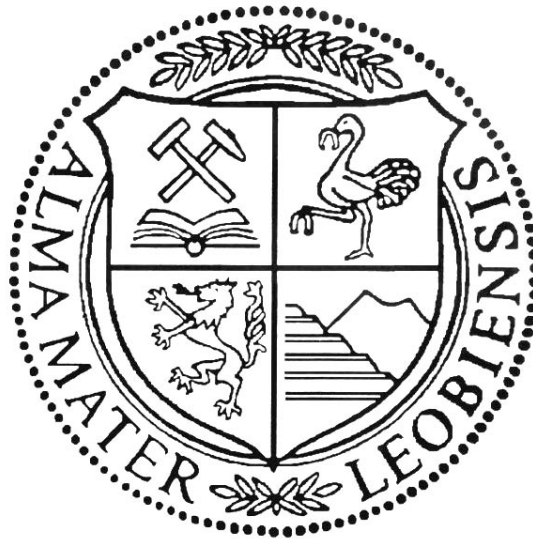


Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel



Magisterarbeit von

Bakk.techn. Barbara Frasl

Betreuer:

Ao.Univ.Prof.Dr.phil. Walter Prochaska

Die vorliegende Arbeit wurde am Department für Angewandte Geowissenschaften
am Institut für Geologie und Lagerstättenlehre durchgeführt.

Leoben, Oktober 2008

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

Affidavit

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Leoben, Oktober 2008

Zusammenfassung

Das nördliche Waldviertel gehört seit dem 14. Jahrhundert zur böhmischen Glashüttenlandschaft. Die ursprünglichen Wanderbetriebe folgten stets den Rohstoffen der Glasproduktion, Holz und Quarz. Das Holz diente zur Gewinnung von Pottasche, welche als Flußmittel eingesetzt wurde. Der Quarz wurde in Steinbrüchen oder in Form von Sanden in der Nähe der Glashütten gewonnen. Aufgrund von Unreinheiten in Quarz und Sanden bekam jenes Glas ohne Beigabe von weiteren Zusätzen oder Entfärbemitteln, wie Braunstein, einen meist grünlichen Farbstich. So geht der Name Waldglashütten zum einen auf die Lage in den Wälder, zum anderen auf die typische grünliche Färbung zurück.

Im Rahmen der Arbeit wurden einerseits Gläser aus verschiedenen Gebieten in der Region und verschiedenen Alters und andererseits Sande, welche als Rohstoffe für die Waldglasherstellung in Frage gekommen wären, untersucht. Das bearbeitete Gebiet gehört zum Südböhmischen Pluton (360 bis 350Ma) der Böhmischen Masse im Bereich des Eisgarn Pluton (Zweiglimmergranit) mit Resten von Sedimentbedeckung der Klikov- und Lipnice-Formation. Bei den Sanden wurden vier Probengruppen untersucht, Bachsedimente, fluviatile tertiäre Sande, Bodenproben und Verwitterungssande des Eisgarn Granits.

Im ersten Arbeitsschritt wurde mittels Nasssiebung in einem Rüttelsiebturm eine Korngrößenanalyse der Sande vorgenommen, unter der Verwendung der Siebe 2mm, 1mm, 500 μ m und 250 μ m. Anschließend sind die erhaltenen Fraktionen der Sande und die verschiedenen Gläser chemisch untersucht worden. Dafür wurde ein Säureaufschluss aus Perchlorsäure und Flusssäure hergestellt. Die weitere Analyse erfolgte durch eine Atomabsorptionsspektrometrie der Elemente K, Na, Mg, Ca, Fe und Al bei allen Proben und zusätzlich auf Co, Cu, Ni, Cr und Mn bei den Gläsern.

Weiters wurden repräsentativ Sedimentproben in Harz gehärtet, Dünnschliffe hergestellt und mittels Durchlichtmikroskopie mineralogisch untersucht.

Abstract

The northern Waldviertel (Forest Region) has been part of the bohemian region of glasshouses since 14th century. The original glass production always followed the raw materials, wood and quartz. The wood was burned to ash to provide potash as flux. Quartz was either gathered in stone quarries or sands pits close to the glasshouses.

Due to impurity of quartz and sands the glasses had a greenish colour, which was countered with the use of the decolourising powers of manganese. So the name forest glasshouses did not only origin from their placement in the woods, but their characteristic greenish glass.

Within this work different glasses from various ages and places in the described region were taken. Furthermore those sands were analysed which had potential as raw material in the glass production. The investigated region belongs to the Southbohemian Batholith (360 – 350Ma) in the Bohemian Massif. In detail it is part of the Eisgarn Pluton (two-mica bearing granite) with relicts of the sediment cover of the Klikov and Lipnice formation. The sands were classified in four groups river sediments, tertiary fluvial sands, earth samples and weathering samples of granites.

The first step was a sieve analysis of the sands carried out by wet sieving using the sieves 2mm, 1mm, 500 μ m and 250 μ m. Following chemical analysis of the different sand fractions and glasses. The samples were prepared with hydrofluoric acid and perchloric acid for the Atomic Absorption Analysis (AAS). Here the samples were tested for the concentration of the elements K, Na, Mg, Ca, Fe and Al. Additionally the glasses were tested for Co, Cu, Ni, Cr and Mn.

Furthermore thin sections of representative sediment samples were made to examine the microscopic texture and composition.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	7
2 Geographische Lage.....	8
2.1 Der Bezirk Gmünd	8
2.2 Geographie des nördlichen Waldviertels	9
2.3 Flusssysteme	10
2.4 Hochmoore	11
2.5 Wälder.....	11
3 Geologischer Überblick.....	12
3.1 Geologie der Böhmisches Masse	12
3.1.1 Moravikum	13
3.1.2 Moldanubikum.....	14
3.1.3 Südböhmischer Pluton	14
3.1.4 Sedimente der Böhmisches Masse	16
3.1.5 Tektonik und Geodynamisches Environment.....	16
3.1.5 Metamorphose	18
3.1.6 Sedimententwicklung der Böhmisches Masse.....	18
3.2 Regionale Geologie des untersuchten Gebietes.....	21
3.2.1 Südböhmischer Pluton	21
3.2.1.1 Weinsberg Granit	21
3.2.1.2 Rastenbergr Granodiorit.....	21
3.2.1.3 Feinkorngranite	22
3.2.1.4 Eisgarn Granit	22
3.2.1.5 Muskovitgranit.....	22
3.2.2 Tektonische Strukturen	25
3.2.3 Sedimente der östlichen Randzone der Südböhmischen Becken	25
4 Rohstoffpotential des nördlichen Waldviertels	27
4.1 Gangquarz	28
4.2 Quarzsande	28
4.3 Granite und Gneise.....	30

4.4 andere Rohstoffe	31
5 Waldglashütten	33
5.1 Historische Betrachtung des nördlichen Waldviertels	33
5.2 Entwicklung der Waldglashütten	34
5.3 Leben in der Glashütte	37
5.4 Arbeit in der Hütte	39
5.5 Historische Glashütten	40
5.6 Waldglasherstellung	45
5.6.1 Rohmaterialien der Waldglasherstellung	45
5.6.1.1 Quarz	45
5.6.1.2 Pottasche	45
5.6.1.3 Farben und Läuterungsmittel	46
5.6.2 Arbeitsschritte	46
6 Glas und wesentliche Rohstoffe für die Glaserzeugung	48
6.1 Grundlagen	48
6.2 Glasstrukturen	50
6.3 Eigenschaften	50
6.4 Glasrohstoffe	54
6.4.1 Quarz	54
6.4.2 Soda-Asche (natriumreiche Pflanzenasche)	54
6.4.3 Trona (mineralische Soda, $\text{Na}_3\text{HCO}_3\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	55
6.4.4 Kalk	55
6.4.5 Holzasche (kaliumreiche Pflanzenasche)	55
6.4.6 Bleioxid	56
6.4.7 Kochsalz	56
7 Beschreibungen der Proben	57
7.1 Sandproben	57
7.2 Bodenproben	60
7.3 Verwitterungsproben	63
7.4 Bachsedimentproben	69

7.5 Glasproben	70
7.6 Granit mit Quarz.....	73
7.7 Schlacke	73
8 Arbeitsmethoden.....	74
8.1 Probennahme	74
8.2 Korngrößenanalyse.....	74
8.3 Atomabsorptionsspektrometrie (AAS).....	75
8.4 Durchlichtmikroskopie.....	77
8.5 Bestimmung des TOC- und des Schwefelgehaltes	77
9 Auswertung	78
9.1 Korngrößenverteilung	78
9.1.1 Sandproben	78
9.1.2 Bodenproben	79
9.1.3 Bachsedimentproben	79
9.1.4 Verwitterungsproben.....	80
9.2 AAS Daten	81
9.2.1 Sand- und Gesteinsproben	81
9.2.2 Glasproben	85
9.3 Dünnschliffe	92
9.4 TOC- und des Schwefelgehaltes	111
10 Interpretation.....	112
Abbildungsverzeichnis	119
Tabellenverzeichnis	123
Anhang A: Probenliste	I
Anhang B: Korngrößenverteilung	V
Anhang C: AAS Daten	XV
Danksagung	

1 Einleitung

Im Herbst 2007 wurden im Bezirk Gmünd im nördlichen Waldviertel Proben von Sanden und Gläsern aus Waldglashüttenproduktionen genommen. Die Sande des Gebietes gehörten potentiell zu den historischen Rohstoffen für die dortige Glasproduktion, da längere Transportwege auszuschließen sind. Im Frühjahr 2008 wurden diese Sandproben zunächst mittels Nasssiebung gewaschen und in Fraktionen getrennt, welche anschließend gemeinsam mit den historischen Gläsern chemisch, mittels Flammenatomabsorption, analysiert wurden. Die Sandproben wurden weiters makroskopisch und mikroskopisch petrographisch beschrieben.

