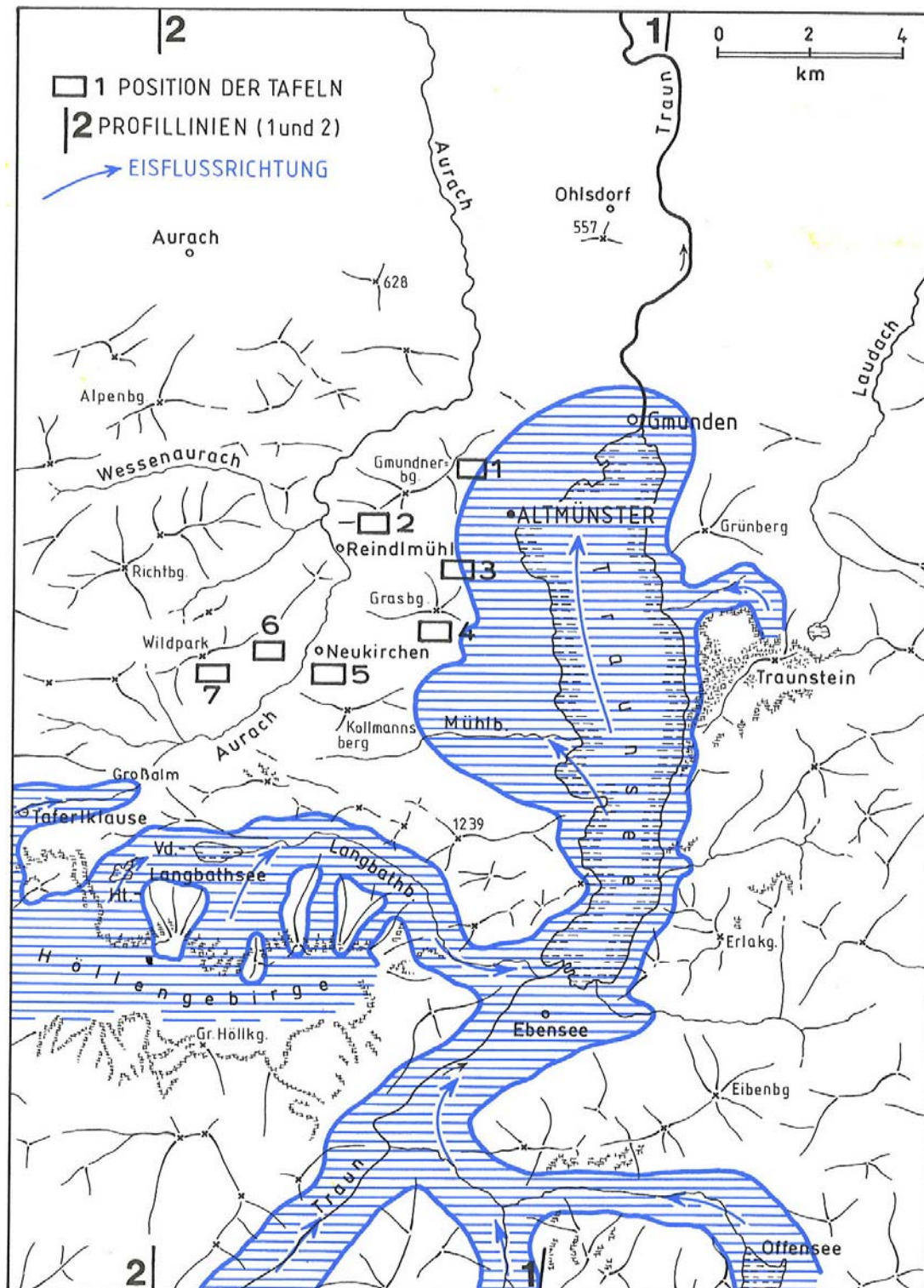


RISS



Quelle: van Husen, 1998:18

Abb. 9: Die größte Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Würm



Quelle: van Husen, 1998:19

Die Gletscher der letzten Eiszeit, der Würm- Eiszeit, reichten nur bis an den Nordrand des Traunsees (siehe Abb. 9:). Die Berge der Flyschzone wie der Grünberg und der Gmundnerberg, aber auch der Grasberg und der Kollmannsberg, ragten aus den Eismassen heraus. Der Mühlbachberg östlich des Kollmannsberges hingegen war vereist. Die Berge der Kalkalpen östlich des Traunsees wie der Traunstein, der Erlakogel und der Eibenberg waren nicht vergletschert. Südwestlich des Traunsees waren die niedrigeren Teile des Höllengebirges unter Eis, die Spitze des Großen Höllkogels ragte als Nunataker aus den Eismassen heraus. Die Gletscherzunge der Würmgletscher reichte nur bis zum Nordrand des Traunsees nach Gmunden.

„Die Gletscher der älteren Eiszeiten (siehe Abb. 8: und Abb. 9:) waren mächtiger und reichten wesentlich weiter nach Norden. So endete der Gletscher der Risseiszeit bei Gschwandt und Ohlsdorf, der Gletscher der Mindeleiszeit bei Steyrermühl.“ (van Husen, 1998:29). Dort finden sich folglich auch die Endmoränen.

Östlich des Traunseebeckens, an das Tote Gebirge angrenzend, war die Ausdehnung der älteren Gletscher (Mindel und Riss) nicht wesentlich größer als bei der Würmeiszeit, doch westlich des Beckens waren im Mindel und Riss Flyschberge vereist, die im Würm eisfrei blieben. War im Mindel noch größtenteils der Grasberg und der Kollmannsberg vergletschert, blieb im Riss der Grasberg schon eisfrei und der Kollmannsberg ca. zur Hälfte vom Eis unbedeckt (siehe Abb. 8,9).

3.3.1. Moränenablagerungen rund um den Traunsee

Mächtige würmeiszeitliche Endmoränenwälle finden sich am Nordrand des Traunsees bei Eck (südlich des Zementwerkes), bei Gottshaus, Viechtau oder beim Mühlbachberg. Auch der Hochkogel in Gmunden stellt eine große Endmoräne der Würmeiszeit dar (vgl. van Husen, 1998). Von diesen Endmoränen wurden in der letzten Eiszeit die Kiese und Sande der würmeiszeitlichen Schotterterrassen im Vorland bei Ohlsdorf, Laakirchen und Steyrermühl gespeist (siehe auch Abb. 11:). Die Bildung bzw. Ablagerung von Endmoränen und Terrassen geschah zur selben Zeit (vgl. van Husen, 1987).

Ältere Grund- und Endmoränen kommen abhängig von der eiszeitlichen Traungletscherausdehnung weiter entfernt vom Traunsee im Vorland vor. So finden sich beispielsweise die risseiszeitlichen Grund- und Endmoränen in Gschwandt und Ohlsdorf (vgl. Egger, 1996).

„Grundmoränen kleiden das Zungenbecken des Traunsees aus und sind besonders an der westlichen Seite zu finden, wo sie die sanften Wiesen im Gebiet „Nachdemsee“ bilden. Diese Gesteine sind meist nur kurzfristig in Baugruben oder an Bachläufen zu sehen. Eine gute Möglichkeit dazu ist der Bichlbach in Viechtau, wo immer größere Aufschlüsse von Grundmoränen zu sehen sind.“ (van Husen, 1998:28).

3.3.2. Die Entstehung des Traunsees

„Die Wanne des Traunsees ist die Fortsetzung des Trogtales im Trauntal und wie ein Fjord bis weit über 200m Tiefe aus dem Fels ausgehobelt. Nach dem Rückzug des Gletschers der letzten Eiszeit hat sich in der Wanne der Traunsee gebildet.“ (van Husen, 1998:23). Die Wanne ist durch die besonders intensive Tiefenerosion des Gletschers unmittelbar hinter den Endmoränenwällen ausgeschürft worden. Beim Rückzug der Gletscherzunge transportierten Flüsse Wasser und Feinmaterial in das so entstandene Becken hinein (vgl. Krenmayr, 2002). Der Traunsee ist jedoch (noch) nicht verlandet worden, weil die Flüsse der kalkalpinen Landschaft, in der auch er liegt, weniger Schwebstoffe (feinere Korngrößen) führen als die kristallinen Gebiete (vgl. van Husen, 1998). Feinmaterial ist nämlich vor allem für die Verfüllung von Beckenlandschaften verantwortlich. So sind z.B. Beckenlandschaften wie das Becken südlich von Salzburg oder das Rosenheimer Becken gänzlich verfüllt worden (vgl. van Husen, 1987).

Blickt man vom Sonnstein beispielsweise in Richtung Ebensee zum Südende des Sees, erkennt man das flache Mündungsgebiet der Traun in den Orten Langwies und Steinkogel. Dieses flache Gebiet hat einen sehr hohen Grundwasserstand und ist auch heute noch bei Hochwasser überflutungsgefährdet. Stellenweise gibt es Ansätze von Versumpfung und Übergangsmoorbildung. Die Traunmündung in den

Traunsee war früher viel weiter südlich. *„Er hat anfänglich bis in den Raum der Mündung des Offenseebaches in die Traun bei Lahnstein- Steinkogl (neue Saline) südlich von Ebensee gereicht. Die breite Ebene von Steinkogl bis zur heutigen Traunmündung ist seither durch die Traun als Delta in den See zugeschüttet worden.“* (van Husen, 1998:23).

Das erwähnte Gebiet ist also nach dem Rückzug des letzten Gletschers durch Eintrag von Material durch die Traun entstanden. Bei Hochwasser kann man beobachten, wie eine Wolke an Feinstoffen den See durchzieht. Diese Schlammmassen werden im See abgelagert und sind vergleichbar mit der früheren Bildung von Flyschgesteinen (in Folge von Turbiditlawinen). Bohrungen im Zuge der viel kritisierten Ablagerungen des Abraummateriails der Sodafabrik in Ebensee ergaben, dass der felsige Untergrund an der tiefsten Stelle (191m) unter einer mächtigen Ablagerungsschichte liegt. (vgl. van Husen, 1998).

3.3.3. Das Ausbreitungsgebiet des Traungletschers und die daraus ableitbare Herkunft der Kiese

Um über die Herkunft der eiszeitlichen (quartären) Kiese Aussagen machen zu können, ist es notwendig, die Ausbreitung und Fließrichtung des alpinen Eisstromes des Traungletschers zu kennen und abzugrenzen. Ich habe versucht, sowohl die große Linie als auch Details des Traungletschers auszuarbeiten.

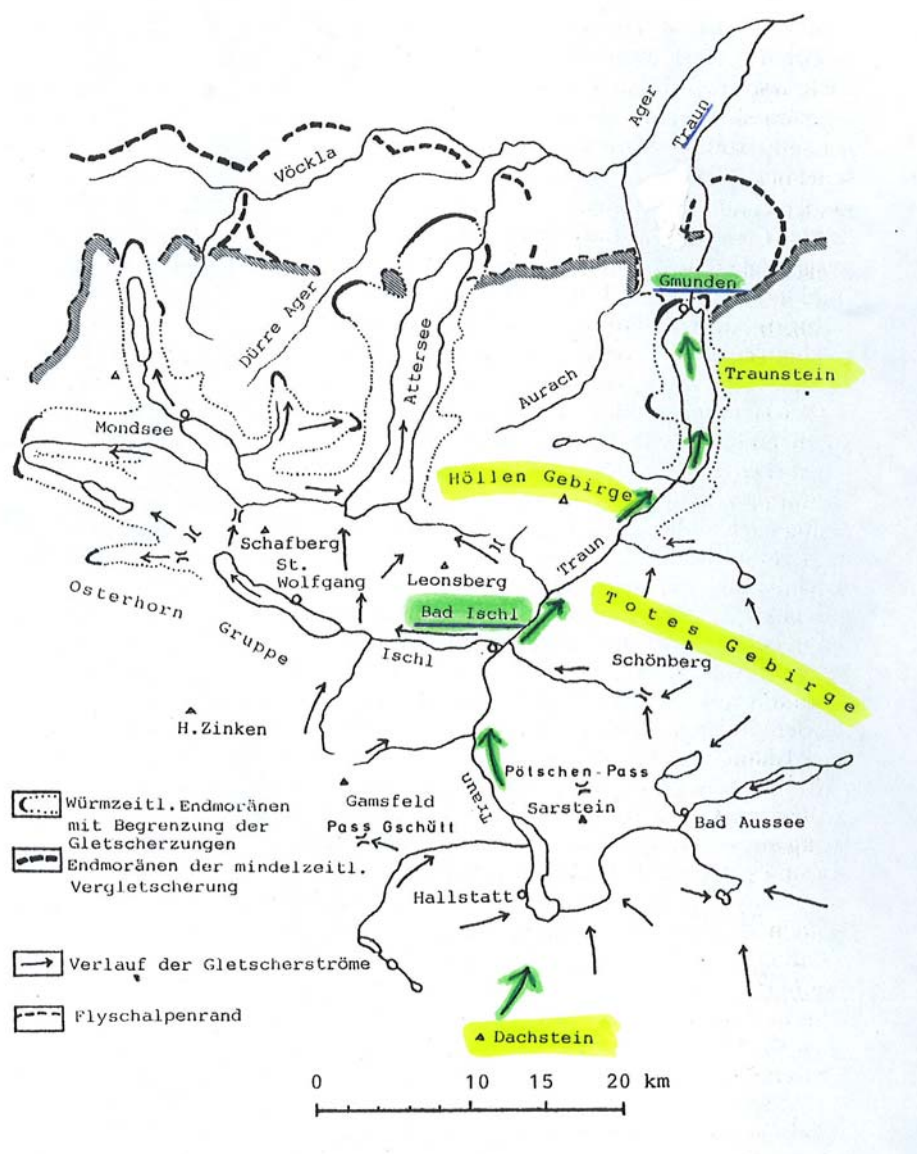
Der würmeiszeitliche westlicher gelegene Salzachgletscher, der mächtige Eismassen aus den Zentralalpen führte, stieß als Vorlandgletscher ins Alpenvorland fast 40 km vor. Der würmeiszeitliche Traungletscher hingegen endete am Alpenrand oder auch innerhalb der Voralpen (vgl. Kohl, 1998). *„Die Gletscher der älteren Eiszeiten konnten sich noch ein Stück ins Vorland vorschieben.“* (Kohl, 1998:222). Ab Bad Ischl verzweigt sich dann der Traungletscher in drei Äste/ Zweige (siehe Abb. 10: und weiter unten).

Dabei konnte sich nur der Traunseezweig des Traungletschers im Vorland (im südwestlichen Teil der Traun-Enns-Platte) ungehindert entfalten (vgl. Kohl, 1998). Er ist der Zweig bzw. Ast des Traungletschers, der das auslaufende Trauntal (Kalkalpental) im Traunseebereich und das Vorland im Raum Gmunden (als

südwestlicher Teil der Traun-Enns-Platte) maßgeblich quartärgeologisch geprägt und gestaltet hat (siehe Abb. 11:).

Abb. 10: zeigt das Einzugsgebiet, die Fließrichtungen und die Verzweigungen des eiszeitlichen Traungletschers. Der Traunseezweig (grün markierte Pfeile) verläuft entlang der Traun (des Trauntals) ausgehend vom Dachsteinmassiv über Hallstatt nach Bad Ischl und von Bad Ischl über Ebensee (Südufer des Traunsees) nach Gmunden (Nordufer des Traunsees).

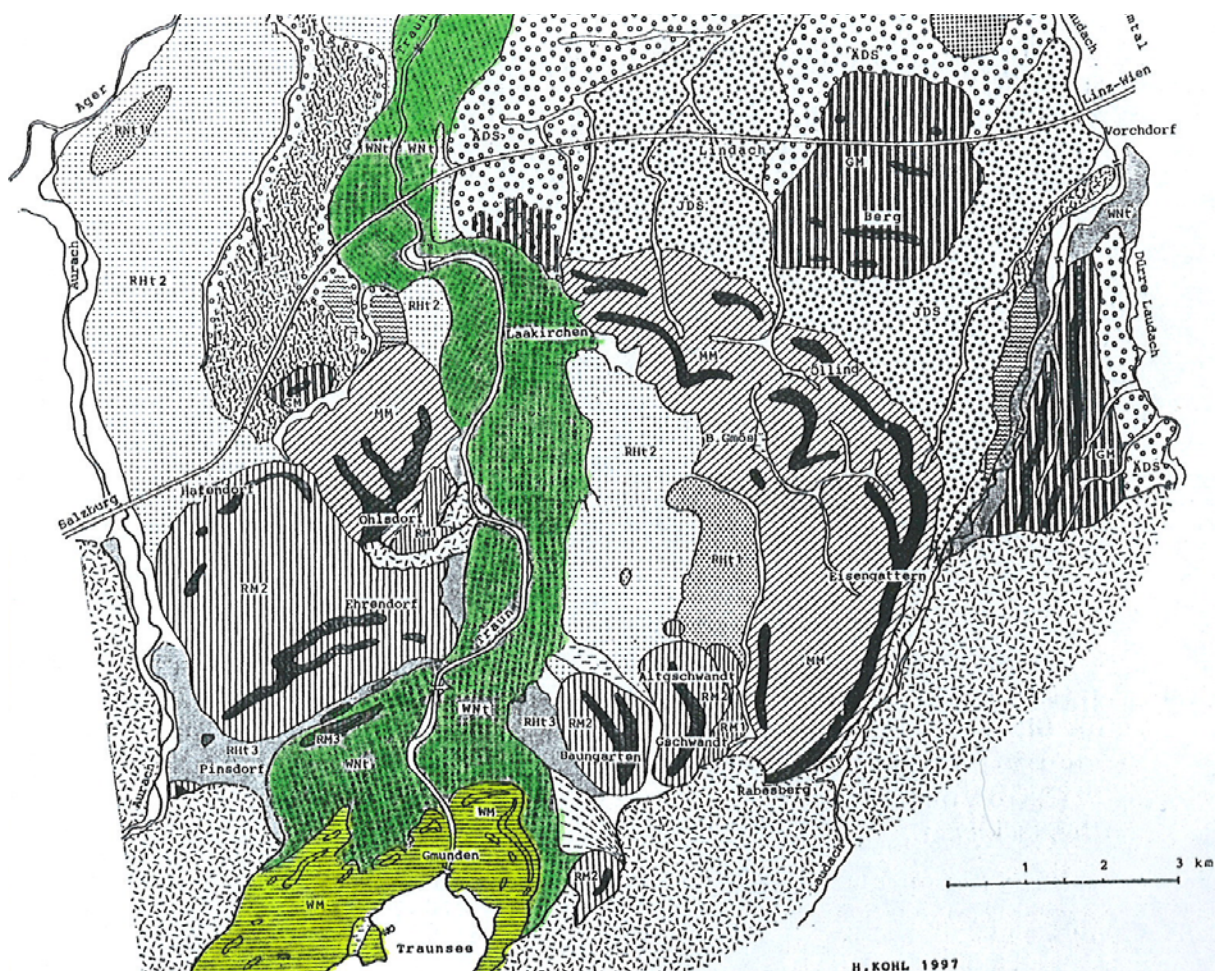
Abb. 10: Einzugsgebiet und Verzweigung des eiszeitlichen Traungletschers



Quelle: verändert nach Kohl, 1998

Bei Gmunden wurden durch den Gletscher des Traunseezweiges in unterschiedlicher Ausdehnung der Gletscherzungen Endmoränen (siehe 3.3.) und im Vorfeld durch Flüsse (fluvial) deren Sedimente abgelagert (siehe 3.4.). In Bezug auf die letzte Eiszeit unseres Alpenraumes finden sich rund um das Nordufer des Traunsees die würmeiszeitlichen Endmoränen (siehe Abb. 11.; gelbe Fläche) und im Vorland nördlich von Gmunden entlang der Traun die würmeiszeitlichen Niederterrassenschotter (Schmelzwasserschüttungen) des Traunseegletschers (siehe Abb. 11.; grüne Fläche).

Abb. 11: Endmoränen (gelb) und Schmelzwasserschüttungen (grün) des würmeiszeitlichen Traunseegletschers



Quelle: verändert nach Kohl, 1998 – Zeichnung: H. Kohl, 1997

Derartige aufgeschüttete Sedimente, die also von Gletschereisströmen des Traunseezweiges stammten, finden sich in den untersuchten Kiesgruben entlang der Traun (Ohlsdorf/ Hildprechting und Viecht, siehe Kap.5.).

