

Geologie der Umgebung von Petronell und der Hainburger Berge

M.A. Götzing, Institut für Mineralogie und Kristallographie, Univ. Wien

Petronell – Carnuntum:

An der Donau im Bereich der Au befinden sich rezente Schotterfluren mit Sandbänken. Südlich der Bundesstraße (bis zum Schaffelhof und Schönabrunn) werden die gewellten Ebenen von Schottern der Günz-Terrasse (ca. 45m über der Donau) aufgebaut. Nördlich der Bundesstraße stehen Kalksandsteine und Tonmergel des Sarmat (Tertiär) an und bilden den freierodierten jungen Untergrund der eiszeitlichen Schotterfluren, der stellenweise steil nach Norden abfällt (Steilstufe im Gelände). Im Osten ragen die Mitteltrias-Stöcke der Hainburger Berge (Braunsberg, Pfaffen- und Hundsheimerberg) sowie des Spitzerberges heraus. Teichberg und Königswarte bei Wolfsthal bestehen aus Granit bis Granodiorit (kristalliner Sockel).

Die **Hainburger Berge** sind Teil des Tatrikums, welches von Tollmann dem Mittelpennin der Ostalpen gleichgestellt wird. Sie befinden sich demnach in einer tieferen tektonischen Position als der Kernbereich des anschließenden Leithagebirges, welches dem unterostalpinen Semmeringsystem angehört.

Am Aufbau der Hainburger Berge sind beteiligt: Altkristallin (Phyllite, Grünschiefer, Biotitschiefer) in welche im Unterkarbon ein Granit (bei Wolfsthal) intrudiert ist. Die darüber folgende permoskythische Sedimenthülle besteht aus Alpinem Verrucano, Quarzit ("Semmeringquarzit") und einer mitteltriadischen Kalk-/Dolomitfolge (Gutensteiner- und Steinalmkalk). Die höheren Teile der Trias-Schichtfolge scheinen primär zu fehlen. In der Slowakei folgt darüber ein grauer Breccienkalk des Lias (Ballensteinkalk = Borinka Kalk), der jüngst auch in den Hainburger Bergen in Karstspalten entdeckt worden ist.

Die leicht metamorphen Triaskarbonate der Hainburger Berge sind allseitig von miozänen Sedimenten (u.a. Leithakalk) ummantelt, aus welchen sie die gegenwärtige Erosion allmählich wieder Herausschält.

Bad Deutsch-Altenburg: Kalksteinbruch Pfaffenberg (ein Hinweis)

Die bituminösen Kalke und Dolomite führen trotz starker Rekrystallisation Fossilien (Crinoiden/Seelilien), wodurch sie in die Mitteltrias zu stellen sind. Im Lösungsrückstand der Karbonate sind Quarz, Illit, Chlorit, Paragonit und Pyrophyllit enthalten, wodurch eine anchizonale Überprägung angezeigt wird (etwa 350°C, 2kb).

Am **Pfaffenberg** erfolgt der Abbau von Kalken und Dolomiten für die Gewinnung von Blöcken für die Donauregulierung, sowie für Schotter und Splitte (Straßenbau). In den Karbonaten treten Calcitklüfte auf, die stellenweise auch Sinter enthalten. Die Calcite sind durch Bitumen gelblichbraun gefärbt und zeigen UV-Fluoreszenz. Die Bildungstemperaturen der Calcite werden mit $120 \pm 30^\circ\text{C}$ angenommen.

Braunsberg: Geologie und Siedlungsgeschichte

Der einzeln stehende Braunsberg (346m) wird von Mitteltrias-Karbonaten aufgebaut, die verkarstungsfähig sind (Braunsberg- und Rötelsteinhöhlen). Die strategische Lage des Berges ließ Menschen seit dem 2. Jtsd. v. Chr. darauf siedeln; 900-300 v. Chr. illyrische Siedlung, 1. Jhdt. v. Chr. keltische Wallburg, 6 n. Chr. durch die Römer zerstört; Ansiedlung der Bevölkerung an der Donau, Gründung Carnuntums an der Kreuzung mit der Bernsteinstraße.