Die Aufgabenstellung umfasst die Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung der Sande und historischen Gläsern des beschriebenen Gebietes. Des Weiteren soll auch eine Aussage über das Rohstoffpotential der Sande im nördlichen Waldviertel für die heutige Glasindustrie getroffen werden.

2.2 Geographie des nördlichen Waldviertels

Das Waldviertel, welches den nordwestlichen Abschnitt (Abb.2) von Niederösterreich beschreibt, ist landschaftlich eine Hochfläche mit teilweise Mittelgebirgscharakter. Das Gebiet weist einerseits flache Senken und andererseits tief eingeschnittene Flussläufe auf, wie etwa entlang der Thaya, des Kamp oder der Krems. Das durchschnittliche Höhengniveau liegt zwischen knapp 500 und 800m. Diese Ebene wird aber durchwegs von einzelnen Bergen und Höhenzüge unterbrochen. Neben den ausgedehnten Waldgebieten sind auch die Wackelsteine und Granitrestlinge in ihrer typischen „Wollsackverwitterung“ landschaftsprägend (MATURA 2006, HAUER 1952).

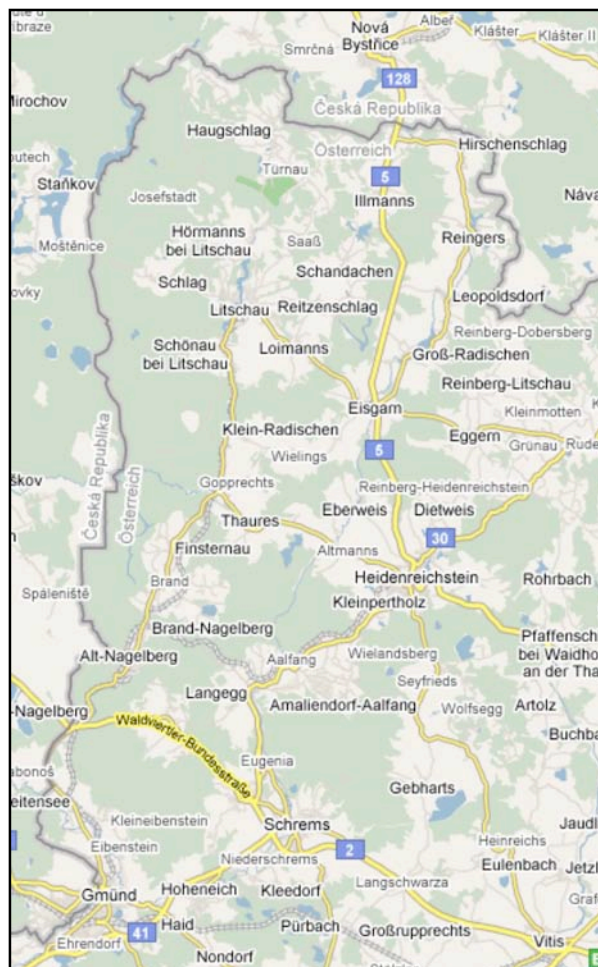


Abbildung 2: Übersichtskarte des beprobten Gebietes (GOOGLE MAPS 2008)

2.3 Flusssysteme

Die meisten Bäche (Romaubauch, Braunaubach, Reißbach) verlaufen N-S und entwässern zur Lainsitz, diese wiederum über Moldau und Elbe in die Nordsee. Der östliche Teil des Waldviertels hingegen liegt im Einzugsgebiet der Thaya, welche über die Donau ins Schwarze Meer entwässert. Somit ist im Waldviertel eine wichtige europäische Wasserscheide, die sogenannte Mitteleuropäische Hauptwasserscheide (Abb.3), zu finden. Zu den wesentlichen Flüssen gehören die Lainsitz, der Kamp, die Thaya, die Krems, die Pulkau und die Schmida. Die Lainsitz ist auch die Hauptwasserader des nordwestlichen Waldviertels und entspringt bei Karlstift am Eichelberg (1010m). Sie verläuft durch das österreichische Staatsgebiet mit einem generellen Gefälle von 11%, während die in sie mündenden Bäche ein sehr viel stärkeres Gefälle und tief eingeschnittene, klammartige Täler aufweisen. Die meist wenig Wasser führenden Zuflüsse können, obwohl sie unauffällig wirken, bei Schneeschmelze und ausreichend Niederschlägen verheerend Auswirkungen verursachen (HAUER 1952).

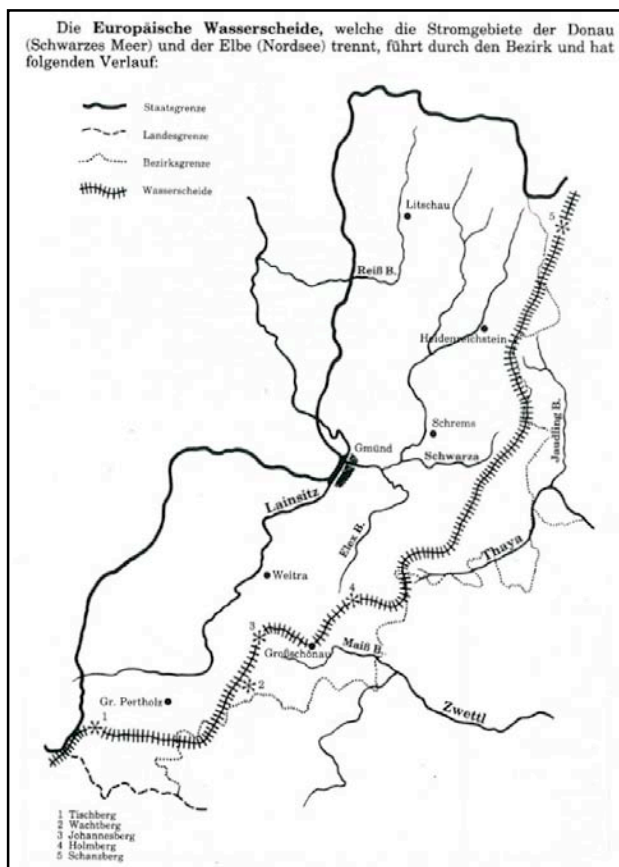


Abbildung 3: Verlauf der Mitteleuropäischen Wasserscheide im Bezirk Gmünd (PONGRATZ & TOMASCHEK 1986)

2.4 Hochmoore

Das Waldviertel ist das an Hochmooren¹ reichste Gebiet Österreichs. Hierfür sind mehrere Faktoren ausschlaggebend. Zum einen das kühle, niederschlagsreiche Klima, weiters der nährstoffarme Boden aus kristallinen Gestein und tertiären Sedimenten, aber auch die flachwellige Morphologie des Geländes mit den teilweise zu- und abflusslosen Mulden sind ideale Bedingungen für den Extremstandort Hochmoor. Die typische Vegetationen sind Torfmoosarten, Moosbeere, Rosmarinheide, Preiselbeere, Heidelbeere, Wollgras, Sonnentau und Latschen. Im Waldviertel sind zwei Typen von Hochmooren zu unterscheiden. Dem rauesten Klima werden die Bergkiefernhochmoore zugeordnet, welche ähnlich wie im alpinen Raum ausgebildet sind. Hierzu zählen Gebiete im Weinsberg Wald, im Freiwald und im Lainsitzer-Zwettler Hochland. In tieferliegenden Landschaften mit milderem Klima sind hingegen Kiefernwaldhochmoore verbreitet. Diese gehören zu den kontinentalen Waldhochmooren des polnischen und ostdeutschen Raumes. Lokal zählen dazu das Litschauer Ländchen (Rottalmoos), das obere Thaya-Hochland und die Gmünder Senke.