Ebenso ist die Schotterterrasse in Regau aus Geröllen des Traungletschers hervorgegangen, wobei das Geröll hierfür nicht wie beim Traunseezweig glazial nach Ebensee an die Südseite des Traunsees verfrachtet wurde und dann über den Traunsee seinen Fortgang nahm, sondern über enge Täler des Höllengebirges entlang der Aurach (Fluss) Richtung Norden transportiert wurde und anschließend an der heute westlich der Traun fließenden Ager fluvial abgelagert wurde.

„Das Hauptnährgebiet der Traungletscher liegt innerhalb der Kalkhochalpen, im Dachstein und im Toten Gebirge.“ (Kohl, 1998:222). Sein Gletscherstrom, der vom hohen Dachstein (2995 m) (Abb. 10:, gelb markiert) seinen Ausgang nimmt, verzweigte sich wie schon erwähnt bei Bad Ischl in den westlichen Trauntal-Zweiggletscher Richtung Wolfgangsee, in den westlichen Atterseegletscher und in den nach Norden führenden Traunseegletscher (Traunseezweig) (vgl. Kohl, 1998). Der Traunseezweig wurde später im Verlauf seines Fließens vom Toten Gebirge (östlich der Traun) und vom Höllengebirge (westlich der Traun bzw. des Traunsees) (siehe Abb. 10:, gelb markiert) mit Geröllmaterial gespeist, bevor er in das Tal um den Traunsee eindrang (vgl. Kohl, 1998). Von der am Plateau des Höllengebirges liegenden Eiskappe flossen drei Gletscher nach Norden in den Traunseegletscher ab. Einer davon floss aus dem Bereich Hochleckenhaus zur Aurach ab, der andere ins Langbathsee-Tal (vgl. van Husen, 1998). Im Traunseetal kam dann noch Geröll vom Traunstein und von der westlich und östlich angrenzenden Flyschzone dazu. (siehe Abb. 10:) Vom Nordkar des Traunsteins floss ein Eisstrom ab, der den Gschlifgraben erfüllte und sich anschließend mit dem Traunseegletscher vereinigte (vgl. van Husen, 1998). Beispielsweise der Gmundnerberg und Pinsdorfberg im Westen und der Grünberg im Osten des Traunsees am Flyschalpenrand brachten in den vorbeifließenden Gletscherstrom Flyschgesteine wie Sandsteine mit ein. Nichtsdestotrotz setzen sich die abgelagerten Moränen im Trauntal als auch die Terrassenschüttungen im Vorland überwiegend aus Kiesen und Sanden des erwähnten karbonatischen Hauptnährgebietes zusammen. Das

belegen die durchgeführten Untersuchungen und die Gutachten der Kiesgruben (siehe Kap.5.). Auch van Husen folgend finden sich in den Moränen um den Traunsee mehrheitlich bunte Kalke der Kalkalpen (z.B. Hierlatzkalk, Wettersteinkalk, Plassenkalk) und nur wenige Sandsteine der Flyschzone. Das kann man sich so erklären, dass die Gesteine des Untergrundes vom Gletscher nur langsam an seiner Basis erodiert werden und dadurch ein längerer Weg von Nöten ist, um neues Gesteinsmaterial in einer Moräne abzulagern (vgl. van Husen, 1998).

Das Ablagerungsmaterial der Gletscher besteht auch maßgeblich, wie schon in Kap. 3.1.2. beschrieben, aus den Schuttmassen der vom Eis umschlossenen Nunataker und sonstiger Felspartien. Durch Frostabsprengung fällt Steinmaterial auf die Gletscheroberfläche und wird von diesem in der Folge mittransportiert (vgl. Kohl, 1997).

Um die mögliche Herkunft der Gesteine, die später abgelagert worden sind, zu kennen, muss das Einzugsgebiet des Traungletschers noch etwas genauer betrachtet werden.

Der Eisstrom, der vom Dachstein als höchste Erhebung nach Norden hin abfällt, stand aber auch mit dem Eis vom Westen des Dachsteins ausgehend in Verbindung. Ebenso bestand eine Verbindung hin zum Mitterndorfer- und Ausseer Becken und dem dortigen Ennsgletscher. Über den heutigen Pötschenpass und die Blaalm war der Zusammenhang zum Traungletscher im Ischltal. Von der Westseite des Dachsteins ("westlicher Zweig" des Traungletschers) floss das Eis über Strobl und Weißenbachtal zum Traungletscher. Es ergoss sich durch das Wolfgangtal zum Fuschlsee und über das Brunnbachtal beiderseits des Schafberges nach Norden. Es durchfloss dann das Tal, welches sich am Nordabhang des Höllengebirges und südlich des Flyschzuges (Gahberg, Pinsdorfberg) erstreckt.

Der östliche Zweig des Gletschers ergoss sich aus Richtung Bad Ischl nach Norden ins Trauntal (Traunseegletscher). Vom Nordabfall des Toten Gebirges, vom Nordeinhang ins Frauenweißenbachtal und vom Höllengebirge sowie vom Traunstein erhält der Traunseezweig zusätzliche Eiszufuhren.

Abschließend kann gesagt werden, dass sich die Eisströme der Traungletscherzweige im Wesentlichen nach bereits voreiszeitlich angelegten Talnetzen bewegten (vgl. Kohl, 1998).

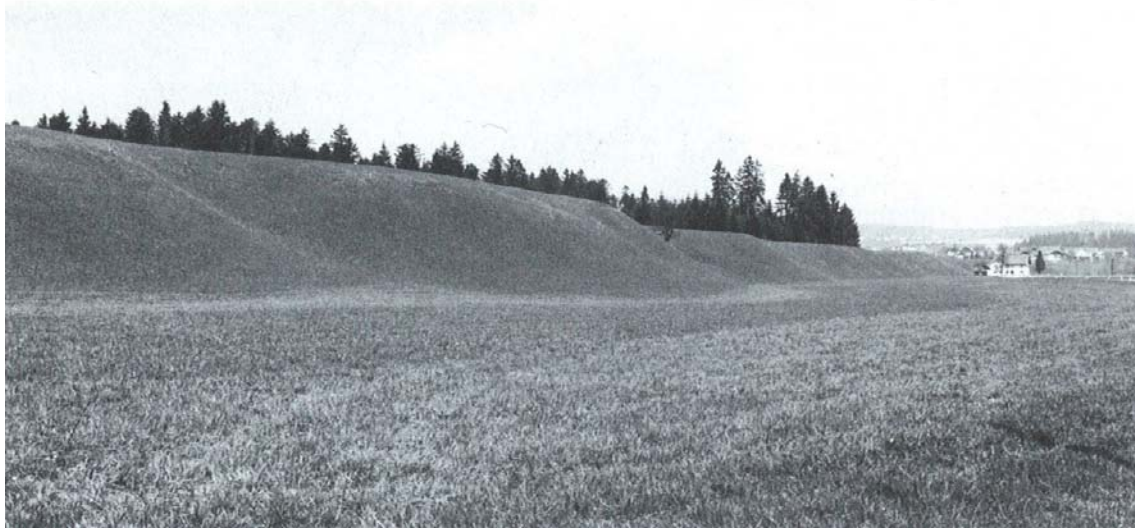
3.4. Entstehung von Schotterterrassen

3.4.1. Allgemeiner Entstehungsprozess

Die eiszeitlichen Talfüllungen im Alpenvorland, wie man sie auch nördlich des Traunsees vorfindet (siehe Kap.1.1. „Abb. 11:“), entstanden durch aufgenetzte „Wild“-flüsse (Fachbegriffe: Sander bzw. „braided rivers“), die aus dem Gletschereis des Gletscherzungenbereichs austraten und in ihrem Flussbett glazialen Schutt ablagerten. Diese Schmelzwasserabflüsse, die Schutt von den Endmoränenbereichen abtransportierten, waren in ihrer Fließgeschwindigkeit und Transportkraft von den Jahreszeiten und den klimatischen Bedingungen abhängig. Besonders in den Sommermonaten während der Sommerhochwässer schwollen die Flüsse zu mächtigen Gerinnen an, die viel Geröll und Schlamm mitnahmen (vgl. van Husen, 1998). Dadurch reichte die Transportkraft des Wassers nicht mehr aus, das ganze anfallende Material abzutransportieren und es lagerten sich in vielen Flussrinnen Schotterfüllungen ab („Phase der Aufschotterung“ bzw. Akkumulationsphase). In der folgenden Warmzeit war die Fließgeschwindigkeit der Abflüsse groß genug, dass die zuvor sedimentierten Talfüllungen erodiert wurden (Erosionsphase). Somit kam es zu einer Einschneidung und Erosion zuvor aufgeschütteter Schotterfüllungen aus kälteren Zeiten, wodurch man dann von „Schotterterrassen“ spricht. Da aber nicht die vollständigen Schotterfüllungen, in dem Ausmaß, wie sie vorher entstanden waren, von neuen Gerinnen ausgeräumt wurden, sondern nur Teile davon, entstehen Terrassenflächen unterschiedlicher Höhe und Mächtigkeit aus verschiedenen Eiszeiten (siehe Abb. 12:). Man findet sie entlang von Vorlandflüssen wie auch entlang der Traun (siehe Abb. 11:). Auf diese Weise entstandene „Terrassen“ zeugen von einem Wechselspiel von Ablagerung und Erosion, das maßgeblich klimatisch gesteuert ist (vgl. Krenmayr, 2002).

„Die Aufschotterung der Terrassen erfolgte daher während der Kaltzeiten. In den Warmzeiten wurden im Zuge der Abschmelzung der Gletscher die Schotterfluren wieder zerschnitten (=terrassiert)“ (Faupl , 2003:240f.).

Abb. 12: Geländestufen zwischen den Terrassenflächen im Alpenvorland



Quelle: van Husen, 1987:19

Abb. 13: Übergang Endmoränen zu den Schotterterrassen entlang der Ager: Endmoräne (1), Terrassenschüttung (2)



Quelle: van Husen, 1987:18

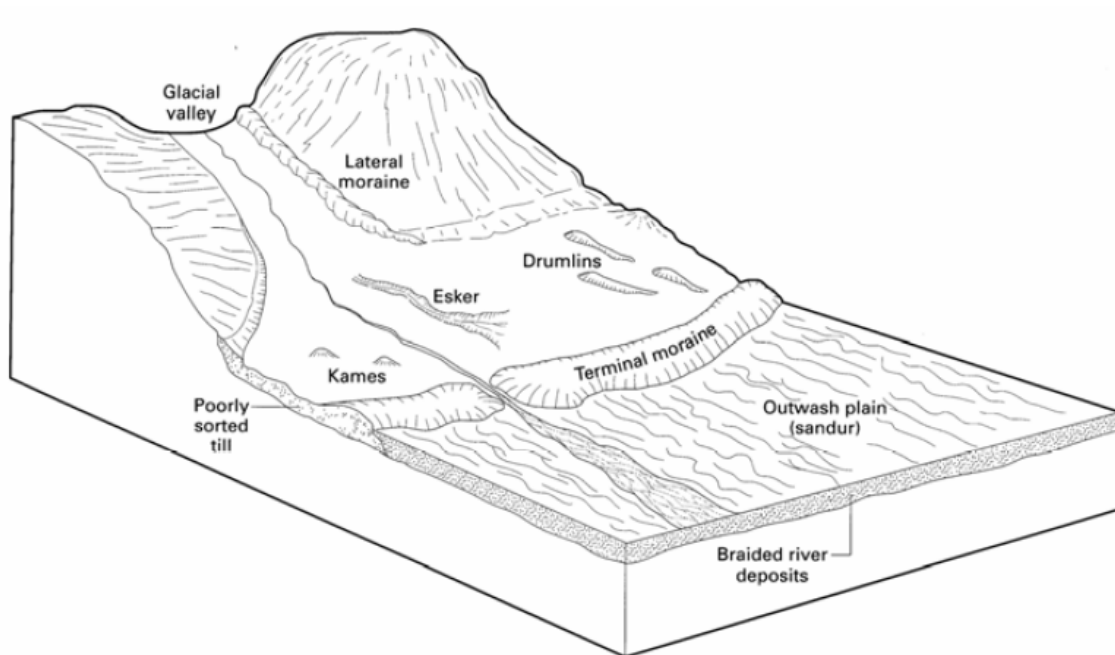
„An die Endmoränen der letzten Eiszeit schließen in den Tälern die Terrassen an, die noch heute mit ihren Erosionsresten sehr eindrucksvoll die Talandschaften prägen (siehe Abb. 13:). Die Terrassen stellen bis zu mehreren 10-er Meter mächtige Talfüllungen aus Kies dar. Sie entstanden dadurch, dass der Fluss dermaßen viel Schutt zugeführt bekam, dass er diesen nicht abtransportieren

konnte. Er verteilte ihn im Talboden und erhöhte somit ständig sein Bett. Während eines solchen Vorganges der starken Sedimentation neigt ein Gerinne zur Aufspaltung in viele Arme, wie sie in Abb. 16: zur Darstellung kamen“ (van Husen, 1987:17).

Bei Terrassensedimenten handelt es sich also um glaziofluviale Ablagerungen glazialer Environments. Sie entstehen durch Schmelzwässer, die im Gletschervorfeld aufgefächerte Abflüsse bilden (siehe Abb. 14:), die glaziale Sedimente abtransportieren und im Vorland ablagern. Wichtig ist auch festzuhalten, dass die Ablagerung von Endmoränen, Terrassen und Löss zur selben Zeit geschah und eine Folge des kalten, niederschlagsreichen, sonnenarmen Klimas zum Höhepunkt der Eiszeit war (vgl. van Husen, 1987). Derartige Ablagerungen sind ebenfalls in den älteren Eiszeiten erfolgt, die teilweise an die würmeiszeitlichen Sedimentationen angrenzen und in diese durch Lateralerosion miteinbezogen wurden (siehe: Quarzite in Regauer Grube Kap. 5.4.1.).

Abb. 14: zeigt ein Schema des typischen glazialen Ablagerungssystems im Übergang von einem Alpental zum Alpenvorland, wie es auch am Ende des Trauntales vorzufinden ist. Von den Endmoränen (Terminal moraines) ausgehend werden in vielen aufgenetzten Flussrinnen (Outwash plain) die glazial angelieferten Gerölle (v.a. der Endmoränen) ins Vorland abtransportiert und abgelagert (Braided river deposits). Man spricht hier auch von einer „glazialen Serie“ bestehend aus Grundmoräne, Endmoräne und Übergangskegel mit anschließender Schotterterrasse. Zwischen Grund- und Endmoräne findet sich oft ein gebildeter Zungenbeckensee (am Ende des Trauntales der Traunsee), der auf der Abb. 14: nicht eingezeichnet ist. Der Begriff der „glazialen Serie“ wurde von Albrecht Penck (1858-1945) vorerst nur für das nördliche Alpenvorland geprägt.

Abb. 14: Glaziale Ablagerungssysteme

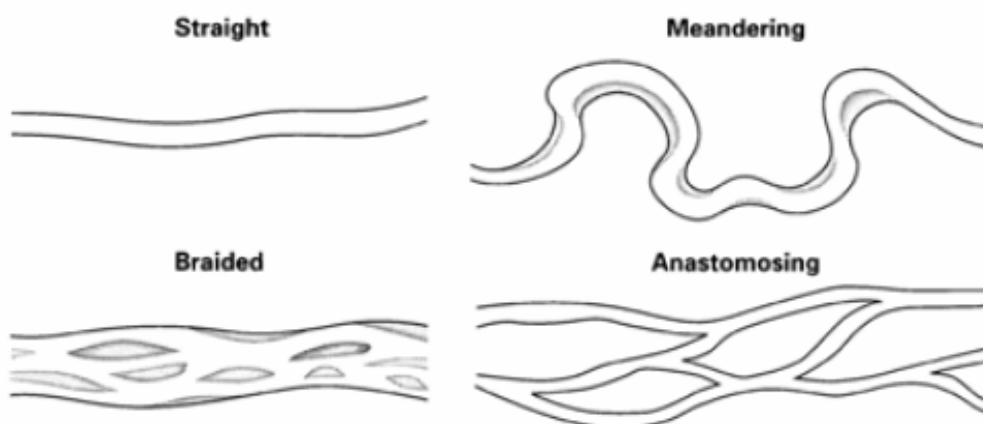


Quelle: vgl. Tucker, 1985

3.4.2. Flusstypen

Abb. 15: zeigt, wie man Flüsse nach Rinnengeometrien (fluvial styles) einteilen kann.

Abb. 15: Einteilung von Flusstypen nach Rinnengeometrien



Quelle: vgl. Leeder, 1999

Aufgenetzte Flusssysteme („Braided rivers“) sind z.B. Gebirgsbäche oder Sander (siehe Abb. 16:). Sie kommen in flachen Vorlandbereichen vor. Mäandrierende Flusssysteme (Meandering) weisen noch flachere Neigungsgradienten auf. Gerade Rinnen (Straight) fließen gerade und anastomosierende Flüsse (Anastomosing) bilden mehrere Rinnen, die miteinander verbunden sind. (vgl. Leeder, 1999).

Die Schüttungen von Terrassen erfolgen entweder in Form großer flacher Schwemmfächer („Braided-river“-Systeme, siehe Abb. 16:), wie bei den Terrassen in der Traun-Enns-Platte oder in Form von talgebundenen Schottersträngen (gerade Rinnen), dort wo der Flussbereich in seiner Breite durch ein begrenzendes Tal eingeschränkt ist (vgl. Kohl, 1997).

Abb. 16: Braided River



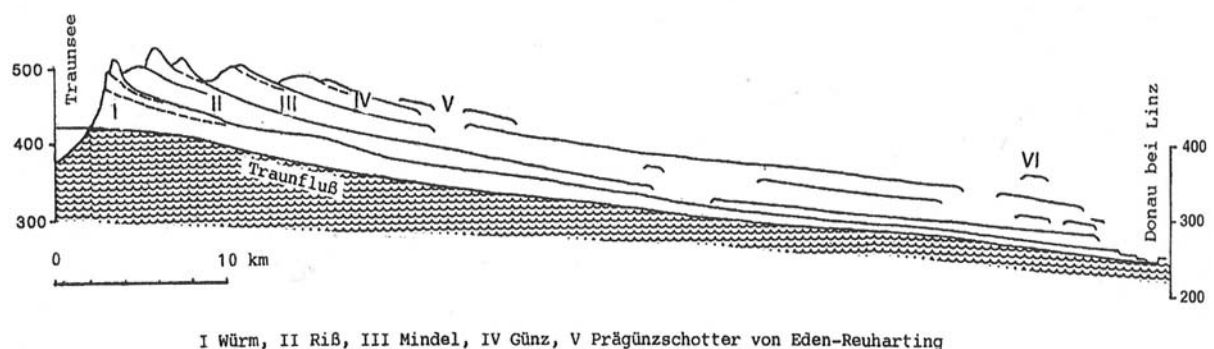
Quelle: vgl. Leeder, 1999

3.4.3. Regionale Schotterterrassen des eiszeitlichen Traunseegletschers

Mit den unterschiedlichen Gletscherausdehnungen der 4 Eiszeiten (Günz, Mindel, Riss und Würm) ergeben sich nördlich des Traunsees aufgrund der differenten Endmoränenstände auch verschiedene Ablagerungsbereiche der glaziofluvialen Terrassenschüttungen, wie Abb. 17: zeigt. Die verschieden alten Schüttungen

konnten sich aus dem Traunseegletscher frei nach Norden entlang der Traun bis zur Donau bei Linz entfalten und so eines der klassischen Terrassentäler des nördlichen Alpenvorlandes auf der Traun-Enns-Platte hervorbringen (vgl. Kohl, 1998).

Abb. 17: Ausdehnungen und Höhenniveaus der eiszeitlichen Schotterterrassen



Quelle: vgl. Kohl, 1998

Dabei nahmen das Höhenniveau und die Mächtigkeit der Schotterablagerungen bzw. Schotterterrassenkörper mit zunehmender Entfernung von ihren Geröllmaterial liefernden Endmoränen entlang der Traun ab, wie aus Abb. 17: ersichtlich ist. Das ist einerseits dadurch zu erklären, dass aufgrund der unzureichenden Transportkraft des Abflusses in den ersten Kilometern des Flusslaufes viel grobes kantiges Geröll vom Fluss sedimentiert wird und weiter entfernt feinere abgerundete Sedimente abgelagert werden. Die Fließgeschwindigkeit des Gerinnes spielt dafür auch eine wesentliche Rolle, wie weit das Geröll mit bestimmter Korngröße vom Fluss ins Vorland abtransportiert wird und wann es zur Ablagerung kommt.