Donauschotter bei Haslau, NÖ.:

Die Donau und ihre Zuflüsse vom Ursprung bis zur March, NÖ.

Die **Donau** ist mit 2850 km der zweitlängste Fluß (Strom) Europas (nach der Wolga). Sie entspringt mit den beiden Quellflüssen Breg und Brigach im östlichen Schwarzwald und mündet in einem ca. 5000 km² großen Delta ins Schwarze Meer.

In Passau mündet der dort mächtigere Inn in die Donau, die bei Engelhartzell in das österreichische Staatsgebiet einfließt und dieses östlich Hainburg wieder verläßt. Der Name Donau ist keltischen Ursprungs (indoeurop.: danu = Fluß; röm.: flumen Danubius).

Die **Donau** bzw. die Flüsse Brigach und Brege entspringen im Schwarzwald (Kristallin). Der Ursprungsbrunnen in Donaueschingen hat nur kulturelle Bedeutung. Vom Ursprung durch Ulm und bis Regensburg quert die Donau die Schwäbische und Fränkische Alb (Karbonatgesteine des Jura). Zwischen Regensburg und Passau schneidet die Donau das Kristallin des Bayrischen Waldes an. Von Passau durch Linz bis Krems wird die Böhmisches Masse an- bzw. durchgeschnitten (epigenetische Durchbrüche im Kristallin). Das Donautal von Krems bis Wien nach Hainburg wird von Sedimenttrögen gebildet (z.B. Tullner Feld, Wr. Becken). Diese enthalten schon abgetragenes Material (u.a. Molassezone) aus vielen geologischen Zonen.

Zuflüsse:

Nach der Vereinigung von Brigach und Brege gibt es folgende Zuflüsse:

v.S.: Iller, Günz und Mindel (Eiszeiten !) kommen aus dem Allgäu (Karbonate, Sandsteine);

Lech (Lechtaler Alpen/Nördliche Kalkalpen (NKA): Karbonatgesteine)

v.N.: Altmühl (Fränkische Alb: Jura-Karbonate);

Regen (Bayr. Wald: Kristallin)

v.S.: Isar mit Ammer (Nordtiroler Kalkalpen: Karbonate)

Inn mit Zuflüssen (Engadin/Rhätische Alpen: Kristallin; Inntal in Tirol:

Grenze NKA/Kristallin, Grauwackenzone: Phyllite; Molassezone)

und Salzach (Zentralalpen mit Schieferhülle: Kristallin; Grauwackenzone,

NKA, Flyschzone: Quarzsandsteine, Molassezone)

Traun (NKA, Flyschzone, Molassezone),

Enns (Grauwackenzone, NKA, Flyschzone, Molassezone),

Ybbs, Erlauf und Traisen (NKA, Flyschzone, Molassezone)

v.N.: Kamp (Böhmisches Masse: Kristallin mit Graniten, Pegmatiten und

Gneisen, Quarzite, Marmore, (Granat)Glimmerschiefer, Amphibolite,

Serpentinite; Ganggesteine

v.S.: Schwechat, Piesting und Schwarza (Kalk(vor)alpen, Wr. Becken)

v.N.: Thaya (Böhmisches Masse: Kristallin) + Morava (Kl. Karpaten: Kristallin)

ergeben die March (Sediementtrog Molassezone, Wr. Becken).

Der **Schotterinhalt eines Flusses** wird von den Gesteinen des Einzugs- und Durchflußgebietes bestimmt. Die Donau zwischen Wien und Hainburg führt daher Schotter, die aufgrund der wichtigsten Flüsse Inn und Salzach, Donau (mit Isar), weiters Traun,

Enns, Erlauf, Traisen und Schwechat von Süden und dem Kamp von Norden ein sehr heterogenes Spektrum darstellen.