Mehrere Moore dienten der Torfgewinnung und wurden abgebaut, zur Gewinnung von Heiz-/Feuerungsmaterial, zur Torfmüllbereitung oder als Bädertorf. Als Lagerstätte wird ein Moor erst ab einer Mächtigkeit von 30cm betrachtet (DRAXLER 1977).

2.5 Wälder

Die ausgedehnten Wälder sind charakteristisch, und auch Namens gebend, für das Waldviertel. In Gmünd beträgt der Waldanteil mehr als die Hälfte der Gesamtfläche aus, 90% entfallen hierbei auf Fichtenforste. Die ursprüngliche Waldvegetation dürfte sich aus bodensauren Eichen-, Rotföhren-, Birken- und Mischwäldern, als auch aus wenigen Fichten und Zitterpappeln in Bereichen der Hügelstufe zusammengesetzt haben. Im Bereich der Bergstufe (über 550m) waren bodensaure Rotbuchen-, Tannen- und Fichtenwälder vertreten. An Standorten auf Fels und Sand herrschen, sofern bewaldet, Rotföhren vor und in Feuchtgebieten bevorzugt Birken, Schwarzerlen, ebenfalls Rotföhren, Fichten oder Spirken. Der Boden ist für andere Kulturen, außer Wälder und Moore nahezu unbrauchbar (PONGRATZ & TOMASCHEK, 1986).

¹ Ein Hochmoor ist im Gegensatz zu einem Niedermoor vom Grundwasserspiegel unabhängig und ist daher auf ausreichend Regenwasser angewiesen. Sie sind sehr nährstoffarm und sauer (pH 4).

3 Geologischer Überblick

3.1 Geologie der Böhmisches Masse

Das Kristallin der Böhmisches Masse gehört zum Variszikum Mitteleuropas (Abb.4). Dieses wirkte bei der alpidischen Orogenese wie ein „Prellbock“ und wurde von den alpinen Deckeneinheiten zum Teil überschoben, daher erstrecken sich unterirdisch Teile der Böhmisches Masse im Süden weit unter die Molassezone und die Alpen. Dieser Bereich weist ein unterirdisches Relief auf, welches durch eine seichte, in Mulden, Rinnen und Aufragungen gegliederte Struktur gekennzeichnet ist (EBNER 1997, MATURA 2006).

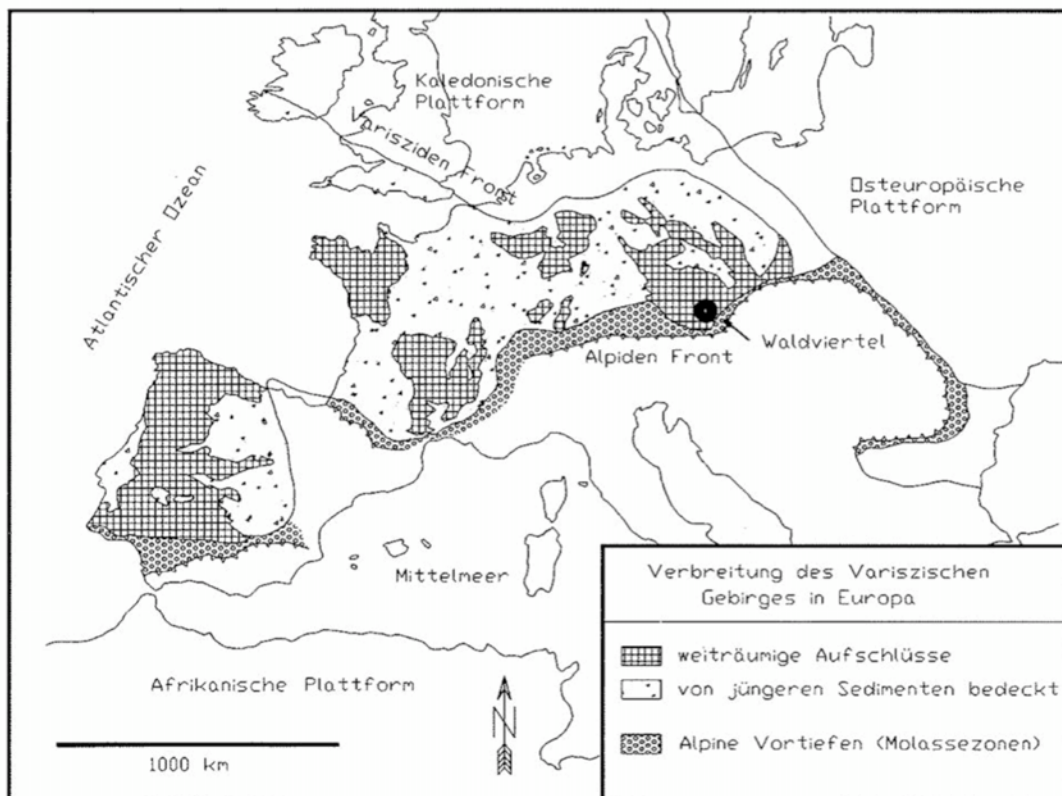


Abbildung 4: Überblick über die Verbreitung des Variszischen Gebirges in Europa (umgezeichnet und vereinfacht nach SCHÖNENBERG & NEUGEBAUER 1987)

Die Böhmisches Masse im Raum des nördlichen Waldviertels ist geprägt durch eine flache, asymmetrische Muldenstruktur zwischen dem Thaya-Pluton (O) und dem Südböhmischen-Pluton (W). Die Achse dieser Waldviertel-Mulde streicht NNE-SSW. Ein weiteres Merkmal ist die Verteilung der Gesteinsfolgen unterschiedlicher Metamorphoseüberprägung. Großteils werden tektonisch hohe Positionen im Muldenkern von mittelgradigen bis hochgradigen metamorphen Gesteinen

eingenommen, welche durch Hochdruckminerale gekennzeichnet sind und auf eine große Krustentiefe hinweisen. Gesteine aus tektonisch tieferen Positionen im Osten sind hingegen nur niedriggradig bis mittelgradig metamorph. Die drei großen Baueinheiten (Abb.5) sind das Moravikum, das Moldanubikum und der Südböhmische Pluton (MATURA 2006).

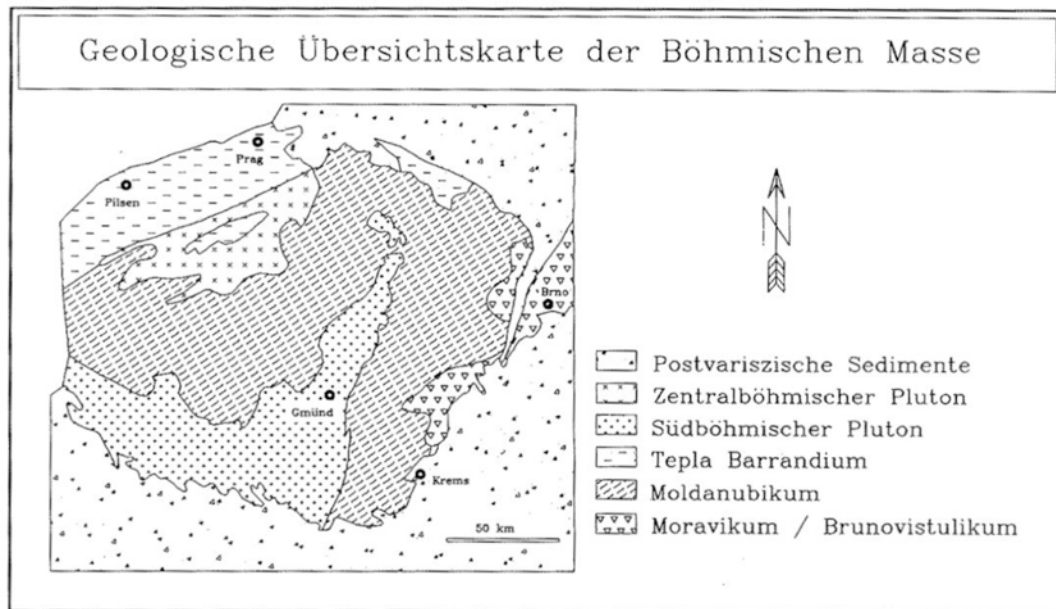


Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte (stark vereinfacht, STEININGER 1999)