Andererseits weisen die Niederterrassen im Vorfeld des Traungletschers eine mehrgliedrige Entwicklung auf, „die von der klimatisch gesteuerten Dynamik der Gletscherzunge verursacht wurde“ (van Husen, 1977). „Die höchstgelegenen Teilfelder der Niederterrasse sind bei Pinsdorf im Westen, zentral bei Einkaufszentrum – Molkerei sowie N Hochkogel und beim Engelhof im Osten

erhalten. Wie in vielen Bauaufschlüssen ersichtlich war, ist diese extrem grobkörnige bis blockreiche proximale Terrassenschüttung die des ersten, weit nach Norden ausgreifenden Eisvorstoßes, des Maximalstandes der Würmeiszeit.“ (Egger & van Husen, 2007:33).

„Nach dieser ersten Schüttung wurde im Vorfeld des Hochstandes die Hauptflur der Niederterrasse aufgeschüttet, die die höhere und steilere Terrasse des Maximalstandes erst unterschneidet, aber diese dann weiter im Norden dank ihres geringeren Gefälles überschüttete.“ (Egger & van Husen, 2007:33).

Durch die Tatsache, dass der würmeiszeitliche Gletscher zur Zeit dieser Gletscherstände praktisch drei Abflussgerinne hatte, wurden die mächtigen Kiesablagerungen geschaffen, die entlang der Traun zu verfolgen ist. Heute sind dies die Flächen der Ortsteile Traunleiten nördlich von Gmunden. Dann die Ortschaft Oberweis der Gemeinde Laakirchen. Zu dieser Zeit wurde noch die Terrassenfläche des zentralen Abflusses ausgeformt, die breit entwickelt bis über Steyrermühl zu verfolgen ist (vgl. Egger & van Husen, 2007). In der weiteren Folge, durch das endgültige Zurückweichen des Gletschers, hat die Traun, wie sie derzeit verläuft, hierin eingeschnitten. Die beiden Seitentäler, heute verlaufen hier die ÖBB Trassen der Salzkammergutbahn und der Traunseebahn, erhielten kein Schmelzwasser mehr, fielen trocken und konnten daher nicht weiter einschneiden (vgl. van Husen, 1998).

„Ebenso wie bei der Hochterrasse wurden im Zuge der Akkumulation der Niederterrasse durch Lateralerosion ältere Ablagerungen in die Terrasse einbezogen. Großflächig ist das in Steyrermühl geschehen, wo Jüngere Deckenschotter erodiert wurden.“ (Egger & van Husen, 2007:32). Durch eine derartige Inkorporation werden auch die Eigenschaften (Verwitterung) der älteren von den jüngeren Sedimenten übernommen.

Die Terrassenschüttungen sind sehr mächtig entlang der Traun und der Ager entwickelt (Traun ca. 60m, Ager ca. 20m in manchen Bereichen) (vgl. Egger & van Husen, 2007).

Durch meine Untersuchungen an Ort und Stelle, der Kiesgruben im Bereich des Traungletschers, konnte ich dieses dynamische Geschehen nachvollziehen und mittels Literaturvergleiche belegen.

4. Kiesablagerungen des Quartärs

4.1. Fazies der Kiese

Der Begriff „Fazies“ beschreibt die Summe aller charakteristischen gemeinsamen Eigenschaften einer Gesteinseinheit (Schichten bzw. Schichtfolgen) (vgl. Faupl, 2003). Der Begriff Fazies kommt vom Lateinischen „facies“ und kann mit „Gesicht, Antlitz“ übersetzt werden. Eigenschaften bei Ablagerungsgesteinen wie die Korngröße, die Sedimentstrukturen und Ablagerungsbedingungen, die Gesteinsarten oder der Fossilinhalt werden hier unter die Lupe genommen und bilden in ihrer Gesamtheit eine Gesteinsfazies in einem gemeinsamen Ablagerungsraum (vgl. Tucker, 1985). Diese sedimentologischen Daten werden aus Aufschlüssen, aus Bohrkernen oder aus geophysikalischen Daten gewonnen. Bei Aufschlüssen, die auch hier als empirische Methode für die Untersuchung von Kiesgrubenstandorten dienen, tritt der Gesteinsuntergrund an die Oberfläche, der analysiert wird. Aufschlüsse beinhalten verfestigte und unverfestigte Sedimente. Bei der *Faziesanalyse* werden dann die Gesteine bezüglich ihrer Ablagerungssysteme interpretiert (vgl. Schäfer, 2005). Ein Ablagerungssystem, das glaziofluviale Ablagerungssystem, bei dem Gletscher und Fluss zusammenwirken, stellt den zentralen Bildungsmechanismus bei der Entstehung von Kiesen in Terrassenkörpern dar, auf den ich im Kap.3.4. ausführlich eingehen werde.

Bei der Ablagerung von Gesteinen spielen 2 grundlegende Prinzipien eine maßgebliche Rolle. Das erste Prinzip, das stratigraphische Grundprinzip nach Nikolaus Steno von 1669, besagt, dass jüngere über ältere Gesteine überlagert werden (vgl. Faupl, 2003). Das zweite Prinzip, die Walther'sche Faziesregel von Johannes Walther von 1894, besagt, dass *„nur jene Fazies übereinanderfolgen, die auch zum Zeitpunkt ihrer Bildung nebeneinander vorgekommen sind“* (Faupl, 2003:14). Diese zwei grundsätzlichen Regeln gelten als essentielle Hilfsmittel bei der Interpretation von Schichtfolgen. Bei Unterbrechungen der Schichtfolgen innerhalb der Schichtfolgen gelten diese Regeln nicht mehr (vgl. Faupl, 2003). Schichtfolgen beschreiben eine Abfolge verschiedener Gesteinsschichten (vgl. Krenmayr, 2002). Sedimente und Sedimentgesteine können in Form einer Lamination, einer Schichtung oder einer Bankung abgelagert werden. Von

Lamination spricht man bei einer Sedimentation im mm- Maßstab (Feinschichtung), von Schichtung im cm- Maßstab und bei einer Bankung sind die Gesteinsschichten oft mehrere dm stark (vgl. Tucker, 1985). Eine Gesteinsschicht behält immer die gleichen Merkmale bzw. Eigenschaften der abgelagerten Sedimente, meist die Korngröße oder die Sedimentzusammensetzung, bevor die nächste Schicht folgt. *Schichtung* entsteht also infolge der Änderung von Sedimentationsbedingungen (vgl. Tucker, 1985).

4.2. Faziesanalysen

Um Gesteine bezüglich ihrer Ablagerungsmechanismen interpretieren zu können, müssen die Prozesse während des fluviatilen Transportes betrachtet werden, die auf die klastischen Sedimente einwirken. Klastische Sedimente sind durch glaziale oder fluviale Kräfte zerbrochene Sedimente.

4.2.1. Sedimenttransport und Ablagerung im Fluss

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu glazial abgelagerten klastischen Sedimenten ist neben der Rundung die Sortierung bei fluvial abgelagerten Sedimenten. Der Effekt der Sortierung ist abhängig von der Fließgeschwindigkeit, die eintritt, wenn eine bestimmte Fließgeschwindigkeit anhält und eine bestimmte Korngröße länger ablagern lässt. Bei gleichbleibender Strömungsgeschwindigkeit lagert sich folglich im Flussbett zuerst das gröbere (schwerere) und später das feinere (leichtere) Material ab (siehe Gradierung). Bei größeren Fließgeschwindigkeiten setzen sich die gröberen Sedimente/ Kiese ab, bei niedrigen Fließgeschwindigkeiten die feineren Sedimente. Bei einem Schichtwechsel beispielsweise von feinen auf gröberen Komponenten ist der ablagernde Fluss schneller geworden.

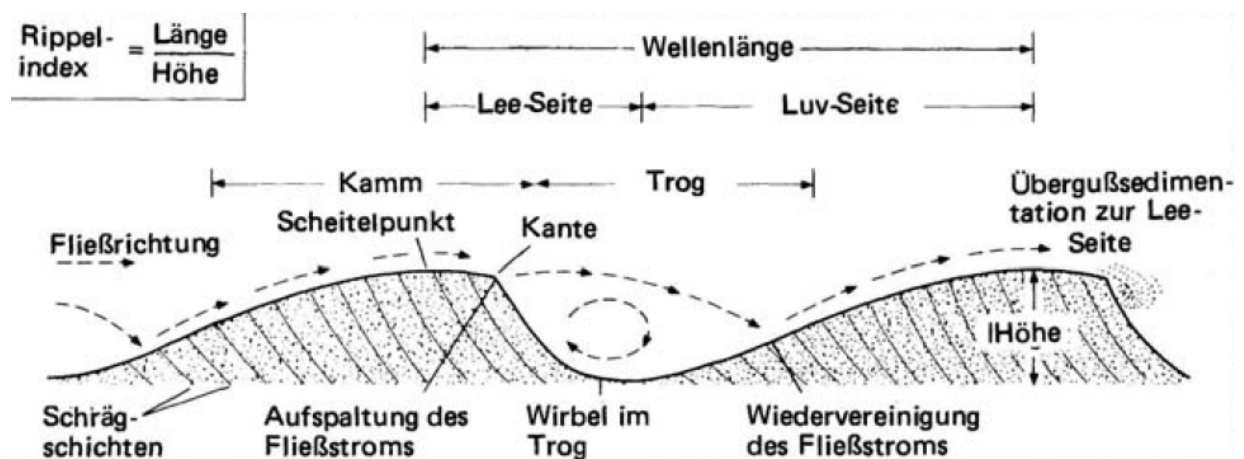
4.2.2. Aufgenommene Sedimentstrukturen

In Schotterterrassenkörpern gibt es mehrere fluvial (= durch Flusstätigkeit) gebildete charakteristische Sedimentstrukturen, auf die ich nun näher eingehen möchte. Wie schon erwähnt handelt es sich bei diesen Sedimentstrukturen um glaziofluviale Ablagerungen eines „Braided- river“- Systems (eines aufgenetzten „Wild“- Flusssystemes). Folgende angeführte Strukturen sind großteils durch eigene Begehungen in den Kiesgruben beobachtet und festgehalten worden.

Strömungsrippel:

sind stromabwärts wandernde Schichtformen und entstehen durch in eine Richtung fließendes Wasser (vgl. Tucker, 1985). Der Fließvorgang an und die Terminologie von Strömungsrippeln werden anhand der folgenden Abb. 18: verdeutlicht. Strömungsrippel konnte ich keine beobachten. Die bildhafte Darstellung, um zu zeigen, wie Strömungsrippel aussehen (Abb. 18:), ist notwendig, um die Entstehung der nächsten Struktur, die Schrägschichtung, nachvollziehen zu können.

Abb. 18: Strömungsrippel



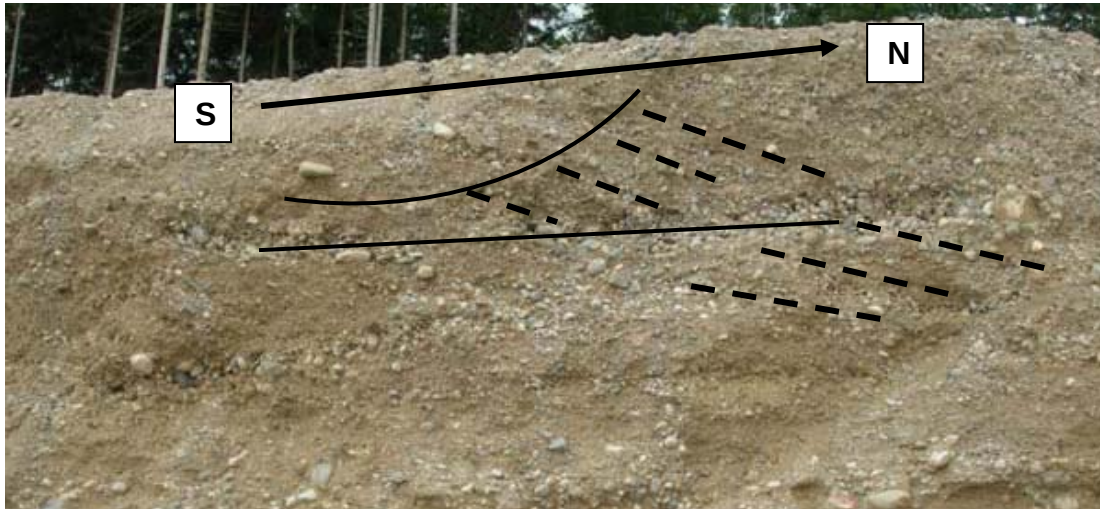
Quelle: Tucker, 1985

Schrägschichtung:

Eine Schrägschichtung entsteht durch das Wandern der Rippel flussabwärts (vgl. Tucker, 1985). Genauer erklärt bildet sie sich (siehe Abb. 18:), wenn Körner (Kiese oder Sande) die Luvseite eines Wellenrippel in einem Fluss oder im Meer sowie einer Düne, meist als Springfracht (Saltation), hinauf transportiert wird, den Rippelkamm passiert und sodann die Leeseite hinunter rutscht oder fällt. Die Leeseite ist dabei immer steiler als die Luvseite ausgebildet (vgl. Tucker, 1985). Eine Schrägschichtung verläuft bzw. liegt immer gegen die Strömungsrichtung des abgelagerten Flusses.

In der Abb. 19: sind an einem eigens aufgenommenen Westhang des Abbaustandortes Hildprechting/ Ohlsdorf beobachtete Schrägschichtungen durch strichlierte Linien markiert. Im oberen Bereich der Wand sieht man die Schichtungen von Norden nach Süden aufgeschichtet. Teilweise weisen diese Schrägschichtungskörper deutlich zu erkennende gradierte Schichtungen auf (siehe **Gradierung**). Da Schrägschichtungen immer gegen die Flussströmung geschichtet werden, muss der Fluss damals zur Zeit der Ablagerung von Süden nach Norden geflossen sein. Die Fließrichtung wird durch den Pfeil im oberen Bereich des Bildes angedeutet.

Abb. 19: Schrägschichtung in einer Wechsellagerung von Kiesen und Sanden

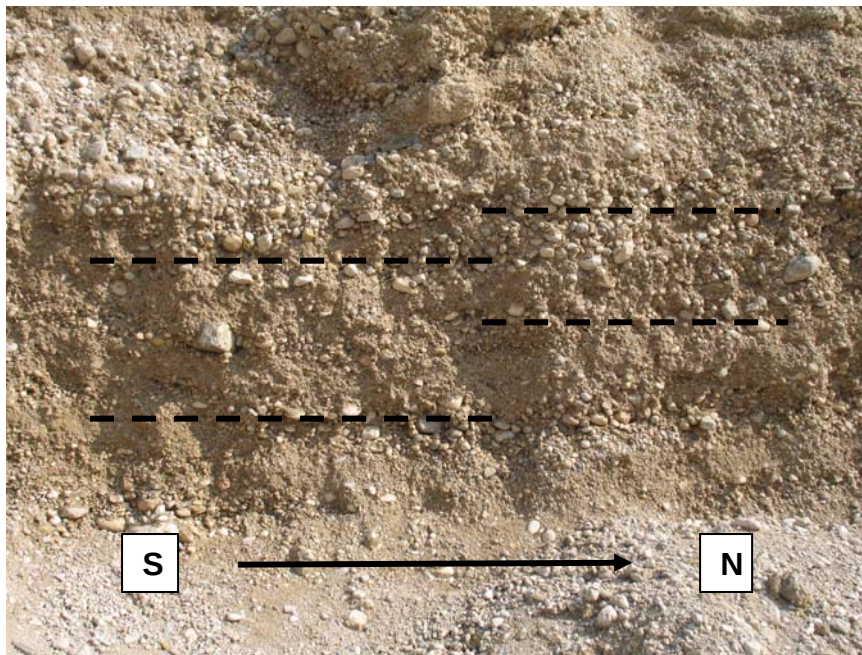


Quelle: Eigene Aufnahme aus einem kleinen Bereich des Westhanges im Abbaustandort Hildprechting/ Ohlsdorf, 10.10.09

Horizontalschichtung:

entsteht durch das horizontale Fließen und Ablagern von Sedimenten in Flussrinnen (vgl. Tucker, 1985). Die strichlierten Linien in Abb. 20: deuten die vorhandenen Horizontalschichten an, der Pfeil die Strömungsrichtung. Die eigene Aufnahme dieses Aufschlusses erfolgte am Westhang der Grube. Hier lässt sich vermuten, dass die Flussrinnen von Süden nach Norden verlaufen sind, da die Strömungsrichtung des „braided- river“- Systems von Süden nach Norden erfolgte.

Abb. 20: Horizontalschichtung



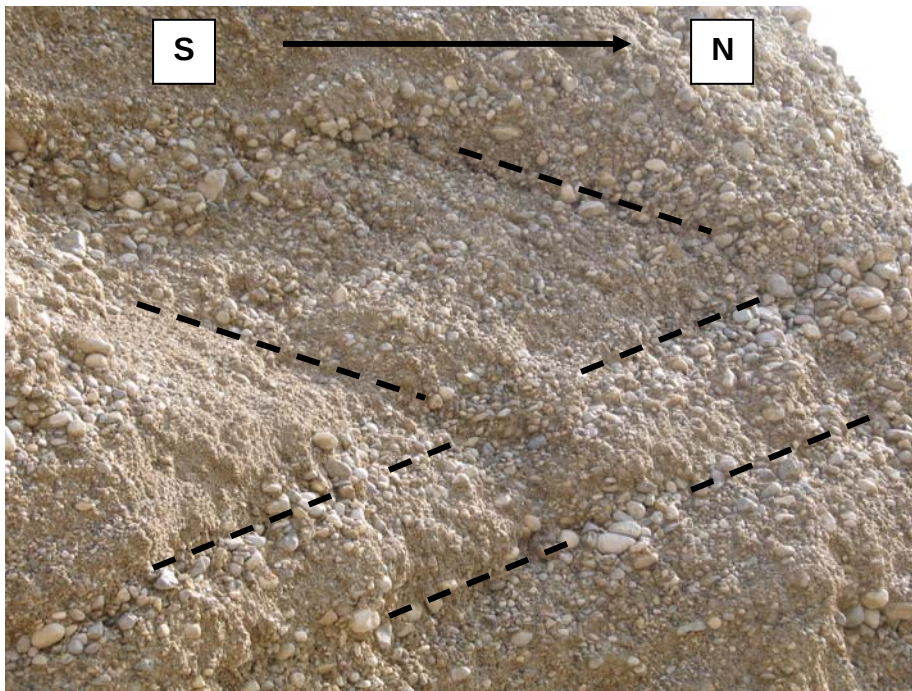
Quelle: Eigene Aufnahme eines Profilquerschnitts einer Kieswand im Standort Hildprechting/ Ohlsdorf, 30.09.09

Kreuzschichtungen:

sind kreuzförmig gegenläufig liegende Schrägschichtungen, die durch wechselnde Transport- bzw. Strömungsverhältnisse bei der Ablagerung entstehen (vgl. Tucker, 1985).

Die strichlierten Linien in Abb. 21: deuten die beobachteten Kreuzschichtungen in diesem Aufschluss an. Sie sind durch Vorstoß und Rückzug von Strömungen in Flüssen entstanden. Die Strömungsrichtung im oberen Teil erfolgte, wie der Pfeil anzeigt, von Süden nach Norden. Das bestätigen die gegen die Richtung des Stromes liegenden Schrägschichtungen. Der Aufschluss befand sich am Westhang der Grube. Das heißt, der Abfluss muss vom Süden gekommen sein und in Richtung Norden geflossen sein, was auch der Flussrichtung des „Braided river“-Systems vom Traunsee kommend in Richtung nördliches Alpenvorland entspricht.