Die **Schotterniveaus**, die mit denen der wichtigsten Zuflüsse vergleichbar sind, rechtfertigen die Annahme, daß der Verlauf der Donau seit jeher in etwa dem heutigen gleich. Epigenetische Durchbrüche (z.B. Strudengau, Wachau) lagen schon damals im Stromstrich gemäßigter Höhenlage. Die Hainburger Pforte mußte wohl stets neben der Brucker Pforte von der Donau benutzt worden sein (das bestätigen auch Donausandvorkommen in den hochliegenden Spalten und Karsthöhlen von Bad Deutsch-Altenburg).

Die älteste **Schotter-Terrasse im Wiener Raum** ist die Laaerberg-T. (Oberpliozän, Neogen/ Tertiär, ca. 4 Mio. J. alt), mit abnehmendem Alter folgen Wienerberg- (Günz) und Arsenal-T. (Mindel, beide Altpleistozän). Aus der Würm-Eiszeit (Jungpleistozän) stammen die älteren Anteile der heutigen Talböden, im Postglazial wurde/wird der jünste/recente Anteil ("Prater-T.") gebildet.

Neben **Vollschotterbänken** liegen heute vermehrt nur noch **Quarzrestschotter** vor, die durch Auslösen der Karbonat- und teilweise der Kristallin-Anteile übrig geblieben sind (Eindringen aggressiver Oberflächenwässer). Nur die hochgelegenen Vollschotterfunde erlauben eine Feststellung des Einzugsgebietes der (schon pliozänen) Donau. Durch Überflutungen wurden ältere Schotterfluren aber auch erodiert und umgelagert (über 9000 Jahre alte Bäume/Baumstämme finden sich neben 3000 bis 4000 Jahre alten in der ungegliederten "Prater-T.").

In Interglazial-Zeiten bildeten sich Verlehmungszonen und Rotböden, deren Pollenspektren auf die heutigen Umständen ähnliche Vegetation hinweisen. Der äolisch deponierte Löß, hauptsächlich der letzten Periode extremer Eisexpansion entstammend, nimmt große Flächen des Donaubereiches ein. Im Flachland des Marchfeldes sind hingegen weite Areale von Flugsanden überliefert. Die "Jüngeren Flugsande" (grau und kalkreich) der heutigen Talböden verschütteten dort hallstatt- und römische Kulturreste.

Verwendung der Schotter als Baurohstoff im Straßenbau und in der Zementindustrie bzw. im Betonbau (Qualitätskriterien: Zusammensetzung, Korngröße, Kornform – ideal kugelig, Stabilität)

Vorschläge für einfache Experimente an Fließgewässern (z.B. Donau):

Sortierung von "Kieselsteinen" und die Frage nach ihrer möglichen Herkunft. Die Donau kommt aus dem östlichen Schwarzwald, der Inn mit seinen Zuflüssen (Salzach) aus den Alpen, der Kamp aus der Böhmisches Masse, Enns, Erlauf und Traisen kommen aus der Grauwackenzone und aus den Kalkalpen. Dementsprechend kann überlegt werden, woher z.B. Kalke, Quarze, Schiefer, Gneise, Amphibolite und Serpentine herkommen.

M.A. Göttinger (11.8.03; erg. 13.8.04)

Korngrößenbenennung nach DIN 4022 bzw. 4188

Benennung:	DIN 4022	DIN 4188
	[in mm]	[mm, µm]
Steine/cobble	über 63mm	über 63mm
Kies/gravel	≤63mm	32mm
Grobkies	63 bis >20	16mm
Mittelkies	20 bis >6,3	8mm
Feinkies	6,3 bis >2	4mm
Sand/sand	≤2mm	≤2mm
		1mm
Grobsand	2 bis >0,63	500µm
Mittelsand	0,63 bis >0,2	250µm
Feinsand	0,2 bis >0,063	125µm
Schluff/silt	≤0,063mm	≤63µm
		32µm
Grobschluff	0,063 bis >0,02	16µm
Mittelschluff	0,02 bis >0,0063	8µm
Feinschluff	0,0063 bis >0,002	4µm
Ton/clay	<0,002mm	<2µm

Die DIN 4188 hat sich in vielen Anwendungsbereichen (z.B. in der Siebanalyse) durchgesetzt (wahrscheinlich wegen der praktischen Verdoppelung der Korngrößen).