3.1.1 Moravikum

Die moravische Zone (Abb.6) im Osten der Böhmisches Masse ist gekennzeichnet durch zwei Kuppeln. Im Norden die Svatka-Kuppel in Mähren und im Waldviertel die Thaya-Kuppel. Die Thaya-Kuppel wird aus dem Thaya-Pluton und Nebengestein gebildet und gegen Westen von zwei tektonischen Einheiten überlagert. Die **Pleißing-Einheit** und die darüberliegende **Bítes-Einheit**, mit ihrer typischen Augen-Tekture und Wechsellagerungen mit dunklen Amphiboliten (PETRAKAKIS & RICHTER 1999), kamen während der variszischen Gebirgsbildung in diese Lage. Der **Thaya-Pluton** hingegen ist bereits zur Zeit der cadomischen Orogenese (550-620 Ma) als Teil des Brunovistulikum (HÖCK 1999) entstanden und unterlief während der variszischen Orogenese außerdem nur eine schwache Metamorphose. Über die Hälfte des Plutons werden aus einem mittelkörnigen Meta-Granit oder Meta-Granodiorit (Hauptgranit) mit geringem Biotitgehalt gebildet. Neben dem Hauptgranit existieren der Typus Gumping (SW des Plutons, granodioritisch bis quarzmonzodioritisch, porphyrisch) und der Typus Passendorf (NW des Plutons, tonalitisches, feinkörnig bis mittelkörnig). Diese beiden Typen sind dunkler und älter als der Hauptgranit. Des Weiteren gibt es nördlich von

Eggenburg den Typus Gauderndorf (feinkörniger Granit bis Granodiorit). Wesentlich für den Pluton sind auch Aplit-, Pegmatit- und Granodioritgänge, sowie Gänge aus Amethysquarz. Heutzutage trennt die Diendorf-Störung (Blattverschiebung) den Thaya-Pluton vom Brno-Pluton (Brünner Pluton), welche vor dieser Blattverschiebung (nachunterpermisch) eine Einheit bildeten (MATURA 2006).

3.1.2 Moldanubikum

Das Moldanubikum (Abb.6) ist im Waldviertel durch die hochgradig metamorphen Gesteinskomplexen der **Gföhl-Einheit** (Gföhl-Gneis, Granulit, Ultrabasit und Basit), der **Raabs-Einheit** (verschiedene Amphibolit-Varietäten) und der **Ostrong-Einheit** („Monotone Serie“, Dobra Gneis, Mamore, Cordieritgneis und Cordieritmigmatit) vertreten. Wobei die Gföhl-Einheit die höchste tektonische Position darstellt und die Ostrong-Einheit die tiefste (Matura 2006). Die Amphibolite der Raabs-Einheit weisen Ophiolithnatur auf und markieren als wichtiger Horizont die Suture, an der der „Raabs-Ozean“ subduziert wurde (FUCHS 1998). Das unterschiedliche Einfallen von angrenzenden Moravikum und Moldanubikum stellt einen wichtigen Beleg für eine tektonische Grenze zwischen den beiden dar (PETRAKAKIS & RICHTER 1999).

3.1.3 Südböhmischer Pluton

Der Südböhmische Pluton ist hauptsächlich in die Gesteine des Moldanubikums eingedrungen und ein ausgedehnter Granitoidkomplex aus mehreren granitoiden Varietäten im Westen des Waldviertelkristallins. Die Entwicklung des Plutons hat vermutlich etwa vor 360 bis 350 Ma, während der variszischen Orogenese, begonnen und sich in mehrere Intrusionsgeneration über 40 bis 50 Ma erstreckt (MATURA 2006).

Es ist möglich grob vier in Generationsgruppen zu unterscheiden. Eine ältere, syn-orogene Gruppe mit deutlicher spätvariszischer Deformation, welche den Weinsberg Granit, den Rastenberg Granodiorit und einen Großteil der Diorite und Gabbros beinhaltet. Eine zweite, jüngere Gruppe granitoider Gesteine besteht aus spät- bis postorogenen, undeformierten Graniten, die während Dehnungs- und Heraushebungsphasen intrudierten. Zu diesen gehören feinkörnige Biotitgranite (Zweiglimmergranite), z.B. Mauthausener Granit, Schremser Granit, und der Eisgarn Granit. Die dritte Gruppe sind kleine Stöcke jüngerer Granite, welche innerhalb und randlich des Eisgarn Granites intrudierten. Diese sind teilweise hochfraktioniert und mineralisiert (z.B. Homolka Granit). In die letzte Gruppe fallen alle übrigen Magmatite, die in keine der oben genannten Gruppen gehören, wie etwa dunkle Ganggesteine

(Dioritporphyrite und Lamprophyre), Aplite und Pegmatite (KOLLER 1999).

Den **Weinsberg Granit**, im Süden des Plutons, kennzeichnen charakteristische, bis zu 10cm große, Kalifeldspäte. Weitere Bestandteile sind Plagioklas, Quarz und Biotit. Eine dunklere Abart wird als **Rastenberg Granodiorit** bezeichnet und befindet sich im östlichen Teil des Plutons. Neben den großen Kalifeldspäten enthält dieses Gestein einen höheren Anteil an Plagioklas, als auch zusätzlich Hornblende und teilweise Pyroxen. Im Nordwesten des Waldviertels ist der **Eisgarn Granit** vorzufinden, jener mittel- bis grobkörniger Zweiglimmergranit mit einem Intrusionsalter von 327 bis 330 Ma. Der Mineralbestand umfasst Alkalifeldspat (etwa 2cm groß), Quarz, wenig Oligoklas, Muskovit und Biotit in einem grobporphyrischen Gefüge. Akzessorisch können auch Rutil, Granat und Andalusit auftreten. Ein Merkmal des Eisgarn Granits sind seine jüngeren, stock- und gangförmigen Granitnachschiebe, auffällige Erzmineralisationen, zum Beispiel Biotitgranit (Molybdänit, Magnetit), Leukogranit, Albit- (Lithium-Muskovit-) Topas-Granit vom Typus „Homolka“ (Zinn, Niob, Tantal), oder auch verschiedene Greisenbildungen (MATURA 2006).

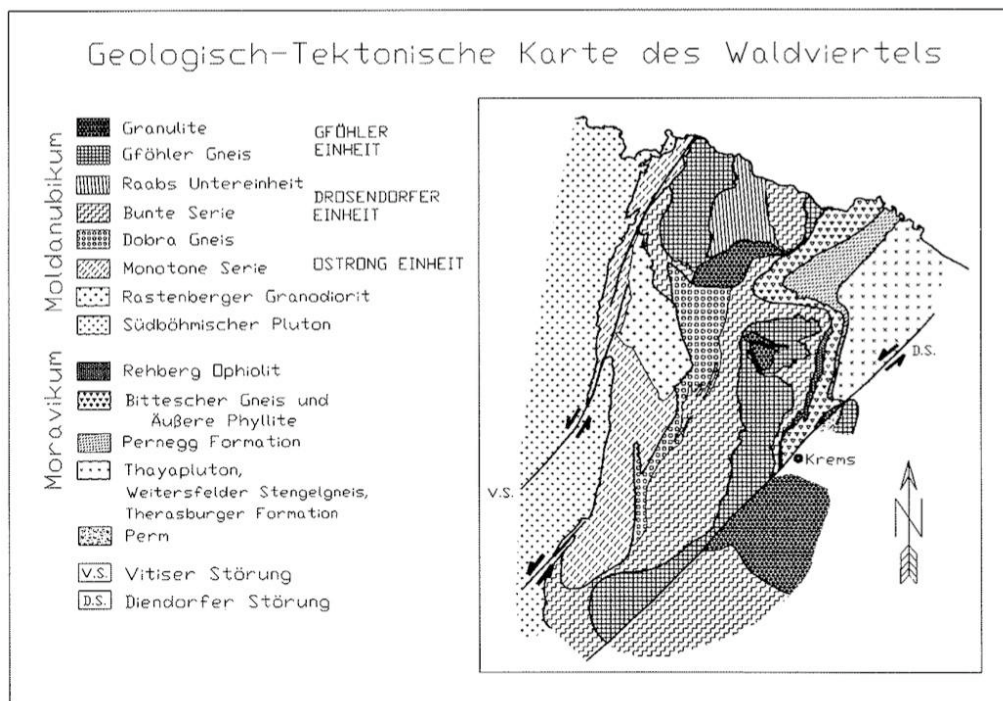


Abbildung 6: Geologisch-tektonische Skizze des Waldviertels mit Moldanubikum und Moravikum sowie der innermoldanubisch und innermoravischen Untergliederung (STEININGER 1999)

3.1.4 Sedimente der Böhmisches Masse

Unter die postvariszischen Ablagerungen fallen einerseits Festlandsbildungen, etwa Süßwasserablagerungen an Flüssen und Seen, und andererseits Meeresablagerungen im Süden und Osten des Küstenbereiches. Die terrestrischen Ablagerungen der Böhmisches Masse werden gebildet aus der Zöbing-Formation, der Kilkov-Formation, der St.-Marein-Freischling-Formation und der Sedimente von Lambach-Transdorf. Bei der **Zöbing-Formation** handelt es sich um den Rest einer jungpaläozoischen Sedimentdecke, deren Sedimentation vom Ober-Karbon bis zum Ober-Perm reichte und eine ursprüngliche Mächtigkeit von etwa 1km aufwies. Die limno-fluviatilen Ablagerungen der **Klikov-Formation**, auch „Gmünder Schichten“ genannt, entstanden nach der tektonischen Absenkung in den Becken von Třeboň (dt. Wittingau) und České Budějovice (dt. Budweis) während der Ober-Kreide. In Süßwasserseen wurden bunte Tone, Grobsande, Feinkonglomerate und Arkosen abgelagert. Zur **St.-Marein-Freischling-Formation** zählen Grobsand, Kies und Schluff aus alten, Richtung Süden entwässernden, Flusssystemen. Die **Sedimente von Lambach-Transdorf** werden der Urdonau zugerechnet, welche in ein Meeresbecken mündete (MATURA 2006).