Abb. 21: Kreuzschichtung in einem Profil



Quelle: Eigene Aufnahme eines Profilquerschnitts einer Kieswand im Standort Hildprechting/ Ohlsdorf, 30.09.09

Gradierung:

Eine Gradierung zeigt den fluvialen Mechanismus auf, bei dem die Absinkgeschwindigkeit eines Gesteinspartikels von dessen Korngröße abhängig ist. Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses steuert dabei die Absinkgeschwindigkeit des Partikels. Im Fluss werden grobe Korngrößen bei abnehmender Strömungsgeschwindigkeit zuerst abgelagert, währenddessen kleinere Korngrößen länger in Suspension (= in Schwebelage) bleiben und sich später absetzen. Dadurch entsteht eine Schichtstruktur wie in Abb. 22: eine sogenannte Gradierung, bei der sich die kleineren Korngrößen gegen oben (hangend), die größeren Komponenten gegen unten (liegend) befinden (vgl. Schäfer, 2005).

Abb. 22: Gradierte Schichtung



Quelle: vgl. Wagreich, 2007

Imbrikation:

Die Imbrikation ist ein wichtiger Indikator für die Fließrichtung des Flusses während der Ablagerung. Sie wird auch als „Dachziegellagerung“ bezeichnet und beschreibt die in eine Richtung geneigte Einregelung (im Winkel von ca. 10- 30 Grad) von flachen (diskus- oder walzenförmigen) Geröllen durch Fließströmung (vgl. <http://www.geodsz.com/deu/d/Imbrikation>). Der rote Pfeil oben in der Abb. 23: skizziert die Strömungsrichtung des Wassers. Man sieht, dass die Kiese in Strömungsrichtung geneigt liegen.

Abb. 23: Imbrikation bzw. „Dachziegellagerung“



Quelle: vgl. Wagreich, 2007

Flussrinnen:

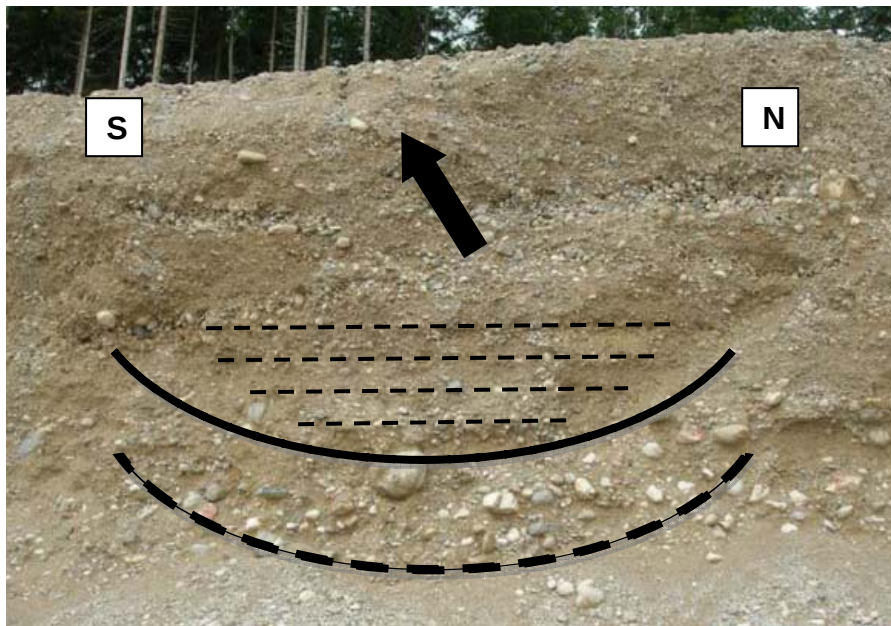
sind erodierte Flussläufe in bereits gebildeten Terrassenkörpern.

Sobald es wärmer wird und sich der Gletscher zurückzieht, fließt nur mehr klares Wasser ohne Geröll aus dem See in den Gletscherabfluss. Dieses klare Wasser beginnt die in den Kaltzeiten gebildeten Terrassen zu erodieren (es gräbt sich in den Terrassenkörper ein und nimmt den Schotter wieder mit). Dort, wo der Fluss erneut über den Terrassenkörper rinnt und ihn abbaut, hinterlässt er Spuren in Form von Flussrinnen (vgl. Tucker, 1985).

Rinnenfüllungen:

Während der Kaltzeiten der Eiszeit akkumuliert der Gletscherabfluss entlang seines Flussbettes Geröll vor allem aus der Endmoräne des Gletschers. Die Akkumulation im Flussbett erfolgt in Rinnen (siehe **Flussrinnen**) durch ein aufgenetztes Flusssystem (vgl. Schäfer, 2005). Abb. 24: zeigt eine solche Rinnenfüllung. Die Flussrinne ist durch eine dicke strichlierte Muldenlinie gekennzeichnet, darin finden sich die Füllungen, die mit schwach strichlierten geraden Linien angedeutet sind. Zu dieser Zeit der Erosion und anschließenden Ablagerung ist, wie der schwarze Pfeil anzeigt, der Strom offensichtlich von Osten nach Westen geflossen. Eine Änderung von Fließrichtungen und Fließgeschwindigkeiten ist für ein aufgenetztes „Wild“-Flusssystem („Braided- river“- System), wie der Name schon sagt, nicht ungewöhnlich.

Abb. 24: Rinnenfüllung



Quelle: Eigene Aufnahme aus einem kleinen Bereich des Westhanges im Abbaustandort Hildprechting/ Ohlsdorf, 10.10.09

Kiesbänke in Rinnen (braid bars):

Kiesbänke in Rinnen sind eine spezielle Form von **Rinnenfüllungen** und typisch für aufgenetzte Flusssysteme, auch genannt „braided rivers“. Sie wachsen seitlich und flußabwärts (vgl. Tucker, 1985).

Driftblöcke auf Eisschollen: (siehe Abb. 25:)

Beschreibung zur Entstehung und Vorkommen siehe 5.2.

Abb. 25: Driftblöcke



Quelle: Eigene Aufnahme in der Kiesgrube Hildprechting/ Ohlsdorf, 10.10.09

5. Untersuchte Kiesgruben

5.1. Allgemeines

Die Standorte von Schotterabbauen finden sich zumeist an - geologisch gesehen - fluvial abgelagerten terrassierten Schotterkörpern des Alpenvorlandes. Dort werden vom Gletscherabfluss ausgewaschene Schotter und Sande abgebaut. Je weiter das Geröll vom Abfluss transportiert und ausgewaschen wird, desto höher ist der Rundungsgrad der Kiese. Je älter der Schotter ist, desto schlechter ist er für die Schotter- bzw. Betonproduktion geeignet, da der Verwitterungsgrad im Schotterkörper mit dem Alter zunimmt. Außerdem weisen die älteren Terrassen Deckschichten aus Löss und Lehm auf, welche die Kiese verunreinigen und die Kosten bei der Weiterverarbeitung erhöhen. Aus diesen Gründen werden lediglich die jüngsten tiefst gelegenen Schotterterrassen aus der Würm- Eiszeit, die als Niederterrassen bezeichnet werden, im untersuchten Gebiet abgebaut (siehe Abb. 11:) (vgl. Egger & van Husen, 2007). Klastische Sedimente der Moränen sind für den Abbau wegen des hohen Feinmaterialanteils nicht geeignet.

Der Abbau selber ist gesetzlich höchstens bis ca. 3m über den höchsten Grundwasserstand (über der Sohle) bewilligt. Unterhalb der quartären Ablagerungen befinden sich Sedimente der Molasse und des Flysch.

Schotter bestehen vorwiegend aus runden klastischen Sedimentkomponenten, die durch mechanischen Einfluss (Wasser/ Flusstransport) geformt wurden. Klastische Sedimente sind Gesteine, die nach ihrer Korngröße eingeteilt werden und durch mechanischen Transport entstehen. Sie werden in grob- mittel- und feinklastische Sedimente eingeteilt. Schotter gehören zu den grobklastischen Sedimenten der Kiese (Korngröße.: 2 – 63 mm), Sande zu den mittelklastischen Sedimenten (Korngröße.: 0,063 – 2 mm) (vgl. IAG, 2003). Wie auch schon im vorigen Kapitel erwähnt, beinhalten Aufschlüsse wie Schottergruben verfestigte und unverfestigte Sedimente. Zu den verfestigten Sedimenten zählen beispielsweise Konglomerate oder Breccien (grobklastische Sedimente), zu den unverfestigten z.B. Kiese (=Schotter) oder Sande. Schottergruben stellen dabei künstliche, also durch den

Menschen geschaffene Aufschlüsse dar. Abb. 26: stellt anschaulich die Korngrößeneinteilung von Sedimenten nach DIN (= deutscher Industrienorm) dar.

Abb. 26: Korngrößeneinteilung der Sedimente und Sedimentgesteine nach DIN 4022

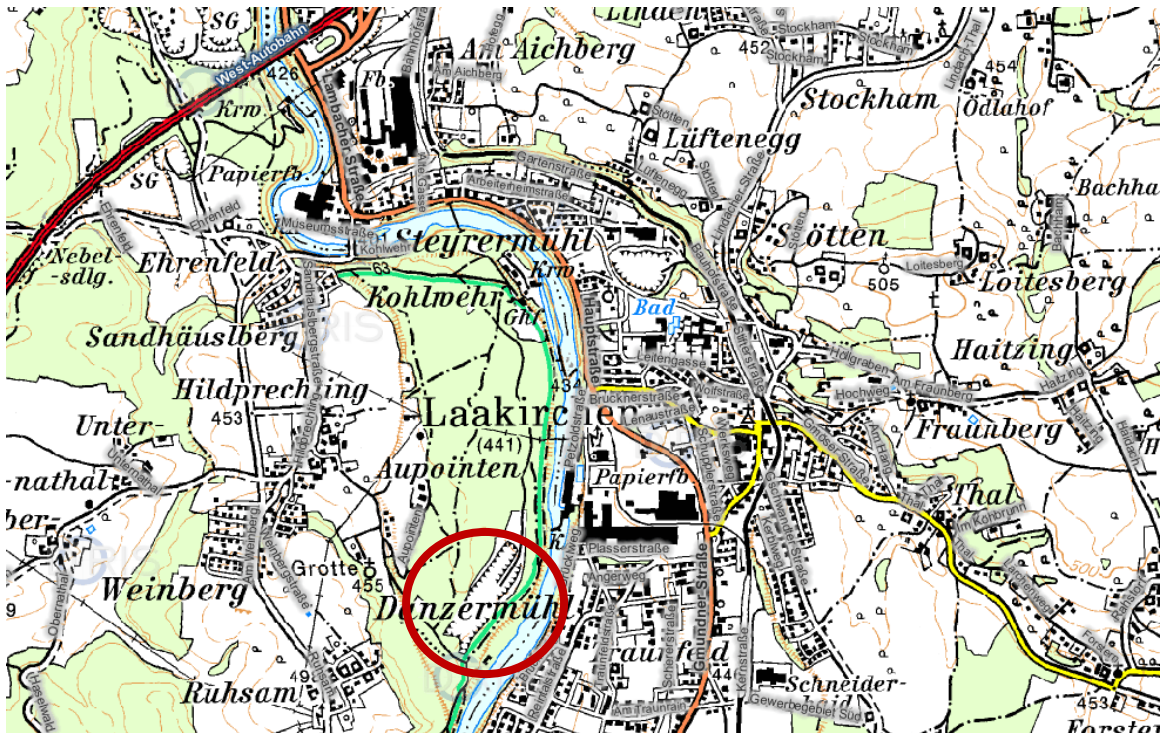
Kies		2 bis 63 mm	Verfestigt: Konglomerat, Breccie
	Grobkies	20 bis 63 mm	
	Mittelkies	6,3 bis 20 mm	
	Feinkies	2 bis 6,3 mm	
Sand		0,06 bis 2 mm	Sandstein
	Grobsand	0,6 bis 2 mm	
	Mittelsand	0,2 bis 0,6 mm	
	Feinsand	0,06 bis 0,2 mm	
Schluff		0,002 bis 0,06 mm	Siltstein
	Grobschluff	0,02 bis 0,06 mm	
	Mittelschluff	0,006 bis 0,02 mm	
	Feinschluff	0,002 bis 0,006 mm	
Ton		< 0,002 mm	Tonstein

Quelle: vgl. Tucker, 1985

5.2. Ohlsdorf/ Hildprechting

Beim Abbaustandort Ohlsdorf/ Hildprechting handelt es sich um eine würmeiszeitliche Niederterrasse der Traun (vgl. Stadlober, 2006a), die nordöstlich von Ohlsdorf unmittelbar am westlichen Ufer der Traun liegt.

Abb. 27: Geographische Lage der Kiesgrube Hildprechting/ Ohlsdorf (roter Kreis)



Quelle: DORIS (Orthofoto, 15.03.10)

Abb. 28: Abbaustandort Hildprechting/ Ohlsdorf (Trockenabbau)



Quelle: Asamer, 2007

Die Terrasse dieser Talfüllung ist ca. 50 m tief und ist in einem Zeitraum von 2000-3000 Jahren in der letzten Eiszeit abgelagert worden. Bei der Bildung der Talfüllung durch einen wilden Abflussstrom sind große Blöcke (2,8 t/m³) auf Eisschollen mittransportiert worden. Es handelt sich dabei um Blöcke aus „Traunsee- Marmor“ (= örtliche Bezeichnung für ein rötliches Kalkgestein aus dem Traunsteinmassiv, Abb. 29:) und Dachsteinkalk. Diese Blöcke stellen ein Charakteristikum für eiszeitliche Terrassen dar!

Abb. 29: „Traunsee- Marmor“ (Driftblock)



Quelle: Eigene Aufnahme in der Kiesgrube Hildprechting/ Ohlsdorf, 10.10.09

5.2.1. Rohstoffvorkommen

In dieser Kiesgrube kommen Kiese und Sande der niedrigsten Terrasse (würmeiszeitliche Niederterrasse) der Traun vor. Laut Gutachten eines beauftragten Geologen der Firma Asamer & Hufnagl GmbH zur geologisch- petrographischen Beschreibung der Kiesgewinnung in Ohlsdorf/ Hildprechting ist der Anteil nichtkarbonatischer Gesteine unbedeutend (vgl. Stadlober, 2006a). Auf der Oberfläche der Terrasse finden sich Auenablagerungen aus dem jüngeren Holozän. Die großen Schotterfelder sind gute Grundwasserleiter (vgl. Stadlober, 2006a).

Der Kies dieser Gewinnungsstätte umfasst maximale Korngrößen von 4 bis > 8 cm, wobei Korngrößen > 8 cm nur selten auftreten. Die Kieskomponenten lassen sich als kantengerundet bis gut gerundet einstufen (mittlerer Rundungsgrad). Die

gröberen Kiese sind mehrheitlich gut gerundet, die kleineren Fraktionen können auch angulare (winkelige, kantige) Stücke beinhalten, die jedoch als Bruchstücke gröberer Komponenten identifiziert werden können (vgl. Stadlober, 2006a).

5.2.2. Auszählung der Gesteinstypen der Gerölle

Vorgehensweise bei der Probenahme:

Für die eigene Auszählung der Gesteinstypen (Lithologien) der Kiese von der Gewinnungsstätte Hildprechting/ Ohlsdorf entnahm ich im Betonwerk Kiesproben des abgebauten Materials aus 2 Fraktionsgrößen (siehe Abb. 30:). Die erste Entnahme erfolgte von einer Aufschüttung mit der Fraktion 16-32 mm, die zweite Entnahme von einer Aufschüttung aus dem „Überlauf“ mit Kiesen über 32 mm. Die entnommenen Kiese lagen nach DIN hauptsächlich im Grobkiesbereich (20-63 mm). Von der Fraktion 16-32 mm zählte ich im Anschluss 500 Stück Mittel- bis Grobkiese (nach DIN) aus, von der Fraktion > 32 mm zählte ich 150 Grobkiese und Steine aus.

Abb. 30: Probematerial aus 2 Fraktionsgrößen (li), Auszählung (re)



Quelle: Eigene Aufnahme am Auszählungsort, 04.02.10

Nach der Auszählung aller Gesteine einer Fraktion zur Feststellung der Gesamtmenge an Probematerial bestimmte ich die Kiese und Steine **nach ihrer Gesteinsart** mit Hilfe des Salzsäuretests (Karbonatprobe), der Ritzprobe und des Brechtests (mit Hammer). Anschließend wurden die getrennten Mengen mit den einzelnen bestimmten Gesteinsphasen pro Fraktion ausgezählt.

Tabelle 1: zeigt die erzielten **Ergebnisse zur Gesteinsartenbestimmung:**

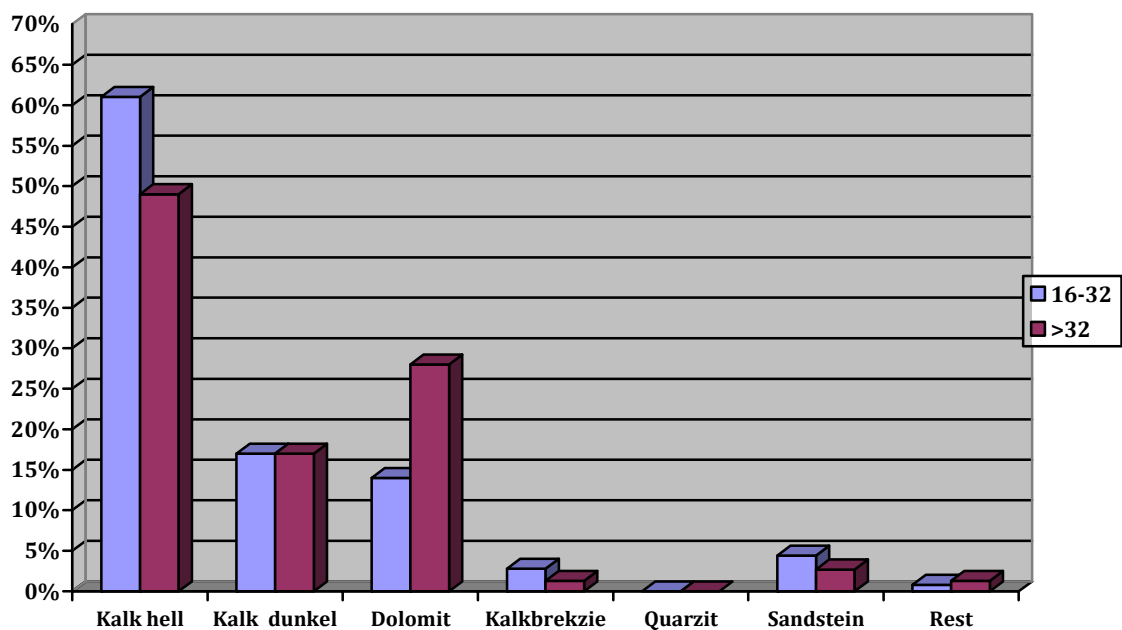
Tabelle 1: Bestandteile der Fraktionen 16-32 mm und >32 mm

Summe	Kgr. (mm)	Kalk hell	Kalk dunkel	Dolomit	Kalk- brekzie	Sand- stein	„Rest“: Hornstein, Gneis, Mergel

500 Stk.	16-32	306	86	70	14	22	2+2
Gesamt in %*:	16-32	61%	17%	14%	3%	4%	1%
150 Stk.	>32	74	26	42	2	4	2
Gesamt in %*:	>32	49%	17%	28%	1%	3%	1%

*Die Prozentwerte sind auf ganze Zahlen abgerundete Werte berechnet aus dem Verhältnis der ausgezählten Gesteine einer Gesteinsart zu der gesamten Anzahl der ausgezählten Gesteine. Sie entsprechen den prozentuellen Häufigkeiten der einzelnen Gesteinsarten.

Darstellung der Ergebnisse in Form eines Histogramms**:



** Auf der waagrechten x- Achse sind die vorkommenden Gesteinsarten dargestellt, auf der senkrechten y- Achse sind die in der Tabelle berechneten dazugehörigen prozentuellen Häufigkeiten der 2 Korngrößenintervalle aufgetragen. Die Fraktion 16-32 mm ist mit blauen Balken neben der Fraktion >32 mm mit roten Balken dargestellt.

Auswertung der Ergebnisse:

Die Werte der Fraktion 16-32 mm sind aufgrund der Anzahl der ausgezählten Kiese repräsentativer für die Erhebung der Gesteinsarten als die Werte der Fraktion >32 mm. Hier wurden von mir lediglich 150 Kiese ausgezählt, bei der kleineren Fraktion immerhin 500 Kiese, was eine tendenzielle Aussage über die Häufigkeiten von vorkommenden Gesteinsarten treffen lassen sollte. Ich konnte zwar keine über die ganze Abbaufäche verteilte Probenentnahme vornehmen (was dann eine Aussagekraft für das gesamte Abbaugebiet hätte), sondern konnte nur eine Auszählung des gerade in Abbau befindlichen Aufschlussbereichs durchführen. Für diesen ist die Größe des Kollektivs (500 + 150 Kiese) ausreichend. Die Aussagekraft meiner Auszählung betrifft daher lediglich den derzeitigen Abbau, gilt jedoch nicht für die gesamte Erstreckung der Grube.