Man findet in der Literatur drei Arten von Korngrößenabstufungen bzw. -bezeichnungen (von fein nach grob):

- 1.) Lutit (von lat. lutum = Schlamm)
 Arenit (von lat. arena = Sand)
 Rudit (von lat. rudus = grob, Geröll)
- 2.) Ton – Silt – Sand – Kies
- 3.) Pelit (von griech. pelos = Ton)
 Psammit (von griech. psammos = Sand)
 Psephit (von griech. psephos = Kiesel)

Gesteine erzählen ihre Geschichte:

Manche Gesteine zeigen uns einen Ablauf ihrer Entstehung.

Beispiele:

1) **Magmatische Gesteine** finden sich in der Donau in NÖ. selten, am ehesten sind Granite und Pegmatite (mit Turmalinkristallen) vertreten. Wie entstehen magmatische Gesteine? (Schmelze steigt auf, erstarrt, bildet Kristalle, Gesteine ... diese werden emporgehoben und/oder freierodiert und verwittern. Abtragung, Transport und letztlich Sedimentation liefern uns den Schotter). Die Transportweite zeigt uns den Rundungsgrad (eckig, kantengerundet bis kugelig, plattig).

2) **Sedimentäre Gesteine** liegen uns meist in Form von Karbonaten (Kalke, Dolomite) vor. Sie sind mit dem Stahlnagel ritzbar. Manche sind allerdings durch einen erhöhten Quarzgehalt härter (z.B. Kieselkalke und Hornsteinkalke des Jura) – das kann bis zum reinen Hornstein/Feuerstein/Flint führen (Farben rotbraun, hell- bis dunkelgrau). Manchmal sind diese Hornsteinlagen erhaben herausgewittert; der weichere Kalk tritt in der Form zurück. Diese Hornsteine waren in der (Jung)Steinzeit wertvolle Rohstoffe für die Herstellung von (Schneid)Werkzeugen (Klingen, Schaber etc.). Andere Karbonate sind (tektonisch) zerbrochen (Breccienbildung) und wurden nachträglich von (weißem) Calcit wieder ausgeheilt (Kluftbildung).

3) **Metamorphe Gesteine** zeigen oft eine Schieferung. Je nach Mineralinhalt variiert die Härte (z.B. weiche Phyllite und Schiefer, harte Gneise und Amphibolite). Längliche Schotterstücke werden im Sand- bzw. Schottergrubenbereich auch „Fische“ genannt; sie sind nicht beliebt, weil die Oberfläche zum Volumen groß ist (und man mehr Zement für ihre Benetzung braucht).

Die meisten **Quarze** im Donauschotter stammen aus den Alpen oder aus der Böhmisches Masse und sind metamorphogener Entstehung. Bergkristall-Bruchstücke sind selten, häufig kommen Gangquarz (magmatisch, aber auch metamorphogen) und Quarzit (meta-morpher Sandstein) vor. Grobkörnige Stücke gehören meist zu ersteren, feinkörnige meist zu letzteren.

Häufig sind auch helle **Gneise** (metamorphe Granite) zu finden, in denen man noch Glimmer, Quarz und Feldspäte erkennen kann.

Die meist dunkelgrünen **Amphibolite** waren ursprünglich oft basaltische Laven, die später metamorph überprägt wurden (Amphibolitfacies) und nun massig bis geschiefert vor uns liegen. In gröberkörnigen Stücken lassen sich die Hauptkomponenten Amphibol (grün bis dunkelgrün) und Plagioklas (weiß bis hellgraubraun) schon mit freiem Auge gut unterscheiden (\pm Granat).

Serpentinite sind oft massig, grün, feinkörnig und relativ weich (Härte etwa 4) – mit dem Stahlnagel ritzbar. Stellenweise enthalten sie (schwarze) Mineralkörnchen (Spinelle), die magnetisch sein können (Magnetit).