3.1.5 Tektonik und Geodynamisches Environment

Zu den ältesten Einheiten des kristallinen Grundgebirges des Waldviertels zählen der Dobra-Gneis und der Bites-Gneis deren Ausgangsgesteine aus dem jüngeren Proterozoikum stammen. In weiterer Folge wurden diese geprägt durch die **cadomische Orogenese** (vor etwa 600Ma) mit Metamorphoseüberprägung und Intrusion des **Thaya-Plutons**. Im Devon begann die Frühphase der **variszischen Orogenese**, vor etwa 380 Ma, welche durch Absenkungen in Tiefen bis zu 50km und progressiver Metamorphose gekennzeichnet ist. Die Magmabildung des Südböhmischen Plutons setzte etwa vor 350 Ma ein (frühes Karbon). Den Höhepunkt der variszischen Orogenese bildet dann eine nordwärts gerichtete Deckenstapelung. Hierbei verschweißten die Einheiten des Moldanubikums miteinander und werden auf das Moravikum aufgeschoben. Hier ist zu erwähnen, dass vor allem in Bezug auf den intermoldanubischen Deckenbau eine Mehrphasigkeit angenommen wird, deren ältester Bau mit kaledonischen („kaledonisches Ereignis“) oder altvariszischen Alter in Diskussion steht (FUCHS 1986). Das Moravikum wird im Zuge der Überschiebung in Teildecken zerlegt und durch das hochtemperierte Moldanubikum metamorph beeinflusst (MATURA 2006). Bei dieser Überschiebung dürfte es sich um eine intrakontinentale Diskontinuitätsfläche handeln, da es keinen Hinweis auf eine

ozeanische Kruste gibt, welche Moldanubikum vom Moravikum trennte (FUCHS 1991). Neben der nordgerichteten Bewegung wirkte auch eine E-W-gerichtete Kompression, welche sich in Faltungen entlang N-S-Achsen äußert. Anschließend kam es zur **Hebung und Abtragung**. Metamorphoseprägungen in der moldanubischen Kruste weisen auf Drücke hin, die einer Versenkung von 30 bis 50km entsprechen. Daraus lässt sich eine geschätzte Krustendicke der variszischen Orogens von etwa 50 bis 70km ableiten, welches einer Heraushebung des Orogens von etwa 5000 bis 7000m über Meeresspiegel entsprechen würde, da Hochgebirge im direkten Zusammenhang mit Kurstenverdickung stehen. Hierbei würde es sich dann um einen Hochgebirgscharakter handeln, ähnlich des Himalaya, mit ausgeprägten Oberflächenrelief und starken Abtragungsraten (HÖCK 1999). Markante Marker dieser Erosion sind Granulitgerölle im variszischen Flysch Mährens, deren Ablagerung etwa vor 340 Ma stattfand.

In spätere Folge, vor etwa 330-310 Ma, intrudiert der **Südböhmische Pluton**, dessen heterogener Aufbau auf mehrere Intrusionsphasen hinweist. Im unteren Perm werden (postvariszische) Störungssysteme aktiv (MATURA 2006). In der Böhmischen Masse herrschen zwei Richtungen von Störungssystemen vor. Die eine verläuft NW-SE ausgerichtet, die zweite NE-SW. Beide Richtungen sind postorogen im Beziehung zur variszischen Orogenese angelegt. Hierbei hat vermutlich ein aus den Süden kommender Krustenblock eine Blattverschiebung ausgelöst, dessen rechtssinnige Relativbewegung sich in der NW-SE gerichteten Störungen und die linkssinnige in den NE-SW Störungen ausdrückt. Das Waldviertel wird von dem NE-SW Störungen dominiert (Abb.7), von denen die Vitis-Störung und die Diendorf-Störung die bedeutendsten sind. Störungen der NW-SE Ausrichtung sind nur örtlich von Bedeutung (MATURA 2006). Zahlreich sind auch NE-SW orientierte, langgestreckte Becken als Ausdruck von Dehnungsstrukturen, in denen Abtragungsprodukte des Variszischen Gebirges gesammelt wurden. Im Mesozoikum war der größte Teil des ehemaligen Hochgebirges erodiert und eingeebnet, so wurde die Böhmische Masse im Jura erst randlich und in der Kreide mehrheitlich von einem Flachmeer bedeckt. Erst im Tertiär tauchte die Böhmische Masse aus dem Meer wieder auf. Es kam zu einer erneuten Hebung der alten variszischen Kruste als Reaktion eines N- bis NW-gerichteten Druckes im Zusammenhang mit der alpidischen Gebirgsbildung (HÖCK 1999).

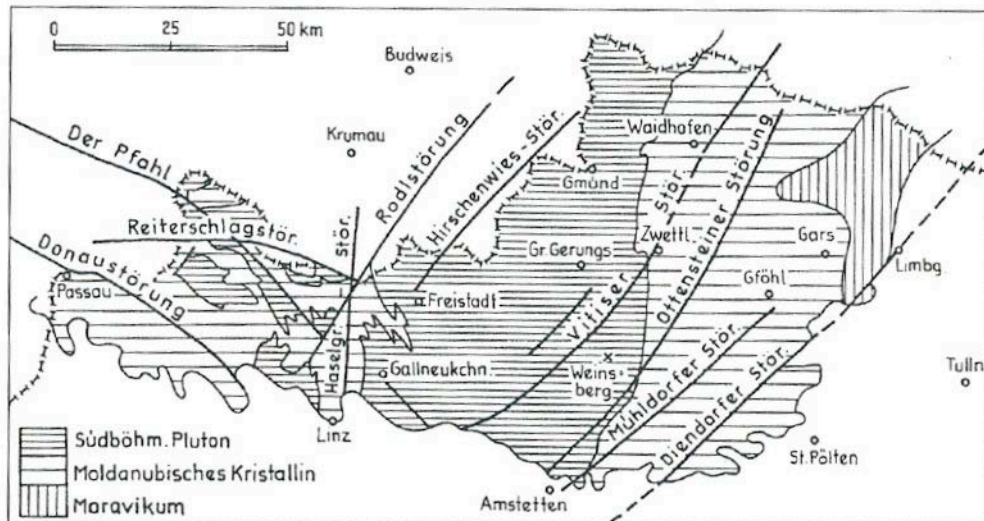


Abbildung 7: Die spätvariszischen Schersysteme im Mühl- und Waldviertel (TOLLMANN 1985)

3.1.5 Metamorphose

Die Metamorphoseprägung der Böhmisches Masse ist sehr stark durch die variszische Orogenese geprägt. Bei den Metamorphosezonen ist aber zu beachten, dass jene zum einen bestimmte tektonische Einheiten charakterisieren, zum anderen aber den Innenbau tektonischer Einheiten oder ganze Bewegungszonen kreuzen. Ein markantes Merkmal der Böhmisches Masse ist ihre verkehrte Abfolge der Metamorphosezonen. Im tektonisch tiefsten Stockwerk, im Südosten, erreicht die variszische Metamorphose nur geringe Intensität, sodass örtlich Relikte einer älteren, vermutlich cadomischen, Metamorphose anzutreffen sind. In den tektonisch höheren Einheiten, im Nordwesten, finden sich hingegen immer höhere Metamorphosegrade. Häufig sind auch deutliche Sprünge in der Metamorphoseintensität zu finden, vorallem an der Grenze zwischen Raabs-Einheit / Gföhl-Einheit (Moldanubikum) und der Bítes-Einheit (Moravikum) (MATURA 2006). Generell hat die variszische Regionalmetamorphose vielfach eine Mineralverjüngung bewirkt ohne neue Minerale entstehen zu lassen, wobei häufig ein variszisches Bildungsalter vorgetäuscht wird und vielfach Hinweise auf kaledonisches Alter der moldanubischen Zone gegeben sind (FUCHS 1991, FUCHS 1986).