Abgesehen von den Werten bei den Dolomitgesteinen, die um 14% voneinander abweichen, ergaben die zwei Fraktionen ähnliche Ergebnisse.

Auf den ersten Blick lässt sich vom Histogramm ablesen, dass Kalke und Dolomite die Proben und somit die Gewinnungsstätte Hildprechting dominieren. Diese beiden karbonatischen Gesteinsarten bestimmen das Gesteinsvorkommen zu 90-95%, wobei Kalke zu mindestens zwei Drittel vertreten sind. Die hellen Kalke machen den Hauptbestandteil der Proben aus. Die Kalke sind überwiegend gut gerundet und weisen teilweise leichte Lösungserscheinungen auf. Im Gegensatz zu den Kalken sind die Dolomite an der Oberfläche glatter, unversehrter (nicht verwittert) und härter, was eine Unterscheidung zu den hellen Kalken leichter ermöglicht. Außerdem brausen die Dolomite beim Auftragen von fünfprozentiger Salzsäure nicht so stark auf wie die Kalke. Es kommen auch vereinzelt Kalkbrekzien und Sandsteine vor (bis zu ca. 5%) und zu einem verschwindenden Anteil Hornsteine, Gneise und Mergel. Die Sandsteine weisen gradierte Schichtungen auf.

Bestimmungsergebnisse im Vergleich zu derartigen Ergebnissen im Gutachten:

Im Unterschied zu der von mir durchgeführten Auszählung wurden bei der Auszählung zum Zwecke der petrographischen Beschreibung der Kiese im bereits angeführten Gutachten (siehe 5.2.1.) „für die Gewinnungsstätte charakteristische

Bereiche im derzeit aktiven Abbau beprobt“ (Stadlober, 2006a:6). Außerdem wurde das entnommene Probematerial abgewogen (ca. 50 kg Probematerial) und anschließend mit mehreren genormten Siebsätzen gesiebt und in neun Fraktionen aufgeteilt, welche dann in ihren enthaltenen Gesteinsarten bestimmt wurden (Stadlober, 2006a:7, Tabelle2). Anhand dieser Siebung wurde eine Siebanalyse (Korngrößenanalyse) durchgeführt, bei der der Durchgang des Probematerials in jeder Fraktion gemessen und prozentuell zum Gesamtgewicht aufgezeichnet wurde (Stadlober, 2006a:7, Tabelle1). Dabei wurde das Lockersediment als gut sortiert eingestuft. Die Bestimmung der Anteile der Gesteinsarten erfolgte durch Auszählen der Fraktionen und wurde in Massenanteilen zum Gesamtgewicht der einzelnen Fraktion angegeben. Die Gesamtwerte der ausgezählten Gesteinsarten aller neun Fraktionen wurden in Massenprozent (bezogen auf das Gesamtgewicht) errechnet und angegeben (Stadlober, 2006a:7, Tabelle 2) und sind in Tabelle 2: (1. Prozentzeile) mit den von mir ermittelten prozentuellen Gesamtwerten (untere Zeilen) angegeben, um einen ungefähren Vergleich anstellen zu können.

Tabelle 2: Vergleich der ermittelten prozentuellen Häufigkeiten der Gesteinsarten

Summe	Kgr. (mm)	Kalk hell	Kalk dunkel	Dolomit	Kalk- brekzie	Sand- stein	„Rest“: Hornstein, Gneis, Mergel
Gesamt in %*: <u>Gutachten</u>	9 Frakt (4-125)	25%	31%	27%	9%	8%	1%
Gesamt in %:	16-32	61%	17%	14%	3%	4%	1%
Gesamt in %*:	>32	49%	17%	28%	1%	3%	1%

Das Gesamtergebnis der Beprobung zur Bestimmung der Gesteinsarten im Gutachten (Stadlober, 2006a) entspricht in etwa den prozentuellen Häufigkeiten der ermittelten Gesteinsarten meiner Untersuchung.

Bei den Nebengemengteilen wie den Kalkbrekzien, den Sandsteinen oder den als „Rest“ bezeichneten Gesteinen (siehe Tabelle 2:) sind die prozentuellen Abweichungen unwesentlich gering ($\pm 6\%$). Auch das Gutachten bestätigt folglich, dass kristalline Gesteine eindeutig unterrepräsentiert sind, setzen sich doch die Komponenten der Probe des Gutachtens über 90% aus hellen und dunklen Karbonaten zusammen (Stadlober, 2006a).

Bei den Hauptgemengteilen ist die Verteilung der karbonatischen Gesteine eine andere, da der Anteil der hellen Kalke bei der von mir durchgeführten Erhebung um das Zwei- bzw. fast Dreifache höher ist als in der Gesamtauswertung der Fraktionsauszählung im Gutachten (siehe Tabelle 2:). Den Hauptbestandteil der Probe machen im Gutachten dunkle Kalke aus, die mit 31%, bezogen auf das Gesamtgewicht, vertreten sind. (Stadlober, 2006a). Bei der von mir durchgeführten Untersuchung entsprechen dem Hauptbestandteil der Probe eindeutig die hellen Kalke. Insgesamt liegen bei beiden Untersuchungen die Hauptgesteinskomponenten im karbonatischen Bereich (siehe Tabelle 2:). Die Dolomite machen dabei ca. ein Viertel der Probegesamt mengen aus.

Interpretation der Ergebnisse:

Anhand dieser Ergebnisse lassen sich Rückschlüsse auf das Herkunftsgebiet der Kiese und Steine ziehen. Da größtenteils Karbonate (Kalke und Dolomite) vorkommen, müssen die Hauptherkunftsgebiete karbonatischer Ausprägung gewesen sein. Der Trauntalgletscher nahm, wie bereits erläutert, Ausgang vom Dachsteingletscher und breitete sich im Laufe der letzten Eiszeit bis zu den abgelagerten Endmoränen am Nordende des Traunsees aus, von denen Gletscherabflüsse die Gerölle ins Vorland transportierten und sedimentierten. Auf dem Weg vom Ausgangsgletscher, der karbonatischer Zusammensetzung ist (hauptsächlich Dachsteinkalk), über das langgezogene Trauntal zum Traunsee, brachten Bergstürze von den umliegenden Bergen und Gebirgen vor allem karbonatisches Gestein in den Gletscherstrom ein.

Das Traunsteinmassiv beispielsweise ist, wie man aus der geologischen Karte der Republik Österreich (1:50 000), Blatt Gmunden (66) entnehmen kann, nicht nur aus Kalken, sondern auch aus Dolomitgesteinen aufgebaut, was den wesentlichen Eintrag an Dolomitgesteinen im Probematerial und in der Gewinnungsstätte erklärt. Entlang des Trauntals und am Traunsee grenzen aber auch andere Landschaftszonen wie die Flyschzone an, an denen der Gletscherstrom vorbeizog, was den (geringen) Eintrag an Flyschgesteinen wie Sandsteine verständlich macht. Vereinzelt kristalline Gesteine können auf minimale Vorkommen von kristallinen Gesteinen wie Gneise aus weiter entfernten Liefergebieten hinweisen oder auf die Aufarbeitung älterer, kristallinführender Ablagerungen.

5.2.3. Abbau

Die Kiesgrube in Hildprechting ist 12 Jahre alt (Abbaubeginn: 1998). Der Abbau dieser Grube erfolgt flächenmäßig in Etagen (siehe Abb. 31:) oder punktuell. Jährlich werden ca. 350 000 m³ Gesteinsmaterial gewonnen. Die Abbautiefe liegt bei ca. 27 m (Abbau in 4 Etagen) und die Restkubatur beträgt ca. 2.571.900 m³ (Stand 2009), d.h. die Grube wird noch etwa 7 Jahre in Betrieb sein. Der Abbau unterliegt strengen Umweltauflagen, die durch die Behörden überwacht werden.

Abb. 31: Abbaustandort Hildprechting (Etagenabbau)



Quelle: Asamer, 2007

Den Etagenabbau bewerkstelligen Bagger mit großflächigen Schaufeln, sogenannte Caterpillar (siehe Abb. 32:), die Tonnen von Kies und Sand abbauen können. Eine Schaufel kann einige m³ des Materials fassen.

Abb. 32: Caterpillar



Quelle: Eig. Aufnahme der Abbaumaschinen am Standort Hildprechting/ Ohlsdorf, 10.10.09

5.2.4. Weiterverarbeitung

Mit Hilfe eines „Vorbrechers“ und anschließenden „Feinbrechers“ werden am Abbaustandort kantige Steine aus den abgebauten Kieskomponenten erzeugt. Über den Vorbrecher werden in einem Schienengitter die Kiese „vorklassiert“, d.h. nach Korngrößen vorsortiert. Da die Kiese gesiebt werden, spricht man hier von Siebgrößen. Übergrößen ab 250 mm bleiben in der Grube, Korngrößen unter diesem Wert werden im Werk weiterverarbeitet. Erst im Werk werden die Schottersteine, die mittels Förderband abtransportiert werden, exakt „klassiert“ und dann verkauft. Die Präzision der Klassierung (= Korngrößensortierung) und die Brechung der Kiese hängt vom Verwendungszweck des Kiesmaterials ab. Auch ob der Kies in der vorhandenen Waschanlage gereinigt wird oder nicht, hängt davon ab, für welche Zwecke (Baulichkeit) der Kies eingesetzt wird. Für den Wanderweg- oder Forstwegbau oder Wandbau ist ungereinigtes Material ausreichend.

Die Kiese und Sande von der Schottergrube in Hildprechting werden über ein kilometerlanges Förderband entlang der Traun in das Hauptwerk nach Ohlsdorf/ Unterthalham befördert (siehe Abb. 33:).

Abb. 33: Förderband



Quelle: Asamer, 2001

Im Hauptwerk befindet sich neben der Verwaltung von Asamer & Hufnagl das Betonwerk. Dort werden die Sedimente und Sedimentgesteine in verschiedene Fraktionsgrößen aufgetrennt und mittels Förderbänder angehäuft (siehe Abb. 34:).

Abb. 34: Aufschüttungen (Gesteinskörnungen nach ÖN EN Siebgrößen)



Quelle: Eig. Aufnahme im Gelände des Betonwerks in Ohlsdorf/ Unterthalham, 04.02.10

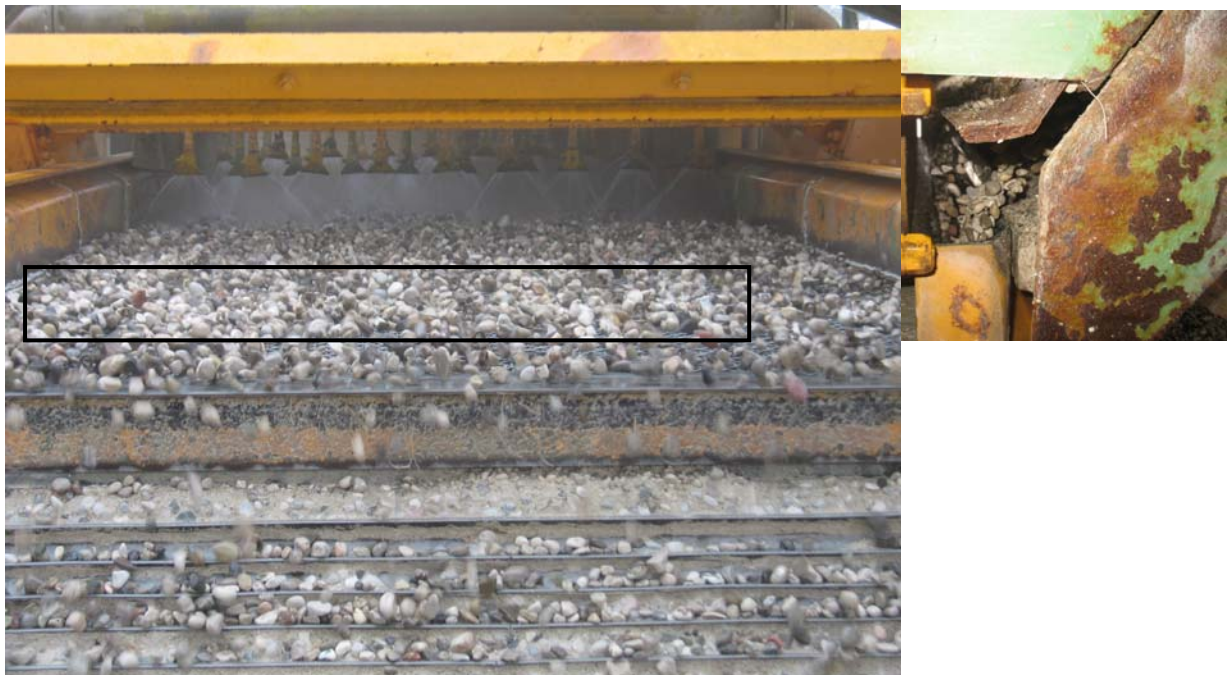
Die Auftrennung in die unterschiedlichen Korngrößenbereiche bzw. Fraktionsgrößen erfolgt nach gewählter zertifizierter Betonrezeptur über Siebmaschinen (siehe Abb. 35:). Bezogen auf den Produktionsvorgang spricht man bei industriell verarbeiteten Korngrößen deswegen von Siebgrößen. Die Siebmaschinen filtern die durchmischten Korngrößen aus der Grube, indem sie die Körnung zuerst kräftig durchschütteln. Durch die Vibrationen wandern die Kiese entlang eines Bleches nach vorne bis zum Sieb. Dort fallen dann die Kiese, die kleiner oder gleich dem Durchmesser der Sieblöcher sind, durch das genormte Sieb auf das nächste Siebflächenblech, auf dem sich der Vorgang wiederholt. Die verbliebenen (nicht durchgefallenen) Kiese fallen entlang eines Rippbleches auf das Förderband, das sie zu ihrer Siebgröße gemäßen Aufschüttung transportiert. Der geschilderte Siebvorgang zur Erzeugung der einzelnen Fraktionen soll durch Abb. 35: und Abb. 36: veranschaulicht werden. Die Bilder und Informationen erfolgten durch eine Begehung und Führung im Betonwerk Asamer & Hufnagl GmbH.

Abb. 35: Siebmaschine von vorne



Quelle: Eig. Aufnahme im Anlagenbereich des Betonwerks, 04.02.10

Abb. 36: Siebmaschine (li) mit Sieb vorne und Durchfallspalt auf das nächste Sieb (re)



Quelle: Eig. Aufnahme im Anlagenbereich des Betonwerks, 04.02.10

Im gegenständlichen Betonwerk werden gemäß der Angaben dort beschäftigter und zuständiger Mitarbeiter des Labors folgende Fraktionen für die anschließende Betonerzeugung deponiert: 0-4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm, 16-32 mm; Korngrößen über 32 mm gelten als „Überlauf“ und werden im Werk extra deponiert (siehe Abb. 37:). Was passiert mit dem Überlauf? Der Überlauf wird mittels Brecher zu „Bruchsand“ gebrochen. Dieser enthält im Gegensatz zum gewaschenen „Natursand“ noch Feinanteile, die wichtig sind für die Bindungsfähigkeit des Betons. Währenddessen der „Bruchsand“ mechanisch durch Brechung des Kiesel hergestellt wird, kommt der „Natursand“ unbehandelt direkt vom Abbaustandort und wird anschließend im Betonwerk, wie Abb. 38: zeigt, gewaschen, d.h. von Verunreinigungen wie Lehm oder Löss gelöst.

Abb. 37: extra deponierter „Überlauf“ (li) und Kiese des „Überlaufs“ vergrößert (re)



Quelle: Eig. Aufnahme im Anlagenbereich des Betonwerks, 04.02.10

Abb. 38: Waschanlage des „Natursandes“ (li) und gereinigter „Natursand“ (re)



Quelle: Eig. Aufnahme im Anlagenbereich des Betonwerks, 04.02.10

5.2.5. Verwendung

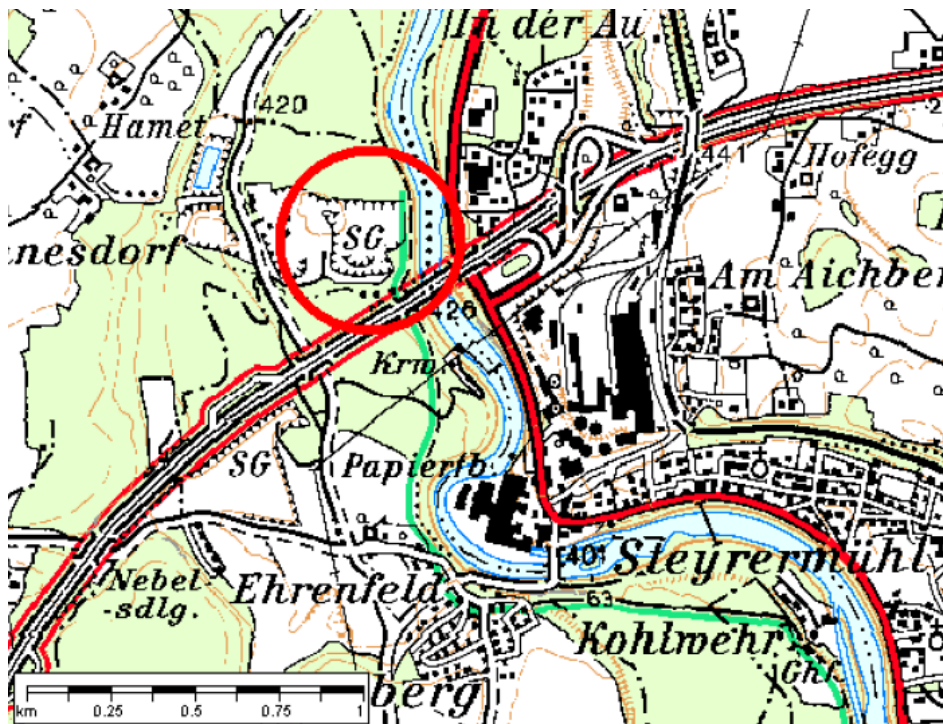
„Der Kies der Schottergrube wird hauptsächlich zur Betonerzeugung und als Straßenbaumaterial verwendet.“ (Stadlober, 2006a:13).

Weitere Informationen zur Verwendung der abgebauten mineralischen Rohstoffe folgen im Kap. 6. .

5.3. Viecht

Der Schottergrubenstandort der Firma Asamer & Hufnagl in Viecht (siehe Abb. 40:) liegt etwa 1km nordwestlich von Steyrermühl entfernt und unmittelbar am westlichen Ufer der Traun (siehe Abb. 39:) (vgl. Stadlober, 2006b).

Abb. 39: Geographische Lage der Kiesgrube Viecht (roter Kreis)



Quelle: Stadlober, 2006b: Ausschnitt aus der ÖK 50 West Blatt 66

Abb. 40: Abbaustandort Viecht (Trockenabbau)



Quelle: Asamer, 2007

5.3.1. Rohstoffvorkommen

Wie bei der Gewinnungsstätte Ohlsdorf/ Hildprechting handelt es sich bei der Kiesgrube in Viecht ebenfalls um eine würmeiszeitliche Niederterrasse. Diese Niederterrasse befindet sich um wenige Kilometer nördlicher als die gleichartige Terrasse des Abbaustandorts Ohlsdorf/ Hildprechting. Die Schotterzusammensetzung und das Korngrößenvorkommen stimmen mit den Ergebnissen von Hildprechting sehr stark überein und werden deswegen nicht mehr angeführt. Beide Kiesgruben sind in ihren Kies- und Sandanteilen überwiegend karbonatischer Ausprägung. Die Grube Viecht wird aber im Gegensatz zur Grube Hildprechting zu einem großen Anteil aus sandigen Kiesen gebildet (vgl. Stadlober, 2006b).