Gesteine im Donauschotter:

(Arbeitsblatt)

Versuch einer Zuordnung der aufgefundenen Gesteine nach Mineralgehalt (Silikate, Nichtsilikate/meist Karbonate), Textur (z.B. massig, geschiefert) und Farbe. Die Zuhilfenahme von Mineralien- und Gesteinsbüchern erleichtert das Vorhaben. Als einfache Hilfsmittel dienen ein Stahlnagel, eine Lupe (etwa 4x) und ein Magnet.

Magmatische Gesteine:

- Granite (Feldspat, Quarz, Glimmer)
- Pegmatite (mit Turmalin, Granat, ...)
- Diorite (dunkler als Granite)
- Ganggesteine, Porphyre
- Jaspis, Karneol (hydrothermale Bildungen)
-
-

Sedimentäre Gesteine:

- Breccien und Konglomerate
- Sandsteine: Quarzsandsteine
- Kalksandsteine
- Karbonatgesteine: (hellgrau bis schwarz)
- Kalksteine
- Dolomite
- Hornsteine/Feuersteine/Radiolarite
-
-

Metamorphe Gesteine:

- Gneise
- Granulite
- Migmatite-Anatexite
- Tonschiefer
- Grünschiefer (Epidot, Albit, Chlorit)
- (Glimmer)Schiefer (\pm Granat)
- Amphibolite und Eklogite
- Serpentinit
- Marmore
- Quarzite
-
-
-

Untersuchungen von Sanden mit Lupe und Binokular, Experimente

Der Feinanteil in den Flüssen wird länger in Schwebelage gehalten als der Grobanteil, wobei **Dichte und Kornform** eine große Rolle spielen. Plättchen bleiben länger in Suspension als Körnchen (gleicher Dichte).

Experimente: In eine (1 Liter) PET-Flasche (Weithals) wird eine Sandmischung (etwa 2cm und kleiner bis Tonfraktion) ca. 8 cm hoch eingefüllt. Dann wird Wasser bis zur $\frac{3}{4}$ -Füllung zugegeben, verschlossen und die Flasche geschüttelt. In der Absetzphase sinken die groben Stücke, dann der Sand und Feinsand ab. Die Tonfraktion bleibt vorerst in Schwebelage und setzt sich erst nach ca. 15 bis 20 Min. ab. Das überstehende Wasser ist nun fast klar. Dieser Versuch ist auch mit Gartenerde und anderen Sedimenten durchführbar; die Absenkung dauert bei hohem Tongehalt allerdings etwas länger.

Mit geeigneter Vergrößerung sind im Sand einige **häufige Minerale** schnell erkennbar: Glimmer (hell silbrig: Muskovit; hell- bis dunkelbraun: Biotit)
Quarz (oft häufigster Bestandteil, meist hellgrau, weiß bis farblos, hell rötlich)
Feldspat (meist weiß bis hell rötlich)

Interessant für die Rohstoffgewinnung sind jedoch **Schwerminerale** (Minerale mit Dichte über 3g/cm^3). Dazu gehören z.B. die Wertminerale Gold, Diamant, Magnetit, Zinnstein/Kassiterit, Zirkon, Granat u.a. Diese Lagerstätten werden auch als „Seifen“ bezeichnet (sekundäre Lagerstätten) und spielen weltweit eine große wirtschaftliche Rolle. Große Lagerstätten befinden sich in Brasilien, Indien, Australien.

M.A. Göttinger (13.8.04)

Kennzeichen häufiger Schwerminerale (Kurzform):

Magnetit: schwarze, opake, isometrische Körner, magnetisch

Hämatit: schwarze, in dünnen Splintern rötliche Plättchen, Tafeln

Ilmenit: dunkelbraune, opake Körner (nicht magnetisch)

Rutil: rötlichschwarze bis braune Körner, säulig, glänzend

Scheelit: farblose bis hellbraune, -orange Körner, Splitter, im UV leuchtend

Zirkon: rote bis braune Körner, gedrungen-säulig, spitzpyramidal

Olivin: flaschengrüne Körner, Splitter, oft trüb (Serpentinisierung)