3.1.6 Sedimententwicklung der Böhmisches Masse

Die Reste einer großflächigen Sedimentbedeckung der Böhmisches Masse sind die jungpaläozoischen Sedimente der Zöbing-Formation (Oberes Karbon bis Perm). Die Hauptmasse dieser Sedimente besteht aus Sandsteinen und Arkosen mit einer

ursprünglichen Mächtigkeit der Sedimentfolgen von 1000m (Vasicek & Steininger 1999). Im folgenden Mesozoikum handelt es sich vor allem im Jura und der Kreide um Sediment mariner Ablagerungsräume. Der Raum Gmünd (Gmünder Schichten), das Budweiser Becken und das Wittingauer Becken sind geprägt durch Sediment der Klikov Formation abgelagert in Süßwasserseen in der Oberkreide. Aufgrund dieser unterschiedlichen Ablagerung im

Raum Waldviertel steht fest, das jenes vom Mesozoikum bis älteres Tertiär größtenteils Festland war (STEININGER & ROETZEL 1999a). Im älteren Tertiär (Paläozän, Eozän, Oligozän) war die Böhmisches Masse wieder landfest und somit der Verwitterung, Abtragung und Landformung wieder unterlegen. Während der globalen Wärmephase des Eozäns kommt es in der Böhmisches Masse zu tropischen Klimabedingungen, welche zu tropischen, lateritischen Verwitterungen führen. Typisch hierfür sind Roterdeböden, silikatische Verwitterungsdecken und ein morphologischer

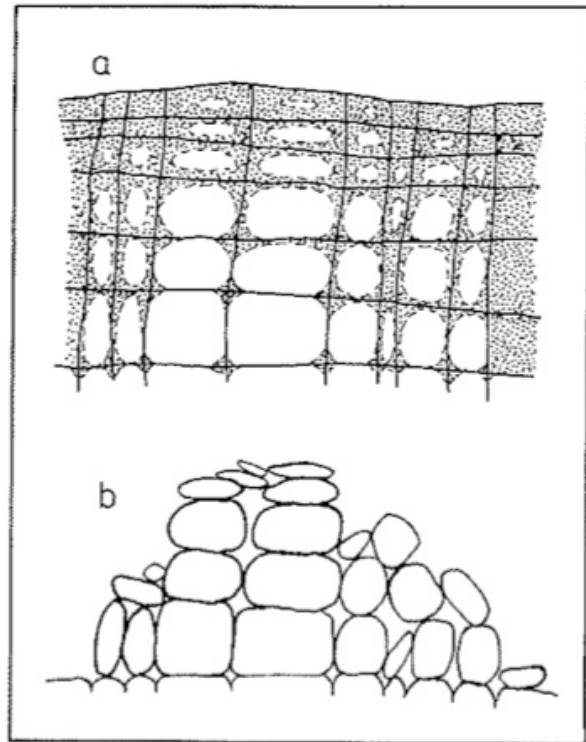


Abbildung 8: Entstehung von Wollsackblöcken, Blockpackungen und Felsburgen (LINTON 1955), a) erstes Stadium: Granitvergrusung, b) späteres Stadium: Exhumierung

Verwitterungsformenschatz, welcher als Blockmeere oder Blockheiden² bekannt sind. Mit dem Oligozän beginnt eine Klimaverschlechterung³ die zum Aufbau polarer Eiskappen führt. Bei den Sedimenten des Oligozäns handelt es im Waldviertel um küstennahe Ablagerungen (ROETZEL & STEININGER 1999). Im jüngeren Tertiär (Miozän und Pliozän) kam es aufgrund positiver Klimaschwankungen und globalen Meeresspiegelanstieg (nach Regression im Oligozän) im Bereich der südlichen Böhmisches Masse zu Meeresüberflutungen. Durch diese Transgression werden mächtige Sedimentdecken aufgearbeitet und Landschaftenformen exhumiert, z.B. durch frühere Verwitterung entstandene Blockfelder (Abb.8). Alte Reliefe wurden

² typisch hier die „Wollsackformen“ der Granite als Verwitterungsform

³ Die Wende Eozän / Oligozän markiert auch die Wende von einem globalen „Greenhouse“ Klimasystem zu einem „Icehouse“ Klimasystem.

teilweise eingeebnet oder mit marinen Ablagerungen wiederaufgefüllt (STEININGER & ROETZEL 1999b). Im Pleistozän kommt es in einigen Gebieten zur Bildung von Terrassenlandschaften, z.B. entlang der Lainsitz, in vegetationsarmen Bereichen zur Bildung äolischer Dünenablagerung durch starke Windeinwirkung während der kaltzeitlichen Phasen und zur Entstehung von landschaftsprägende Windkantern⁴ (STEININGER & ROETZEL 1999b). Andere eiszeitliche Merkmale wie Moränen und Findlinge sind im Waldviertel nicht vor zu finden, da diese Region nicht vergletschert war. Lößablagerungen wiederum sind durchaus typisch (FRANK & RABEDER 1999).

⁴ matt glänzende Blöcke, meist aus härterem kristallinem Ganggestein, mit ausgeprägten Kanten entstanden durch ständige Bearbeitung durch vom Wind transportiertem Sand.

3.2 Regionale Geologie des untersuchten Gebietes

3.2.1 Südböhmischer Pluton

Das untersuchte Gebiet gehört zur geologischen Einheit des Südböhmischen Plutons. Dieser ist ein variszischer Batholith welcher einen komplexen Aufbau aufweist und aus mehreren individuellen Intrusionen zusammengesetzt ist. Geochemisch ist eine grobe Unterteilung in drei Gruppen möglich.

(a) **synorogene Granitoide** geprägt von spätvariszischer Deformation (350-335 Ma). Der Weinsberg Granit fällt in diese Gruppe und möglicherweise auch der Rastenberg Granodiorit.

(b₁) **spät- bis postorogene**, undeformierte Granite (333-315 Ma). Diese granitoiden Gesteine intrudieren während der spätvariszischen Dehnung und Heraushebung. Zu dieser Gruppe gehörend die feinkörnigen Biotitgranite, wie Mauthausner Granit und Freistädter Granodiorit, und der (b₂) Eisgarn Granit (\approx 328 Ma).

(c) **hochfraktionierte und lokal mineralisierte Stöcke** innerhalb des Eisgarn Granits (BREITER et al. 1994, BREITER & SCHARBERT 1995).

3.2.1.1 Weinsberg Granit

Dieser Granit ist grobkörniger als der Eisgarn Granit, ebenfalls porphyrisch, von dunkler Färbung und parallelen Gefüge (BREITER & SCHARBERT 1998). Bei dem flächigen Parallelgefüge handelt es sich eher um ein Einströmungsgefüge als eine Schieferung. In seiner typischen Zusammensetzung besteht der Weinsberg Granit aus Mikroklin, Plagioklas, Quarz, Biotit und akzessorisch Zirkon, Apatit und seltener Magnetit (FUCHS & MATURA 1976, KURAT 1965).

3.2.1.2 Rastenberg Granodiorit

Hierbei handelt es sich um ein grobkörniges Gestein mit porphyrischen Charakter und typisch dicktafeligen, großen idiomorphen Kalifeldspäten mit inhomogener Verteilung in der Gesamtgesteinsmasse. Bei dem teilweise auffälligen Parallelgefüge dürfte es sich um lokale Strukturen eines Einströmungsgefüges handeln. Weiters wird der Rastenberg Granodiorit auch oft als basischere Abart des Weinsberg Granits eingestuft (FUCHS & MATURA 1976).

3.2.1.3 Feinkorngranite

Zu diesen fein- bis mittelkörnigen Graniten zählen Biotitgranite (Typ Mauthausen), Zweiglimmergranite (Typ Altenberg) und Granodiorite (Typ Freistadt). Diese Intrusionskörper sind meist quergreifend und frei von Schieferung (FUCHS & MATURA 1976).