Auch hier treten Schrägschichtungskörper mit gradierter Schichtung auf. Im Unterschied zur Kiesgrube Hildprechting lassen sich hier verfestigte Lagen im

ansonsten lockeren Schotter beobachten (siehe Abb. 41:) (vgl. Stadlober, 2006b). „Auffallend ist die beginnende Zementierung und Verfestigung des Lockersediments, die sich in karbonatischen Zementkrusten äußert.“ (Stadlober, 2006b:7).

Abb. 41: Verfestigte sandige Lagen



Quelle: Stadlober, 2006b

5.3.2. Abbau und Weiterverarbeitung

1973 wurde mit dem Abbau der Kiesgrube Viecht begonnen. Jährlich wurden ca. 110 000 m³ Kies- und Sandmaterial abgebaut. Bei einer Abbautiefe von ca. 28 m (in 4 Etagen) liegt eine Restkubatur von ca. 339 850 m³ (Stand 2010) vor, d.h. nur mehr etwa 2 Jahre kann noch abgebaut werden.

Der Abbau selbst und die Weiterverarbeitung verläuft wie in Ohlsdorf/ Hildprechting (siehe 5.2.).

5.3.3. Verwendung

Wie in Hildprechting werden die Kiese und Sande dieser Gewinnungsstätte überwiegend zur Betonerzeugung und als Straßenbaumaterial (z.B. Splitt) verwendet (siehe Abb. 42:) (vgl. Stadlober, 2006b).

Abb. 42: Kies- und Splittwerk Viecht



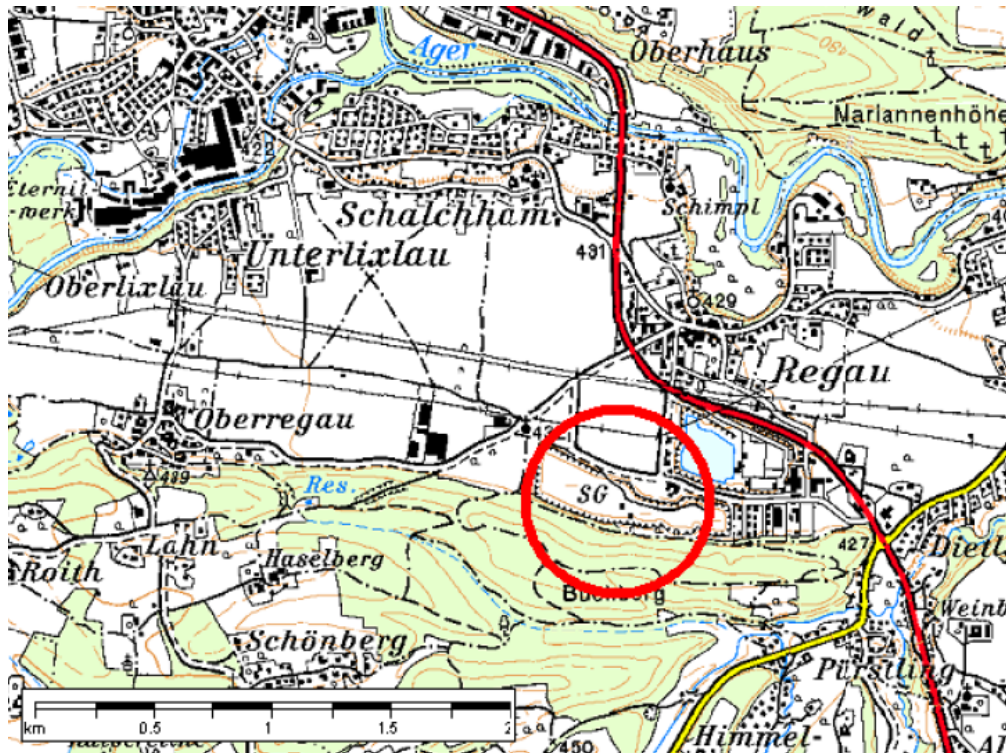
Quelle: Eigene Aufnahme vor der Kiesgrube Viecht, 02.02.10

5.4. Regau

Die Kiesgrube der Firma Regauer Sand- und Kiesgewinnungsgesellschaft m.b.H & Co. KG (bestehend aus Firma Asamer und Firma Hofmann) (siehe Abb. 44:) liegt etwa 0,5 km südlich von Regau und ca. 1 km südlich des Flusses Ager (siehe Abb. 43:) (vgl. Stadlober, 2006c). Etwa 200m östlich des Standortes befindet sich der Regauer Badensee, wobei es sich ebenfalls um eine ehemalige Rohstoffgewinnungsstätte im Nassabbau handelt. Die Lagerstätte ist an das Verkehrsnetz sehr gut angebunden. In rund 220m Entfernung befindet sich die Salzkammergut Bundesstraße und im näheren Umkreis befinden sich die B1 in

Richtung Vöcklabruck oder Gmunden, den nächsten Verbraucherzentren und die Auffahrt auf die A1 Westautobahn.

Abb. 43: Geographische Lage der Kiesgrube Regau (roter Kreis)



Quelle: Stadlober, 2006c: Ausschnitt aus der ÖK 50 West Blatt 49

Abb. 44: Abbaustandort Regau (Nassabbau) mit Buchberg (li)



Quelle: Asamer, 2007

5.4.1. Rohstoffvorkommen

Wie bei der Gewinnungsstätte Ohlsdorf/ Hildprechting und Viecht handelt es sich bei der Kiesgrube in Regau ebenfalls um eine würmeiszeitliche Niederterrasse. Diese Niederterrasse liegt aber nicht neben der Traun, sondern südlich der Ager, die westlich der Traun verläuft. Die Terrasse setzt sich vorwiegend, wie die Terrassen in Hildprechting und Viecht, aus karbonatischen Schottern, welche aus dem südlich angrenzenden Kalkalpenraum (vom Traungletscher) angeliefert wurden, zusammen. Insgesamt kommen gut gerundete, eher grobkörnige Karbonatschotter mit relativ geringen Feinanteilen vor. Den Hauptbestandteil des Abbaumaterials machen, wie in Hildprechting und Viecht, Kalke und davon wiederum dunkle Kalke aus (vgl. Stadlober, 2006c). In dem nach Süden ansteigenden Höhenrücken (Buchberg, siehe Abb. 44: links) grenzen allerdings an der Kiesgrube quarzreiche Kiese des älteren Quartärs an. Sie stammen von den so

genannten „Älteren Deckenschottern“, das sind günzeiszeitliche und daher ältere Terrassenschüttungen als die würmeiszeitlichen Niederterrassen. Sie erklären das relativ häufige Vorkommen von gut gerundeten Quarziten (ca. 3%) in der Gewinnungsstätte Regau (vgl. Stadlober, 2006c).

Tertiäre Schliergesteine (Molasse) bilden die Basis der Lagerstätte Regau, welche auch die Liegendgrenze des Grundwasserstockwerks darstellen, das durch den bisherigen Nassabbau aufgeschlossen wurde (vgl. Stadlober, 2006c).

5.4.2. Abbau und Weiterverarbeitung

Während die geogenen Rohstoffe bei den zwei ersten noch aktiven Standorten Ohlsdorf/ Hildprechting und Viecht im Trockenabbau abgebaut werden, gewinnt man sie in Regau überwiegend im Nassabbau, d.h. unter Wasser (siehe Abb. 44:). Der See besitzt eine Gesamtwasserfläche von rund 11 ha und eine Tiefe von ca. 10m. Von der vorgesehenen Rohstoffentnahmemenge sollen etwa 400 000 m³ im Nassabbau gewonnen werden. Der Abbau wird mittels Nassbaggerungen durchgeführt.

Aufgrund des erhobenen Lagerstättenaufbaus ergab sich eine Mächtigkeit des Schotterkörpers von insgesamt ca. 28m, wobei der Kies im Trockenabbau ca. 16m (bis 415m über dem Meeresspiegel), der Kies im Nassabbau ca. 12m Tiefe aufweist. Die Kiesgrube Regau wird seit 1975 abgebaut.

Weiterverarbeitet werden die Kiese und Sande im Betonwerk der Firma Asamer & Hufnagl, das sich in der entstandenen Abbaumulde angesiedelt hat.

5.4.3. Verwendung

Wie in Hildprechting und Viecht werden die Kiese und Sande dieser Gewinnungsstätte überwiegend zur Betonerzeugung und als Straßenbaumaterial verwendet (vgl. Stadlober, 2006c). Das Abbaugbiet wird schon seit mehreren Jahrzehnten für die Gewinnung von hochwertigen Sand- und Kiesprodukten verwendet.

6. Verwendung der abgebauten Kiese der Kiesgruben

6.1. Produkte und Kernaktivitäten der Firma Asamer & Hufnagl

Die Produkte und Kernaktivitäten der Firmengruppe Asamer & Hufnagl sind (vgl. www.asamer.at):

- Abbau von Rohstoffen und die Produktion von Baustoffen Kies und Stein
- Abbau von Kalkstein und Mergel für die Zement- Produktion (Standardzement, Portlandzement)
- Produktion verschiedener Betonsorten und von Betonfertigteilen (z.B. Bodan)
- Entwicklung und Betrieb von mobilen Anlagen (mobile Betonwerke und Betonpumpen!) zur Betonproduktion direkt an der Baustelle
- Sammlung und Verwertung von Baurestmassen (Altbeton und Altasphalt)
- Abfallwirtschaft und Recycling von Alt- Reifen
- Tourismus (Schlosshotel Freisitz Roith am Traunsee, Kurhotel Schloss Mondsee, Schilifte und Weingüter etc.)
- Immobilien (im Industrie- und gewerblichen Bereich, Projekt Euro Vegas etc.)

6.1.1. Produktion von Baustoffen Kies und Stein

Alleine in Österreich besitzt Asamer & Hufnagl 15 Kiesgruben, international sind es mehr als 30. Weitere Abbaustätten in Österreich und in anderen europäischen Ländern werden in Zukunft noch dazu kommen (www.asamer.at). Von den untersuchten Kiesgruben werden die abgebauten Sande und Kiese zum Beispiel als folgende Materialien angeboten: gewaschene Rundkörner unterschiedlicher Korngröße, ungewaschene Rundkörner unterschiedlicher Korngröße (Frostkiese mit

oder ohne Bruch, Wandkiese), Kantkörner unterschiedlicher Korngröße, Streusplitt. Auch als Brechsande, Gleisschotter und Filtermaterial, Bankettmaterial und Kiese für ungebundene Tragschichten im Straßenbau finden sie Verwendung. (vgl. Asamer, 2010). Die Gesteinskörnungen können gemäß ÖN EN beispielsweise auf folgende Eigenschaften geprüft werden: auf Kornform, Bruchflächigkeit, Polierwiderstand, Frostbeständigkeit, Wasseraufnahme, Rohdichte, Druckfestigkeit, Kantigkeit. Diese Tests werden im Labor Ohlsdorf von Asamer tagtäglich durchgeführt, da bestimmte dieser Eigenschaften (wie z.B. die Dichte oder der Wasserbedarf der Gesteinskörnung) notwendige Voraussetzungen für eine bestimmte Betonrezeptur zur Betonsortenherstellung sind (vgl. http://www.wup.at/wup/at/misc/schulung/betontechnologie/betontech_47_49.pdf).

Neben Kiesgruben besitzt Asamer & Hufnagl mehr als 20 Steinbrüche in Österreich und in benachbarten Ländern. Seit der Übernahme des Zementwerkes „Horne Srnie“ in der Slowakei und damit verbundenen zahlreichen Investitionen in Produktionstechnik und Umweltmaßnahmen konnte die Produktionskette Kies – Zement – Beton geschlossen werden. In der Slowakei produziert die Firma heute hochwertigen Portlandzement für die Betonerzeugung. (vgl. www.asamer.at).

6.1.2. Betonwerke und Produktion von verschiedenen Betonsorten

Asamer & Hufnagl, Familienunternehmen einerseits und Firmengruppe andererseits, betreiben mehrere Frischbetonwerke im Salzkammergut (mit Zentraldisposition in Ohlsdorf) und im oberösterreichischen Zentralraum (mit Zentraldisposition in Linz). Bei Großbauten wie Autobahnen und Tunnelbauten werden aber auch mobile Betonwerke aufgebaut (siehe Abb. 45:), um hohe Transportkosten zu vermeiden und die Effizienz im Bauablauf zu steigern. Außerdem sind diese mobilen Anlagen für die Gewinnung von neuem Beton aus wiederverwertbaren Materialien geeignet.

Abb. 45: Autobahnbau mit mobilem Betonwerk (re) bei Wels/OÖ.



Quelle: www.asamer.at, 07.03.10

Als Betonproduzent hat die Firma zahlreiche Betonsorten (ca. 850 Sorten!) mit speziellen Produkteigenschaften entwickelt, die vom Leichtbeton bis zum Beton mit glasähnlicher Oberfläche reichen. (www.asamer.at). Je nach ausgewählter Betonrezeptur, die nach ÖN genormt ist, werden in Silos die Gesteinskörnungen der Kiesfraktionen mit Zement und Sand (als Bindemittel) und Wasser in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen zu Beton¹ gemischt. Der Zement für die Betonerzeugung der Firma Asamer & Hufnagl kommt unter anderem auch vom Zementwerk Gmunden (Gmundner Zement). Die Auswahl der zu erzeugenden

¹ „**Beton** ist ein künstliches Gestein aus Zement, Gesteinskörnungen, Wasser und eigenschaftsverbessernden Zusatzstoffen bzw. Zusatzmitteln. Je nach Betonzusammensetzung können Betone mit Anforderungen an die Frostbeständigkeit, Abriebfestigkeit, das Fließverhalten, Sichtflächen oder auch farbige Betone hergestellt werden.“ (<http://www.asamer.at/beton.html>, 07.03.10).

Fractionen obliegt dem Unternehmer, die hergestellten Betonsorten müssen sich allerdings nach ÖN EN geprüften, zertifizierten Betonrezepturen richten, nach denen in den Betonwerken der Beton produziert wird.

Um einen kleinen Einblick in die große Bandbreite der Betonsorten von Asamer & Hufnagl zu erhalten, wird hier ein Auszug aus der Preisliste 2008 der angebotenen Betonsorten dargestellt. Alle Betonsorten entsprechen der ÖNORM B 4710 – 1 mit Größtkorn 32 mm und verwendeten Standardzement CEM 2 32,5 R, 42,5 N bzw. 42,5 R. (vgl. Asamer, 2008).

Betonsorte*	(Spezieller) Verwendungszweck
Standard-Betonsorten	Unbewehrte Fundamente ohne Frost, Füll- und Ausgleichsbeton ohne Frost, Beton in Gebäuden, Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit etc.
Beton gegen chemische Angriffe	Chemisch schwach lösende Betonoberflächen
Dichtbeton	Wasserundurchlässiger Beton für Wände und Platten und Verkehrsbauwerke
Unterwasserbeton	Schlitzwände und Bohrpfähle
Spritzbeton	für die Fassadengestaltung
Stahlfaserbeton	für den Wohn- und Industriebau
Kunststofffaserbeton	für den Wohn- und Industriebau sowie für den Tunnelbau
Hochleistungsbeton	für den Brücken- und Autobahnbau
Einkorn- und Pflasterbeton	u.a. für den Hausbau
Schwerbeton / Leichtbeton	

*Von den angeführten Betonsorten gibt es zahlreiche Unterklassen (Expositionsklassen) mit unterschiedlichen Druckfestigkeiten.

Betonarten können aufgrund ihres vielfältigen Einsatzbereichs nach unterschiedlichen Kriterien gegliedert und überprüft werden (vgl. http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Beton_Klassifizierung-der-Betonarten_150972.html):

- Rohdichte (Masse in kg/m³ einschl. Wasser- und Porengehalt)
- Druckfestigkeit
- Verarbeitung
- besondere Eigenschaften (wie z.B. Wasserundurchlässigkeit oder Frostwiderstand)

Weitere Laborprüfungen können sein: Konsistenzprüfung (Ausbreit- bzw. Verdichtungsmaß), Frischbeton- Temperaturmessung, Prüfung der Wassereindringtiefe, Prüfung der Biegezugfestigkeit, Rückprallhammerprüfung, Messung der Wasserabsonderung etc. (vgl. Asamer, 2008).

Die Herstellung, die Anwendung und die Eigenschaften des Betons sind in der DIN EN 206-1 bzw. in der DIN 1045 geregelt (vgl. <http://www.baunetzwissen.de>).

6.1.3. Betontransport

Der Betontransport erfolgt mit einer modernen Flotte von 500 LKW, die über Computer- Navigationssystem gesteuert werden. Gerade auch Häuslbauer schätzen die Vorteile des Transportbetons von Asamer & Hufnagl. Mit hoch entwickelten Betonpumpen wird der Beton aufgebracht (siehe Abb. 46:). Dabei erreichen sie Entfernungen bis zu 62 Metern.

Abb. 46: Baustelle mit Betonpumpen im Einsatz



Quelle: Asamer & Hufnagl, 2008

6.1.4. Erzeugung von Betonfertigteilen

Neben der Herstellung zahlreicher Betonsorten erzeugt Asamer Betonfertigteile, die ein Spezial- Segment in der Stahlbetonproduktion darstellen. Sie werden unter der Bezeichnung „Gmundner Fertigteile“, ein Gemeinschaftsunternehmen von Asamer & Hufnagl und der Stern & Hafferl Baugruppe, verkauft. Mit der Spezialisierung des Unternehmens auf die Serienproduktion von Stahl- und Polymer- Betonteilen werden beispielsweise Wetterschutzhäuser für Bahn- und Bushaltestellen oder Stationsbauten für Energieversorger und für Telekommunikationsbetriebe geplant, erzeugt und montiert. Zu den wichtigsten Produkten, wodurch die Gmundner Fertigteile berühmt geworden sind, zählt *Bodan*, das weltweit verkauft wird (siehe Abb. 47:). Bei diesem High-Tech-System handelt es sich um patentierte Fertigteile aus Polymer- Beton, die vor allem zur Gleiseindeckung im Bereich Schiene/ Straße bei Eisenbahnübergängen zum Einsatz kommen. (vgl. www.asamer.at).

Abb. 47: Bodan (Fertigteile aus Polymer- Beton)



Quelle: www.asamer.at, 07.03.10

7. Rekultivierungsmaßnahmen der Abbaustandorte (als Teil des Behördenverfahrens zur Inbetriebnahme einer Schottergrube)

7.1. Allgemeines zum Behördenverfahren

Bei der zuständigen Verwaltungsbehörde – die Bezirkshauptmannschaft – wurden von mir Auskünfte über die Behördenverfahren bei Inbetriebnahme einer Schottergrube eingeholt. Dabei habe ich folgende Informationen in Erfahrung bringen können:

Wenn eine Schottergrube errichtet werden soll, so ist eine Reihe von Vorbedingungen zu erfüllen.

(1) Zunächst muss eine privatrechtliche Absprache mit den Grundbesitzern und den Anrainern erfolgen. Wenn ihre Einwände zerstreut werden können, dann gestaltet sich das Behördenverfahren um einiges einfacher.

(2) Nach der Einigung mit den Grundbesitzern und Anrainern muss ein Antrag an die zuständige Verwaltungsbehörde gestellt werden. Im konkreten Fall ist dies die Bezirkshauptmannschaft. Das Ansuchen ist in Form eines „Antrages auf Genehmigung zur Errichtung und Inbetriebnahme einer Schotterabbaufläche“ zu stellen. Dabei ist das Vorhaben textlich und planmäßig darzustellen und zweckmäßigerweise durch Sachverständigengutachten zu ergänzen. Diese Gutachter sind jedoch „Privatgutachter“ (des Unternehmers) und auch ihre Unterlagen werden wie der Antrag insgesamt durch die Behördensachverständigen und den juristischen Verhandlungsleiter überprüft. Die Grundlage für die Genehmigung ist die Erfüllung der dafür vorgesehenen Gesetze und Verordnungen.

Berührt werden dabei unter anderem:

- Das Mineralrohstoffgesetz (inkl. Kiesabbauverordnung)
- das Wasserrechtsgesetz

- das Forstrechtsgesetz
- das Raumordnungsgesetz (inkl. Flächenwidmungsgesetz)
- das Emissionsgesetz
- das Natur- und Landschaftsschutzgesetz, ev. die Straßenverkehrsordnung und weitere Rechtsnormen.