Granat: hellrosa bis tiefrote Körner, oft Kristalle, isometrisch

Titanit: braune, selten grüne flache Tafeln, Körner, Spaltstücke

Epidot: hellgrünliche (pistaziengrüne) Körner und Stengel

Diopsid: hellgrün bis grüne Körner, Stengel, Splitter, Spaltrisse senkrecht zueinander

Amphibole: grüne bis dunkelgrüne, längliche Körner, Splitter, Spaltrisse unter etwa 120°

Biotit (Fe-reich): (gold)braune, selten grüne Plättchen, weich, biegsam

M.A. Göttinger (11/2001)

Quarz als häufigster Schotterbestandteil in der Donau unterhalb Wiens:

QUARZ: SiO₂, trigonal

Physik. Daten: Gemeiner Glanz (frisch glasglänzend, sonst fettglänzend); farblos, ferner alle Farben möglich; durchsichtig, durchscheinend und undurchsichtig; farbloser Strich.

Härte: 7 Dichte: 2,65

Spaltbarkeit: Keine; **muscheliger Bruch**.

Mineralogie: Sehr wichtiges Mineral (bildet etwa 12 % der gesteinsbildenden Mineralien im zugänglichen Teil der Erdkruste); Kristalle sehr mannigfaltig und trachtenreich (Prismen - oft quergestreift, Rhomboeder, Trapezoeder); "Rechts"- und "Links"-Kristalle; Zwillingbildungen nach dem Dauphineer-, Brasilianer- und Japaner-Gesetz.

Grobkristalline Varietäten:

Bergkristall (farblos-durchsichtig) von krystallos (griech.: Eis)

Rauchquarz (rauchbraun), "Morion" (dunkelbraun bis schwarz)

Amethyst (violett)

Citrin (gelb), auch durch Brennen von Amethyst

Rosenquarz (rosa)

"Blauquarz", Eisenkiesel (gelbbraun) und Prasem (grün) sind durch Einschlüsse von Fremdmineralen gefärbt.

Feinkristalline Varietäten:

Chalzedon (subparallele Verwachsung von faserig gewachsenen Quarzkriställchen

Achat (rhythmischer, feinschichtiger Aufbau aus dünnen Chalzedonlagen wechselnder Färbung)

Jaspis (undurchsichtiger, intensiv gefärbter Chalzedon)

Dichte Varietäten: **Hornstein, Feuerstein/Flint, Lydit** (Werkstoffe seit 500.000 Jahren)

Vorkommen: In magmatischen Gesteinen, als Gangquarz, Kluftquarz; sedimentär in Quarzsanden; und in metamorphen Gesteinen (Quarzite sind metamorphe Quarzsande).

Gemeiner Quarz als Gemeineteil in fast allen sauren und intermediären Gesteinen; Bergkristall, Rauchquarz usw. in alpinen Klüften; Amethyst in Hohlräumen von Vulkaniten und in Klüften von Graniten und Gneisen; Chalzedon in Blasenräumen von Vulkaniten; Hornstein/Feuerstein in Sedimenten.

Verwendung: reine Quarzsande für die Glasindustrie; Sand und Quarzsotter in der Bauindustrie; Schmucksteine;

(synthetische) Quarze als piezoelektrische Bauelemente in der Elektronik; Gewinnung von Si als Grundstoff der Halbleiterindustrie, Herstellung von SiC (Abrasive)

Experimente mit Quarz:

Mit der **Härte 7** (Mohs) ist der Quarz mit dem Stahlnagel (Stahlmesser) nicht mehr ritzbar (gibt grauen Strich des Eisens). Viele Gang- und Kluftquarze sind zumindest an Rändern und Kanten **durchscheinend**. Quarzite sind meist etwas mehr trüb.

Der **Bruch** (Unterlage, Hammer, Schutzbrille !) ist bei grobkörnigen Kristallaggregaten als muscheliger erkennbar (keine Spaltbarkeit !). Die Splitter sind scharf (Vorsicht !) und wurden deshalb in der Steinzeit als Messer und Klingen verwendet (Versuch: Papier schneiden; Unterlage !).

M.A. Götzing (24.9.04)