3.2.1.4 Eisgarn Granit

Der Eisgarn Granit ist ein zweiglimmerführender, mittel- bis grobkörniger, meist porphyrischer Granit und frei von Schieferung, aber mit regionalem parallelen Einströmungsgefüge. Die grundsätzliche Zusammensetzung umfasst Quarz, Alkalifeldspat, Albit-Oligoklas, Biotit und Muskovit (BREITER & SCHARBERT 1998, FUCHS & MATURA 1976). In älteren österreichischen geologischen Karten wurden mehrere Varianten von Zweiglimmergraniten unter die Bezeichnung Eisgarn Granit gestellt, da man von einem einfachen, monotonen Intrusionskomplex ausging. Nach neueren Entwicklungen zeigt sich die Gruppe der Eisgarn Granite als weitaus komplexer und inhomogener dargestellt als ursprünglich angenommen, sowohl in Alter, Chemie als auch Entstehungszusammenhängen. In die neue Differenzierung fallen der Lásenice Granit (feinkörniger Biotit- bis Zweiglimmergranit), der Eisgarn Granit, der Číměr Granit (mittelkörnige Phase) und der Landštejn Granit (grobkörnige Phase), sowie die unten angeführten Muskovitgranite (BREITER & SCHARBERT 2001, BREITER & SCHARBERT 1996, BREITER et al. 1994).

3.2.1.5 Muskovitgranit

Dieser Granit kann in Gängen, Stockwerken und größeren Körpern auftreten. Grundsätzlich wird nach den Typen Muskovit(+Biotit)granit ohne Erzanreicherung, Muskovitgranit mit Topas und akzessorischer Erzanreicherung und Muskovit(+Granat)granitgängen mit unregelmäßigen Gefüge und Erzanreicherung unterschieden.

*) *Oberlembach Granit* ... Dieser Granit formt Gänge, die den Eisgarn Granit durchschlagen. Er wird auch als Zweiphasengestein bezeichnet, da er eine ältere grobkörnige Mineralgeneration aufweist und eine diese umschließende feinkörnigere, jüngere Generation.

*) *Unterlembach Granit* ... Dieser mittelkörnige Leukogranit ist aus Quarz, phosphorreichen Orthoklas, Albit, Na-Muskovit und Biotit zusammengesetzt. Der Kontaktbereich zum Eisgarn oder Weinsberg Granit ist häufig gekennzeichnet durch

eine höhere Phosphorkonzentration im Feldspat und die Abwesenheit von Biotit. Bei diesem Typ kann es zu sekundärer Mineralisation von Uranglimmern kommen, die als Kluffminerale entstehen.

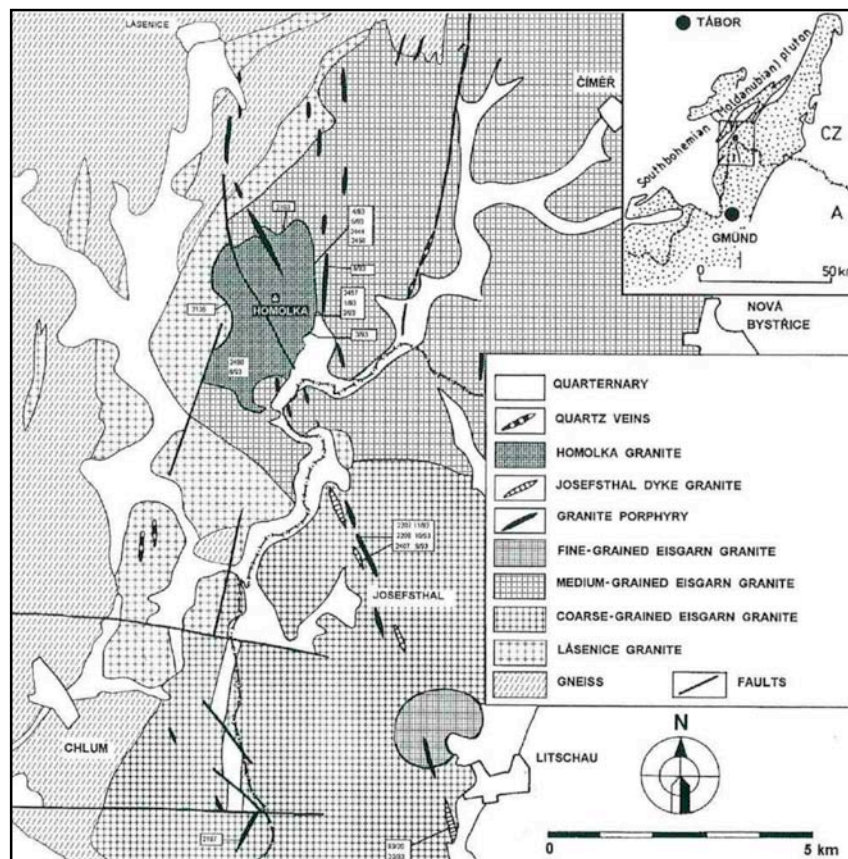


Abbildung 9: Geologische Karte der Homolkaintrusion (BREITER & SCHARBERT 1995)

- *) *Pyhrabruck-Nakolice Granit* ... Neben der typischen Zusammensetzung aus Quarz, reinen Albit, Orthoklas und Li-Muskovit, können akzessorisch auch Topas, Mn-Apatit, Ilmenit, Monzanit, Cassiterit und Columbit auftreten.
- *) *Lagerberg Granit* ... In der Textur ist dieser identisch dem Pyhrabruck-Nakolice Granit. In der Zusammensetzung unterscheidet er sich durch Biotit und Na-Muskovit, neben Albit, Quarz und Orthoklas. Weiters ist akzessorischer Apatit charakteristisch.
- *) *Šejby Ganggranit* ... Im Gefüge ist dieser sehr unregelmäßig, von aplitisch bis pegmatitisch, und seine Hauptminerale sind Quarz, Orthoklas, Albit und Na-Muskovit. Eine Anreicherung von Columbit und das Auftreten von Granat sind relativ häufig in diesem Granittyp.
- *) *Muskovit-Granat-Granit* ... Charakteristisch für diesen Granit ist der Mn-Granat und geringe Mengen an seltenen Alkalien in seiner Zusammensetzung.

- *) *Galthof Granit* ... Dieser Typ weist bei großen Aufschlüssen drei unterschiedliche Texturen auf, zum einen mittelkörnig porphyrisch, weiters mittelkörnige equigranulare und schließlich eine feinkörnige Textur. Die typische Zusammensetzung umfasst Quarz, Orthoklas, Albit, Muskovit und Biotit, aber auch Topas und Apatit sind möglich.
- *) *Homolka Granit* ... Dieser mittelkörnige Granit (Abb.9, Abb.10) ist ein extremes Beispiel eines Kassiterit und Columbit führenden Albit-(Li)-Muskovit-Topas-Granites. Das Dach dieser Intrusion bildet ein cordieritführender Paragneis. Charakteristisch sind Züge mehrerer Gänge (über 30) von Granit-Porphyren und Rhyolithen, welche hauptsächlich N-S orientiert sind, eine Mächtigkeit von 2-20m haben und eine Länge von bis zu 1,5 km besitzen. Dieser relativ homogene Alkalifeldspat weist eine deutliche Anreicherung an den Elementen Zinn, Niob und Tantal auf, welche in eigenen Mineralen auftreten.
- *) *Josefsthal Ganggranit* ... Dieser feinkörnige, leukokrate Granit (Abb.9, Abb.10) zeigt nur selten Feldspat-Einsprenglinge (< 3mm) und ist aus Quarz, Albit, Kalifeldspat und Muskovit zusammengesetzt. Topas und Serizit sind akzessorische Bestandteile. Der Josefsthal Granit bildet Gänge, die parallel zu denen des Homolka Granits verlaufen.
- *) *Biotitgranit (Hirschenschlag / Koží Hora, Nebelstein)* ... Hierbei handelt es sich um eine sulfidreiche Molybdänit-Magnetit-Mineralisation (Abb.10). Typische Nebengemengeteile sind Apatit, Monazit, Thorianit, Uraninit, wenig Zirkon und Ilmenit.