(3) Nach dem Lokalaugenschein vor Ort erlässt die Behörde einen Bescheid, gegen dem Einspruch erhoben werden kann. Im Bescheid wird im Falle der Genehmigung oder Ablehnung alles festgelegt, was für den Betrieb relevant ist, also Vorschriften und Bedingungen, die einzuhalten sind.

Neben dem abschließenden Hinweis, welche Rechtsmittel (Einspruch) möglich sind, wird auch auf die Stilllegung und Rekultivierung eingegangen.

7.2. Rekultivierungsmaßnahmen

Nach erfolgtem Abbau und Stilllegung, aber auch während des Betriebes, werden verschiedenen Maßnahmen der Rekultivierung behördlich aufgetragen. Alle möglichen Bestimmungen bzw. Folgemaßnahmen im Zusammenhang mit der Beendigung des Abbaus sind in meinem Untersuchungsgebiet beispielhaft vertreten.

So ist die ehemalige Abbaufäche in Viecht und in Ehrenfeld wieder zu einer landwirtschaftlichen Nutzfläche geworden. Der Oberboden, welcher vor Beginn des Abbaus entfernt worden war, wurde für die landwirtschaftliche Nutzbarmachung wieder aufgetragen. Die Ränder der Grube sind in einem geeigneten Böschungswinkel begradigt und eingesät/ bepflanzt worden (nach Richtlinien auf der Grundlage des Naturschutzgesetzes).

Eine weitere seltene Möglichkeit ist die Errichtung einer Freizeitanlage, wie der Badensee in unmittelbarer Nachbarschaft zur Grube Regau. Es ist dies eine sogenannte „Erholungsfläche“ nach dem Raumordnungsgesetz.

Zuletzt, als Beispiel Ohlsdorf /Unternathal, ist aus der ehemaligen Kiesabbaufläche ein „Betriebsbaugebiet“ (nach dem Raumordnungsgesetz) geworden, wo nun andere Betriebe wie eine Reifendeponie der Firma Asamer & Hufnagl gegründet worden sind.

Außerdem initiierte Asamer bereits gemeinsam mit dem WWF Österreich mehrere Projekte zur besseren Nutzung von Kiesgruben, um die Artenvielfalt in Fauna und Flora nach der Renaturierung zu fördern (vgl. www.asamer.at).

Die eigentlichen Rekultivierungsmaßnahmen bzw. Vorschriften der Behörde können vielseitig sein, je nach der gegebenen Situation. Wie oben erwähnt, kann die weitere Land- oder forstwirtschaftliche Nutzung aufgetragen werden. Jedenfalls ist die Gestaltung neuer Böschungen vorgeschrieben. Häufig werden auch Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers vorgeschrieben, da sehr oft durch den vorangegangenen Abbau die Bodenoberfläche näher am Grundwasserspiegel zu liegen kam. Nach dem Wasserrechtsgesetz darf der Sedimentabbau einer Niederterrasse 3 Meter bis zum höchsten Grundwasserstand erfolgen.

Ein Hauptzweck der Rekultivierung ist die Rücksichtnahme auf den **Natur- und Landschaftsschutz**, was die Wiedererrichtung eines möglichst naturnahen Biotops miteinschließt. Das Biotop soll den angrenzenden Verhältnissen nahe kommen. In den vom Amt der oberösterreichischen Landesregierung 1998 herausgegebenen Richtlinien für die Entnahme von geogenen Rohstoffen heißt es: *„Es soll die Möglichkeit einer landschaftsräumlichen Entwicklung auf der Basis einer natürlichen Sukzession geschaffen werden. Die Oberflächengestaltung ist nach den möglichen Lebensraumtypen auszurichten.“* (Schindlbauer, 1998:14). Das soll heißen, dass z.B. die Bepflanzung einer Grube, wenn nicht durch natürlichen Anflug, nach den Zuständen an Pflanzengesellschaften, die sich an einem bestimmten Standort naturgemäß einstellen würden, zu erfolgen hat. Dasselbe gilt auch für die Förderung bestimmter Tiergesellschaften. Die Bepflanzung von Abbauflächen richtet sich nach den Standortansprüchen aus, die in Oberösterreich vielfältig sind (vgl. Schindlbauer, 1998).

Hier soll nun ein Beispiel für einige Pflanzenarten in Zusammenhang mit ihren allgemeinen Standortansprüchen gegeben werden, nach dem sich die Bepflanzung einer Schottergrube ausrichten könnte. Die Bepflanzungen tragen auch dazu bei, Hangrutschungen von Böschungen zu verhindern (siehe Abb. 48:).

Standort: karbonatreiche Kiesgrube (wie Ohlsdorf/ Hildprechting oder Viecht)

Boden: trockenes bis mäßig trockenes, nährstoff- und basenreiches feinmaterialhaltiges lockeres Karbonatmaterial (Kies, Geröll, Steine); oft anthropogene Rohböden wie z.B. Auftragsböschungen.

Gehölze: Feldahorn, Hartriegel, Hasel, Birke, Weißdorn, Kreuzdorn, Liguster, Heckenkirsche, Vogelkirsche, Schlehe, Wolliger Schneeball, Esche, Erle; an feuchteren Standorten mit Auenrohböden: mehrere Weidearten wie Purpurweide oder Schwarzweide.

Gräser und Kräuter: Schafgarbe, Wundklee, Aufrechte Trespe, Schwingel, Hornklee.

(vgl. Schindlbauer, 1998).

Abb. 48: Rekultivierte Bereiche (li) in der Kiesgrube Hildprechting



Quelle: Asamer, 2009

Ein interessantes Detail am Rande: Damit die Behörde sicher gehen kann, dass alle erwähnten Maßnahmen auch wirklich durchgeführt werden - nach der Stilllegung kann es vorkommen, dass keine zahlungskräftigen Betreiber mehr vorhanden sind - wird zu Beginn eine Kautions eingehoben. Mit diesem Geld könnte die Behörde im Bedarfsfall die Rekultivierung durchführen lassen.

8. Fachdidaktische Anregungen

Die fachdidaktischen Überlegungen zum Diplomarbeitsthema, die als Anregungen für den Biologieunterricht in der AHS Oberstufe verstanden werden sollen, beinhalten eigens gestaltete Arbeitsblätter. Aspekte aus der Gletscherkunde wie glaziale und glazifluvial gebildete Landschaftsformen sowie geomorphologische und rohstoffbezogene Inhalte des einst vergletscherten Traunseegebietes werden darin behandelt. Wie im Lehrplan gefordert, wurden das Traunseegebiet (Trauntal und Vorland) und dessen (letzte) Prägung in der Eiszeit als ein Beispiel für die Entstehung österreichischer Landschaften ausgewählt.

Arbeitsblatt 1:

Abb. 49: Der Traunsee im Trauntal (Blick vom Toten Gebirge in Richtung Norden)



Quelle: van Husen, 1998- Bild des hinteren Covers

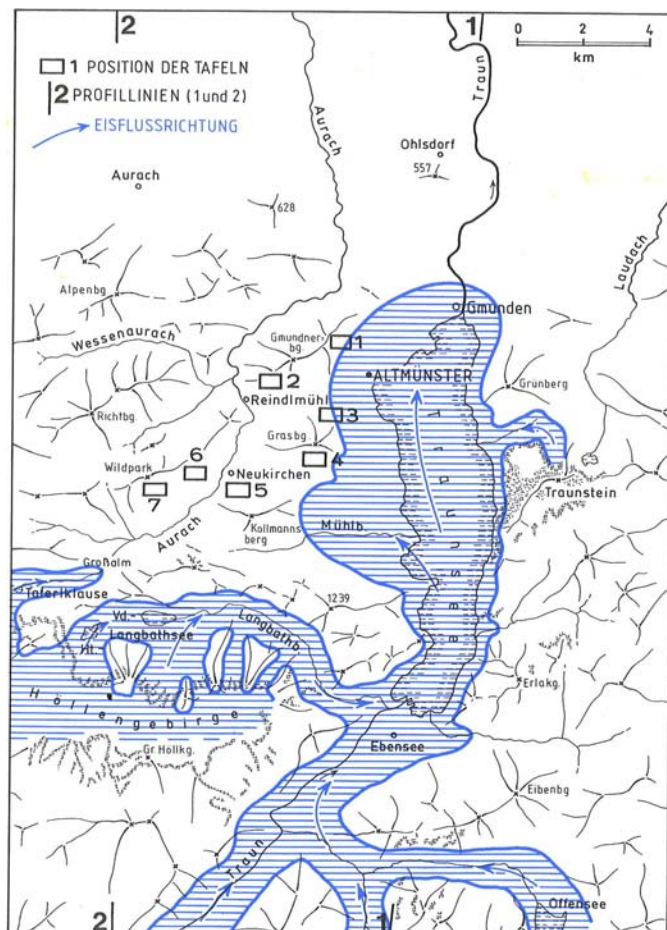
Arbeitsaufträge zur Abb.:

1) Schaut euch das Bild genau an. Hier sieht man den Traunsee am nördlich auslaufenden Ende des Trauntals vom Südosten betrachtet. Rundherum liegen Berge. Welche davon kennt ihr und zu welcher Landschaftszone (Flyschzone, nördliche Kalkalpen) gehören sie? Beschrifte sie auf der Abb.! Aus welchen Gesteinen setzen sich die Berge auf diesem Bild zusammen? Nimm dafür auch die geologische Karte von Gmunden zur Hand! Werden mineralogische Rohstoffe von Bergen unserer Region gewonnen? Wenn ja, welche? Welche Fabriken haben sich zur Gewinnung und Weiterverarbeitung dieser Rohstoffe angesiedelt?

2) Nördlich des Traunsees bzw. nördlich von Gmunden liegt das Alpenvorland, das sich unter anderem entlang der Traun bis nach Linz zieht. Auch hier werden geogene Rohstoffe, nämlich Kiese und Sande, abgebaut. Wie und wann, glaubt ihr, sind diese Sedimente in unser Vorland transportiert worden? Woher sind sie gekommen? Beschreibe das heutige Aussehen des in unserem Vorland vorzufindenden Landschaftsreliefs, in dem diese Rohstoffe vorkommen.

Arbeitsblatt 2:

Abb. 50: Die große Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Würm (li) (van Husen, 1998:19) und die Verzweigungen des Traungletschers (re unten) (vgl. Kohl, 1998)



Arbeitsaufträge:

Erinnere dich an das Traunsee-Panoramabild von letzter Stunde, das wir bearbeitet haben (oben rechts im Kleinformat). Die darauf gezeigte Traunsee- Landschaft bzw. das Trauntal ist noch vor 20 000 Jahren innerhalb der letzten mitteleuropäischen Eiszeit, der Würm- Eiszeit, vergletschert gewesen. Auf der linken Abb. sieht man die würmeiszeitliche Gletscherausdehnung (blau) bis leicht über den Nordrand des Traunsees, auf der rechten unteren Abb. die Verzweigungen des Traungletschers, dessen westlicher Traunseezweig sich seinen Weg vom Dachsteinmassiv ausgehend bis nördlich von Gmunden bahnte.

1) Beschreibe nun die mit den blauen Pfeilen in der linken Abb. gekennzeichneten Eisflussrichtungen: woher sind die Eisströme nach Ebensee gekommen? Welche Berge bzw. Gebirge waren in der Würm- Eiszeit rund um das Trauntal vereist? An

welche eisfreien Berge sind die Gletscherströme vorbeigeschürft und welche Gesteine dürften sie dadurch mittransportiert haben?

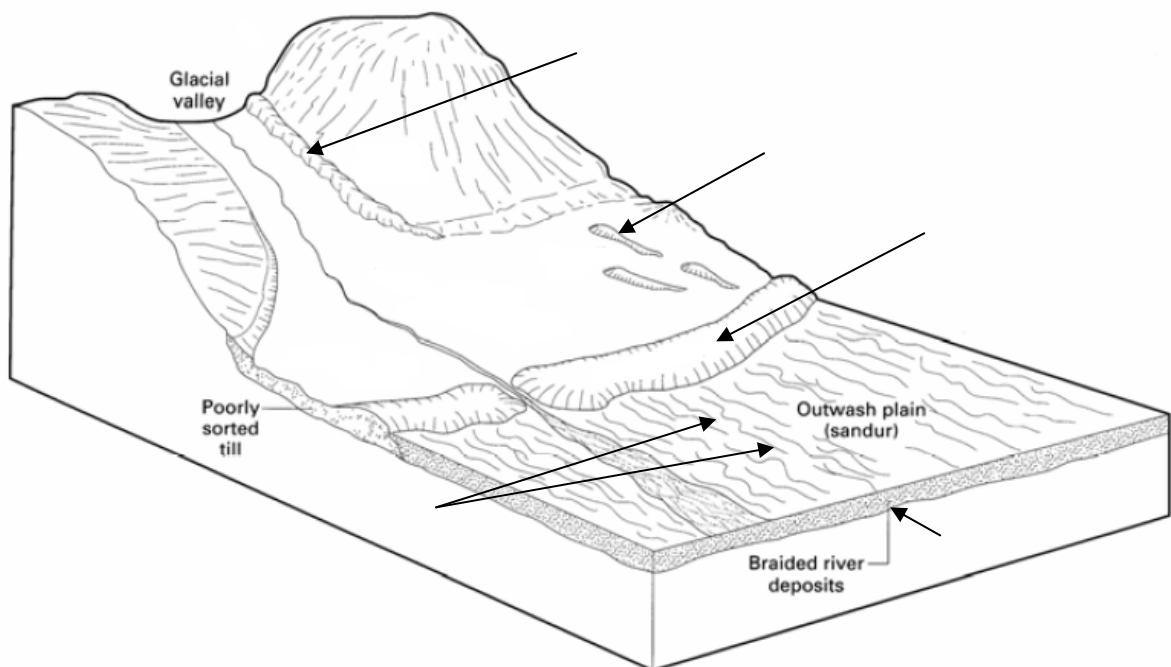
2) Wie hat der Gletscher durch seine schürfende (erodierende) Tätigkeit das Trauntal geprägt?

3) Welchen glazialen Formenschatz hat er nach seinem Rückzug im Tal (z.B. an seinen Rändern) und im Vorland (entlang der Traun) hinterlassen? (siehe auch Abbildungen)

4) Wie weit ging die Vergletscherung in den vorhergehenden Eiszeiten Mindel und Riss? Recherchiere in der Brochüre „Der Traunsee - eine Landschaft entsteht“ von Dr. van- Husen!

Arbeitsblatt 3:

Abb. 51: Glaziales Ablagerungssystem (glaziale Serie)



Quelle: vgl. Tucker, 1985

Arbeitsaufträge zur Abb.:

Am Ende seines Ausbreitungsgebietes (Gletscherzunge) hinterlässt der Gletscher verschiedene glaziale Formen im Tal und dessen Vorland. Beschrifte die Abbildung! Folgende glaziale Ablagerungen kommen in der Abb. vor:

- | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|
| (1) Endmoräne | (2) Drumlins | (3) Seitenmoräne |
| (4) Gletscherabflüsse | (5) Kies- und Sandterrassen | |

Wo könnte die Grundmoräne abgelagert worden sein? Wo könnte der Zungenbeckensee entstanden sein? Zeichne sie ein!

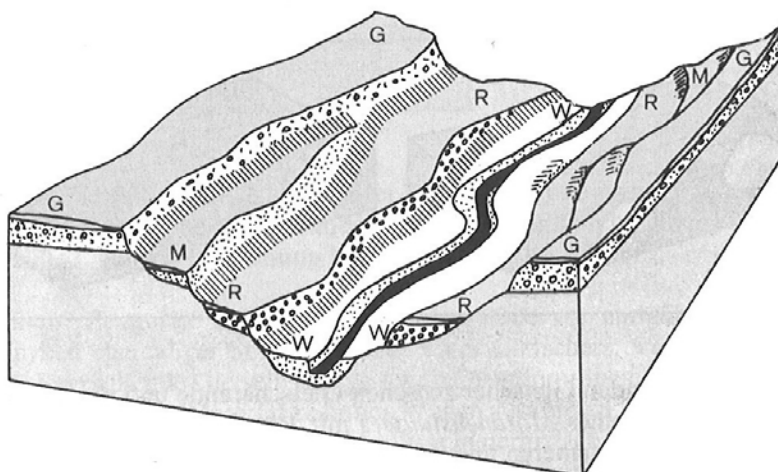
Wenn die Ablagerungs- und Erosionsformen vom Talinneren bis zum Vorland in folgender Abfolge vorkommen, spricht man auch von einer „glazialen Serie“:

Grundmoräne -

Die Kies- und Sandterrassen sind dabei in einem wilden aufgenetzten Flusssystem, auch genannt „.....“, ausgehend von den Endmoränen abgelagert worden.

Arbeitsblatt 4:

Abb. 52: Glazifluviale Terrassen des Alpenvorlandes



Quelle: Wilhelmy, 1992 (nach Rathjens, 1979)

Arbeitsauftrag für AHS Oberstufe zur Abb.:

Wie, glaubt ihr, sind diese „Schotterterrassen“ im Alpenvorland entstanden? In welcher Zeit sind sie gebildet worden und was könnten die Buchstaben G, M, R und W in der Abb. bedeuten? Wer hat diese Benennungen eingeführt? Wie erklärt ihr euch die unterschiedlichen Höhenniveaus der Terrassen in Bezug auf das Flussbett? Notiert zuerst eure Überlegungen und recherchiert anschließend in den aufliegenden Fachbüchern zur Quartärgeologie und im Internet.

(Dieses Arbeitsblatt könnte als Unterrichtseinstieg zum speziellen Themenbereich der *glaziofluvialen Entstehung von sedimentären Terrassenkörpern im Alpenvorland* verwendet werden.)

Arbeitsblatt 5 – „Exkursion in die Schottergrube Hildprechting“ (Teil 1):

Wir befinden uns nun in der Schottergrube Hildprechting bei Ohlsdorf. In dieser Grube werden Kiese und Sande unterschiedlicher Korngröße und Gesteinsart abgebaut.

Arbeitsaufträge:

1) In eurer Gruppe (zu dritt) sollt ihr nun 120 Stück Kiese von einer Stelle sammeln. Diese sollt ihr anschließend nach ähnlichen Korngrößen sortieren und die Korngrößenbereiche der Kiese nach DIN 4022 bestimmen. Tragt die Ergebnisse in folgender Tabelle ein:

Korngrößen:	Auszählung:	davon Konglomerate:
Grobkies		
Mittelkies		
Feinkies		

Abb. 53: Korngrößeneinteilung der Sedimente und Sedimentgesteine nach DIN 4022

Kies		2 bis 63 mm	Verfestigt:
	Grobkies	20 bis 63 mm	Konglomerat, Breccie
	Mittelkies	6,3 bis 20 mm	
	Feinkies	2 bis 6,3 mm	
Sand		0,06 bis 2 mm	Sandstein
	Grobsand	0,6 bis 2 mm	
	Mittelsand	0,2 bis 0,6 mm	
	Feinsand	0,06 bis 0,2 mm	
Schluff		0,002 bis 0,06 mm	Siltstein
	Grobschluff	0,02 bis 0,06 mm	
	Mittelschluff	0,006 bis 0,02 mm	
	Feinschluff	0,002 bis 0,006 mm	
Ton		< 0,002 mm	Tonstein

Quelle: vgl. Tucker, 1985

2) Wie unterscheiden sich die Kiese voneinander? (Farbe, Oberfläche,...)

Belastet die Kiese in der vorgenommenen Sortierung. Bestimmt nun die Kiese nach ihrer Gesteinsart. Nehmt dafür den Hammer und die zehnpromzentige Salzsäure zur Hilfe. Um herauszufinden, ob es sich um ein „weicheres“ oder „härteres“ Gestein handelt, könnt ihr es zu ritzen versuchen (Ritzprobe!). Tragt die Ergebnisse in folgender Tabelle ein:

Kgr. (mm)	Kalk hell	Kalk dunkel	Dolomit	Kalk- brekzie	Sand- stein	„Rest“: Hornstein, Gneis, Mergel
20-63						
6,3-20						
2-6,3						
Summe*						

*Summe der Kiese einer „Gesteinsart“

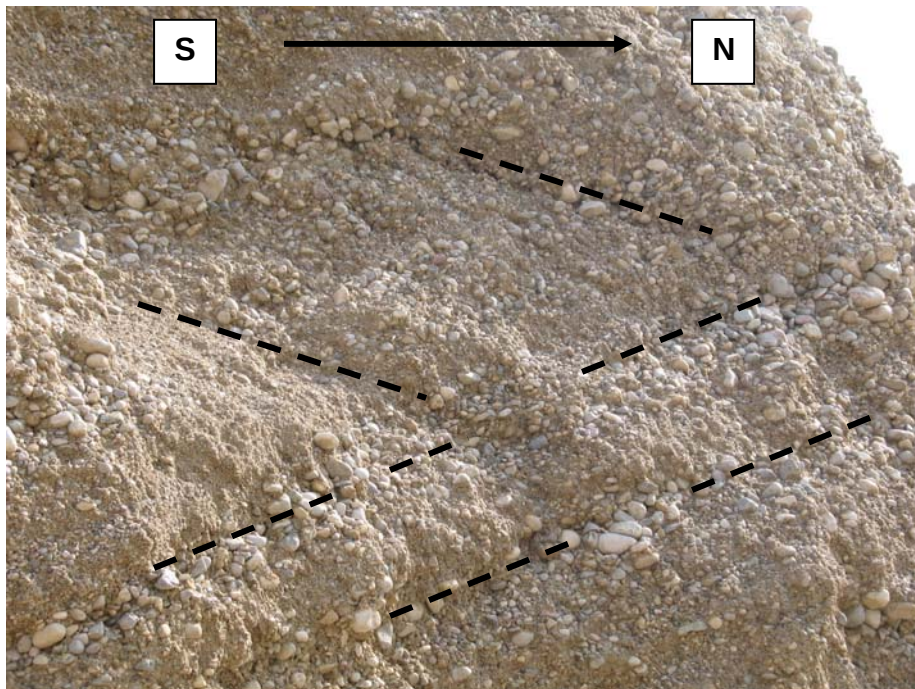
Welche Beobachtungen habt ihr bei eurer Untersuchung gemacht? Welche Korngrößen und welche Gesteinsarten dominieren in eurer Probe und welche sind unterrepräsentiert? Von welchen Bergen kommen diese Gesteinsarten? Warum finden sich unterschiedliche Korngrößen in einer Schottergrube?

Arbeitsblatt 6 – „Exkursion in die Schottergrube Hildprechting“ (Teil 2):

Die Sedimente einer Kiesterrasse werden von aufgenetzten Gletscherabflüssen ausgehend von den abgelagerten Endmoränen ins Vorland transportiert und abgelagert. Dabei entstehen unterschiedliche Schichtstrukturen, abhängig davon, wie ein Flussgerinne sein Flussmaterial in seinem Bett ablagert. Transportmenge und Fließgeschwindigkeit bestimmen die Art der Ablagerung.

1) Eine derartige Sedimentstruktur wäre die „Kreuzschichtung“ (siehe Abb.). „Kreuzschichtungen“ sind kreuzförmig gegenläufig liegende „Schrägschichtungen“. Beobachtet in eurer Gruppe, ob ihr in der Kiesgrube an Profilwänden solche Strukturen wiederfindet. Hält die beobachtete Struktur auch photographisch fest! Wie könnten solche Schichtungen im Fluss entstanden sein?

Abb. 54: Kreuzschichtung in einem Profil (eigene Aufnahme)



2) Die nächste Abbildung enthält diese und weitere Sedimentstrukturen. Finde folgende Strukturen in der Abbildung:

(1) Schrägschichtung

(2) Horizontalschichtung

(3) Rinnenfüllung

Abb. 55: Sedimentstrukturen in einer Wechsellagerung aus Kiesen und Sanden (eigene Aufnahme)



9. Abkürzungsverzeichnis

Kgr Korngröße

li links

re rechts

ÖN EN Österreichischer Norm, Europäischer Norm

ISO*englisch*: “International Organization for Standardization”
(*deutsch*: Internationale Organisation für Normung)

DIN Deutscher Industrienorm

10. Literaturverzeichnis

10.1. Bibliographie

Asamer & Hufnagl (2008): Betonsorten. Asamer & Hufnagl Kies- und Betonwerke GmbH. Ohlsdorf.

Asamer & Hufnagl (2010): Sand-Schotter-Kies. Asamer & Hufnagl Kies- und Betonwerke GmbH. Ohlsdorf.

Egger, H. (1996): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000. Kartenblatt Nr. 66 Gmunden. Geologische Bundesanstalt. Wien.

Egger, H. & **van Husen**, D. (2007): Erläuterungen zu Blatt 66 Gmunden (Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000). Geologische Bundesanstalt. Wien.

Faupl, P. (2003): Historische Geologie, Eine Einführung. 2. Auflage. Facultas UTB. Wien.

Husen van, D. (1987): Die Ostalpen in den Eiszeiten. Aus der geologischen Geschichte Österreichs. Geologische Bundesanstalt. Wien.

Husen van, D. (1987): Die Ostalpen und ihr Vorland in der letzten Eiszeit (Würm). Karte 1:500 000. Geologische Bundesanstalt. Wien.

Husen van, D., **Leitner**, L. (1998): Der Traunsee- Eine Landschaft entsteht. Marktgemeinde Altmünster. Altmünster.

Husen van, D. (2000): Geological processes during the Quaternary. Mitteilungen der Österr. geol. Ges., 92, 135-156.

IAG Institut für angewandte Geologie (Hrsg.) (2003): Skriptum aus: Übungen Geologie- Gesteinskunde. BOKU Wien.

Kohl, H. (1997): Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Abriss einer Quartärgeologie von Oberösterreich. in: Jahrbuch des öö. Musealvereines. Gesellschaft für Landeskunde. Band 142/1. Linz.

Kohl, H. (1998): Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Teil 2. Die eiszeitliche Vergletscherung in Oberösterreich. in: Jahrbuch des öö. Musealvereines. Gesellschaft für Landeskunde. Band 143/1. Linz.

Krenmayr, H. G. (Red./ Hrsg.) (2002): Rocky Austria, Eine bunte Erdgeschichte von Österreich. 2., verbesserte Auflage. Geologische Bundesanstalt. Wien.

Leeder, M. (1999): Sedimentology and Sedimentary Basins. From Turbulence to Tectonics. Blackwell. Oxford.

- Penck**, A. (1882): Die Vergletscherung der deutschen Alpen. Barth. Leipzig.
- Penck**, A., **Brückner**, E. (1909): Die Alpen im Eiszeitalter. Ch. Tauchnitz. Leipzig.
- Rathjens**, C. (1979): Die Formung der Erdoberfläche unter dem Einfluss des Menschen. Stuttgart.
- Schäfer**, A. (2005): Klastische Sedimente. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag. München.
- Schindlbauer**, G., **Türk**, H.-P. (1998): Richtlinien aus der Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes für die Entnahme von geogenen Rohstoffen. 2. Überarbeitung. Amt der oberösterreichischen Landesregierung/ Naturschutzabteilung. Linz.
- Schreiner**, A. (1992): Einführung in die Quartärgeologie. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart.
- Stadlober**, K. (2006a): Geologisch- petrographische Beschreibung, Kiesgewinnung „Ohlsdorf (Hildprechting)“. Gutachten für Asamer & Hufnagl Kies- u. Betonwerke GmbH. Technisches Büro für Montangeologie/ Angewandte Geowissenschaften. Leoben.
- Stadlober**, K. (2006b): Geologisch- petrographische Beschreibung, Kiesgewinnung „Viecht“. Gutachten für Asamer & Hufnagl Kies- u. Betonwerke GmbH. Technisches Büro für Montangeologie/ Angewandte Geowissenschaften. Leoben.
- Stadlober**, K. (2006c): Geologisch- petrographische Beschreibung, Kiesgewinnung „Regau“. Gutachten für Regauer Sand- und Kiesgewinnungsges.m.b.H & CoKG. Technisches Büro für Montangeologie/ Angewandte Geowissenschaften. Leoben.
- Stanley**, St. M. (1994): Historische Geologie. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg.
- Tucker**, M. E. (1985): Einführung in die Sedimentpetrologie. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.
- Wagreich**, Michael (2007): System Erde, Exogene Prozesse Sedimenttransport und Ablagerung. Elearning-Skript. Department für Geodynamik und Sedimentologie. Erdwissenschaftliches Zentrum. Universität Wien.
- Wilhelmy**, H. (1992): Geomorphologie in Stichworten. Band 3 Exogene Morphodynamik. 5. überarb. Auflage von Christine Embleton- Hamann und Hans Fischer. Borntraeger Verlag. Berlin Stuttgart.
- Wilhelmy**, H. (2002): Geomorphologie in Stichworten. Band 2 Exogene Morphodynamik. 6. überarb. Auflage von Berthold Bauer und Hans Fischer. Borntraeger Verlag. Berlin Stuttgart.

10.2. Literaturverzeichnis in elektronischer Form

- DORIS. Digitales oberösterreichisches Raum-Informationssystem:
<http://doris.ooe.gv.at>, 27.08.09
- http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11860/lp_neu_ahs_08.pdf, 12.10.09
- <http://www.geodsz.com/deu/d/Imbrikation> , 31.01.2010
- Homepage <http://www.asamer.at>, 06.03.10
- Homepage <http://www.asamer.at/beton.html>, 07.03.10
- http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Beton_Klassifizierung-der-Betonarten_150972.html, 07.03.10
- <http://www.baunetzwissen.de>, 07.03.10
- http://www.wup.at/wup/at/misc/schulung/betontechnologie/betontech_47_49.pdf, 07.03.10

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Landschaftsräume in Oberösterreich.....	3
Abb. 2: Standorte nördlich von Gmunden	5
Abb. 3: Glazifluviale Terrassen des Alpenvorlandes	6
Abb. 4: Aufbau eines Gletschers.....	14
Abb. 5: Der Traunsee im Trauntal (Blick vom Toten Gebirge in Richtung Norden; rechts der Traunstein, Stadt Gmunden am nördlichen Ende des Traunsees).....	16
Abb. 6: Grundmoräne	19
Abb. 7: Toteisloch in Gmunden (zwischen Gmundner Friedhof und Bräuhausberg)	20
Abb. 8: Die größte Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Mindel und Riss	22
Abb. 9: Die größte Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Würm.....	23
Abb. 10: Einzugsgebiet und Verzweigung des eiszeitlichen Traungletschers	27
Abb. 11: Endmoränen (gelb) und Schmelzwasserschüttungen (grün) des würmeiszeitlichen Traunseegletschers.....	28
Abb. 12: Geländestufen zwischen den Terrassenflächen im Alpenvorland.....	32
Abb. 13: Übergang Endmoränen zu den Schotterterrassen entlang der Ager: Endmoräne (1), Terrassenschüttung (2)	32
Abb. 14: Glaziale Ablagerungssysteme	34
Abb. 15: Einteilung von Flusstypen nach Rinnengeometrien	34
Abb. 16: Braided River.....	35
Abb. 17: Ausdehnungen und Höhenniveaus der eiszeitlichen Schotterterrassen	36
Abb. 18: Strömungsrippel	41
Abb. 19: Schrägschichtung in einer Wechsellagerung von Kiesen und Sanden	43
Abb. 20: Horizontalschichtung	44
Abb. 21: Kreuzschichtung in einem Profil	45
Abb. 22: Gradierte Schichtung	46
Abb. 23: Imbrikation bzw. „Dachziegellagerung“	46
Abb. 24: Rinnenfüllung	48
Abb. 25: Driftblöcke	49
Abb. 26: Korngrößeneinteilung der Sedimente und Sedimentgesteine nach DIN 4022	52
Abb. 27: Geographische Lage der Kiesgrube Hildprechting/ Ohlsdorf (roter Kreis)	53
Abb. 28: Abbaustandort Hildprechting/ Ohlsdorf (Trockenabbau).....	53
Abb. 29: „Traunsee- Marmor“ (Driftblock).....	54
Abb. 30: Probematerial aus 2 Fraktionsgrößen (li), Auszählung (re)	56
Abb. 31: Abbaustandort Hildprechting (Etagenabbau)	62
Abb. 32: Caterpillar.....	63
Abb. 33: Förderband	64
Abb. 34: Aufschüttungen (Gesteinskörnungen nach ÖN EN Siebgrößen).....	65
Abb. 35: Siebmaschine von vorne.....	66
Abb. 36: Siebmaschine (li) mit Sieb vorne und Durchfallspalt auf das nächste Sieb (re) ...	66

Abb. 37: extra deponierter „Überlauf“ (li) und Kiese des „Überlaufs“ vergrößert (re).....	67
Abb. 38: Waschanlage des „Natursandes“ (li) und gereinigter „Natursand“ (re).....	68
Abb. 39: Geographische Lage der Kiesgrube Viecht (roter Kreis)	69
Abb. 40: Abbaustandort Viecht (Trockenabbau).....	70
Abb. 41: Verfestigte sandige Lagen	71
Abb. 42: Kies- und Splittwerk Viecht.....	72
Abb. 43: Geographische Lage der Kiesgrube Regau (roter Kreis).....	73
Abb. 44: Abbaustandort Regau (Nassabbau) mit Buchberg (li)	74
Abb. 45: Autobahnbau mit mobilem Betonwerk (re) bei Wels/OÖ.	79
Abb. 46: Baustelle mit Betonpumpen im Einsatz	82
Abb. 47: Bodan (Fertigteile aus Polymer- Beton)	83
Abb. 48: Rekultivierte Bereiche (li) in der Kiesgrube Hildprechting	89
Abb. 49: Der Traunsee im Trauntal (Blick vom Toten Gebirge in Richtung Norden).....	91
Abb. 50: Die große Gletscherausdehnung rund um das Traunseebecken im Würm (li) (van Husen, 1998:19) und die Verzweigungen des Traungletschers (re unten) (vgl. Kohl, 1998)	92
Abb. 51: Glaziales Ablagerungssystem (glaziale Serie).....	94
Abb. 52: Glazifluviale Terrassen des Alpenvorlandes	95
Abb. 53: Korngrößeneinteilung der Sedimente und Sedimentgesteine nach DIN 4022.....	97
Abb. 54: Kreuzschichtung in einem Profil (eigene Aufnahme).....	99
Abb. 55: Sedimentstrukturen in einer Wechsellagerung aus Kiesen und Sanden (eigene Aufnahme).....	99

12. Anhang

12.1. Legende zur Abb. 2:

QUARTÄR BIS OBERSTES NEOGEN HOLOZÄN

	1 Anthropogene Ablagerungen	Deponie, Bergbauhalde, Aufschüttung i. Allg.
	2 Austufe, Flussablagerung und Wildbachschutt	Kies, Sand, Schluff und Auelehm
	3 Schotter der höheren Austufe und Äquivalente, oft mit Schluffüberlagerung	Kies, Sand, Schluff und Auelehm

SPÄTGLAZIAL BIS HOLOZÄN

	4 Moor, Anmoor	Torf, Schluff und Ton mit organischer Substanz
	5 Hangschutt, Schuttkegel	Schluffig-sandiger Kies, Steine
	6 Schwemmkegel, Murenkegel	Schluffig-sandiger Kies, Steine
	7 Bergsturzmasse, Blockwerk	Steine, Blöcke
	8 Rutschmasse	Schluff, Sand, Kies, Felsschollen
	9 Flugsand, Sandlöss in Dünenform	Sand, z.T. schluffig
	10 Flussablagerung	Kies, Sand
	11 Seeablagerung, Deltasediment	Meist Seaton, z.T. Sand und Kies

PLEISTOZÄN BIS OBERSTES NEOGEN

	Drumlin / Moränenwall	Schluff, Sand, Kies, z.T. Blöcke
---	-----------------------	----------------------------------

WÜRM

	12 Verwitterungslehm, Lehm überwiegend umgelagert; Würm und älter	Schluff, tonig z.T. mit Kies und Sand
	13 Gelifluktionsschutt, Blockgletscher-Ablagerung bei Grünau	Schluff, z.T. kiesig-sandig; Blockwerk
	14 Eisrandsediment, Kame	Kies, Sand, Bänderschluff
	15 Löss und Lösslehm aus verschiedenen Eiszeiten, an der Oberfläche vorwiegend Würm	Schluff, z.T. tonig
	16 Löss, Lehm, undifferenziert	
	17 Niederterrasse	Kies, Sand
	18 Grund- und Endmoräne (inkl. Rückzugsstadien)	Blöcke, Kies, Sand, Schluff unsortiert
	19 Vorstoßschotter, Fluviale Ablagerung	Kies, Sand, untergeordnet Schluff
	20 Seeablagerung	Ton, Schluff, feinsandig

RISS

	21 Eisrandsediment, Kame	Kies, Sand, Bänderschluff
	22 Hochterrasse, meist unter Löss/Lösslehm-Bedeckung	Kies, Sand
	23 Grund- und Endmoräne	Blöcke, Kies, Sand, Schluff unsortiert
	24 Vorstoßschotter	Kies, Sand, Konglomerat
	25 Fluviglaziale Sedimente (Konglomerat Wallersee)	Konglomerat

MINDEL/RISS INTERGLAZIAL

	26 Hangbrekzie	Brekzie, Konglomerat
---	----------------	----------------------

MINDEL

	27 Limnische Ablagerungen im Raum Schärding	Schluff, mit einzelnen Kieslagen
	28 Eisrandsediment, Kame	Kies, Sand, Bänderschluff
	29 Jüngerer Deckenschotter, meist unter Löss/Lösslehm-Bedeckung	Kies, Sand
	30 Grund- und Endmoräne	Steine, Kies, Sand, Schluff unsortiert
	31 Vorstoßschotter	Kies, Sand
	32 Weiße Nagelfluh	Konglomerat

GÜNZ

	33 Älterer Deckenschotter, meist unter Löss/Lösslehm-Bedeckung	Kies, Sand
	34 Grund- und Endmoräne	Blöcke, Kies, Sand, Schluff unsortiert
	35 Vorstoßschotter	Kies, Sand

12.2. Lebenslauf

Lebenslauf

E-Mail: m.trausinger@gmail.com

Martin Trausinger

Persönliche Daten

Geburtsdatum	28.12.82
Geburtsort	Gmunden
Staatsangehörigkeit	Österreich

Ausbildung

seit Oktober 2003	Lehramtsstudium in den Fächern Biologie und Umweltkunde & Psychologie und Philosophie an der Hauptuniversität (Wien, Österreich)
Oktober 2002 – Juni 2003	Studium der Soziologie an der Hauptuniversität (Wien, Österreich)
Oktober 2001 – September 2002	Zivildienst im LKH (Gmunden, Österreich), Einsatz in Patiententransport und Verwaltung
September 1993 – Juni 2001	Wirtschaftskundliches Real-Gymnasium HIB Schloss Traunsee (Gmunden, Österreich)
September 1989 – Juli 1993	Volksschule (Altmünster, Österreich)

Studienbegleitende berufliche Tätigkeiten

Februar 2009 – dato	<i>Evangelisches Gymnasium und Werkschulheim (Wien, Österreich)</i> Unterrichtstätigkeit im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde und Nachmittagsbetreuung
August – September 2009	<i>Land Oberösterreich (Gmunden, Österreich)</i> Praktikum in der Agrarbezirksbehörde Gmunden, Abt. Alm- und Landwirtschaft und Vermessungstechnik
September 2008	<i>Schülerhilfe (Gmunden, Österreich)</i> Nachhilfe in Englisch in Kleingruppen

Juli 2008	<i>Land Oberösterreich (Linz, Österreich)</i> Praktikum im Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen, EDV- Abteilung
September 2007	<i>Gmundner Milch (Molkerei Gmunden, Österreich)</i> Studienpraktikum im Labor des Unternehmens, mikrobiologische Untersuchungen von Milchprodukten
Juli 2007 – August 2007	<i>Gmundner Zement (Gmunden, Österreich)</i> Praktikum im Labor des Unternehmens, Untersuchung von Brenn- und Rohstoffen mittels analytischer Verfahren

Kurse & Seminare

WS. 2008 + SS. 2009	<i>Lehrgang „Berufsorientierung“</i> am Institut für Geographie und Regionalforschung bei Fr. Mag. Elisabeth Rathmanner für die Ausbildung zum Berufsorientierungskoordinator in Schulen und Bildungsinstitutionen (Uni Wien, Österreich)
SS. 2008	<i>Seminar „Kommunikation und Präsentation“</i> (Uni Wien, Österreich)

Weitere Qualifikationen

Sprachen	Englisch, fließend in Wort und Schrift Französisch, Grundkenntnisse
EDV	perfekte Anwenderkenntnisse, Grundkenntnisse in Programmiersprachen