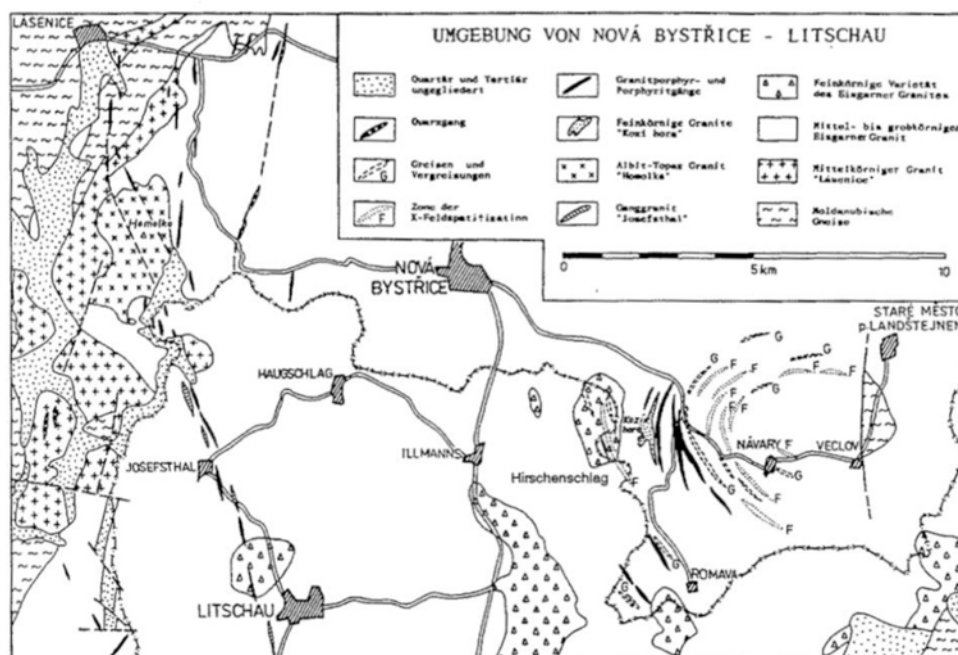


Abbildung 10: Geologische Karte der Umgebung von Nová Bystrice – Litschau (BREITER et al. 1994)

All diesen Typen ist gemeinsam, dass sie jünger als der Eisgarn Granit sind. Geochemisch mit diesem verwandt, sind sie Fraktionierungsprodukte unterschiedlichen Grades in der Schmelzentwicklung der Eisgarn Plutons. In allen dieser Granite sind seltene Alkalien und selten Metalle (Rb, Cs, Li, Sn, Nb, Ta und U) angereichert und ein relativ hoher Phosphorgehalt im Alkalifeldspat charakteristisch. Des Weiteren sind dies Muskovitgranit die Quelle für Cassiterit, Columbit und andere Erzminerale in Sedimenten (BREITER & SCHARBERT 1998, BREITER & SCHARBERT 1996, BREITER et al. 1994).

3.2.2 Tektonische Strukturen

Die Gmünder Bucht ist ein Ausläufer des Wittingauer Beckens, welches als tektonisches Zerrungsbecken bei der variszischen Orogenese entstanden ist und seine heutige Ausbildung von der alpinen Orogenese geprägt wurde. Während der oberkretazischen Absenkungsphase wurde das Becken von Meeres- und Flusssedimenten aufgefüllt. Die sogenannten Gmünder Schichten streichen aus dem Wittingauer Becken nach Österreich und sind terrestrisch-limnofluviale Süßwasserschichten mit Mächtigkeiten bis über 100m, welche teilweise über kaolinitisierten Grundgebirge aufliegen (SCHWAIGHOFER 1994).

3.2.3 Sedimente der östlichen Randzone der Südböhmischen Becken

Hierbei handelt es sich nach WALDMANN (1951) um tertiäre Erosionsrelikte auf dem Kristallin der Böhmisches Masse, welche als Schotter, Sande und Tone bestehen. Hauptliefergebiet der Sediment im österreichischen Bundesgebiet ist der anstehende Eisgarn Granit und bereichsweise der Weinsberg Granit, der auch der Haupteinflussfaktor im Nahbereich gibt. Auch weisen akzessorische Minerale wie Apatit auf geringe Transportweiten hin.

Die vorhandenen Sedimente sind anhand der tektonisch angelegten Teilbecken von České Budějovice (Budweiser Becken) und Třeboň (Wittingauer Becken) beschrieben worden. Ein Großteil der Sedimentfüllung sind limnisch-fluviatile Süßwassersedimente der Kilkov-Formation, deren Zusammensetzung grobe kaolinitischen Sande, Kiese, tonige Feinsande, bunte sandige Tone, als auch vereinzelte Kohlezwischenlagen beinhalten. In diese Formation gehören zum Beispiel die Gmünder Schichten. Des Weiteren sind oligozäne Süßwassersedimente der Lipnice-Formation aufzufinden, wenn auch nur reliktsch. Markant für diese sind ein hoher Maturitätsgrad, ein reiches

Schwermineralspektrum und eine Zusammensetzung aus groben Kies-Sanden, bunte kaolinitische feinsandige Tone, kaolinitischer Sandstein und Quarztlagen. Petrographisch werden die Rottaler Sand in diese Formation gezählt (RÖTZEL & KURZWEIL 1986). Sedimente der Zliv-Formation (Karpat, mariner Vorstoß), Mydlovary-Formation (Badien, mariner Vorstoß), Domanin-Formation (Untersarmatien, Süßwassersedimente) und Ledenice-Formation (Pannon, Süßwassersedimente) sind auf österreichischen Staatsgebiet nicht bekannt oder nachgewiesen. Sandvorkommen entlang der großen Flüsse, zum Beispiel der Lainsitz, werden als pleistozäne Terrassensedimente interpretiert (RÖTZEL & KURZWEIL 1986).

4 Rohstoffpotential des nördlichen Waldviertels

Die Böhmisches Masse in Österreich ist durch Erosion bereits in tiefe, meist sterile Teile des Grundgebirges freigelegt und weist im Gegensatz zum böhmisch-mährischen Gebieten eine Armut an Lagerstätten auf (SCHERMANN 1977). Die potentiell erzführenden Dachzonen sind weitgehend erodiert, dementsprechend spielt der Bergbau eine bescheidene Rolle in der Region. Auch die Waldviertelpegmatite sind praktisch steril und weisen kaum signifikante Konzentration an Vererzungen auf. Ebenfalls nur geringfügige Mineralisation ergeben sich innerhalb des metallogenetischen Potentials der Metamorphite und führen meist nur unbedeutenden Aufschluss- und Abbautätigkeiten. Die wirtschaftliche Bedeutung liegt hauptsächlich in Steinbrüchen (Granite und Gneise), Sandgruben (Abb.11⁵), Tongruben und Braunkohlevorkommen. Von größerer Bedeutung sind die zahlreichen Graphitlagerstätten der Bunten Serie. Weitere (Mineral-)Vorkommen sind zwar lokal ausgewiesen, aber nur begrenzt abbauwürdig (RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

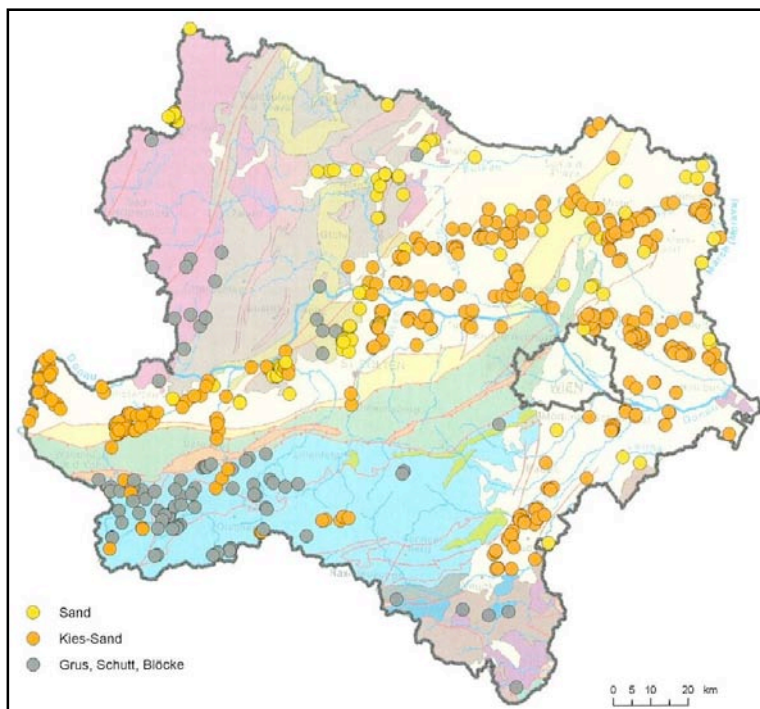


Abbildung 11:
Verbreitung aktueller
Abbaugelände von Kies
und Sand in
Niederösterreich
(WESSELY 2006)

⁵ Abbildung ausgeführt und bearbeitet HEINRICH M. (Geologische Bundesanstalt) in WESSELY 2006

4.1 Gangquarz

Gangquarze sind meist mit Pegamitten vergesellschaftet, dort in feldspatarmen Bereichen sehr zahlreich, aber auch nur von geringer Mächtigkeit. Allgemein sind die Gangquarzvorkommen auch sehr schlecht aufgeschlossen. In historischer Zeit ein wichtiger Rohstoff für die Glasindustrie im Waldviertel und Böhmen, sind sie heute aufgrund ihres Vorkommens und Qualität nicht mehr von ökonomischen Bedeutung (SCHERMANN 1977, RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

4.2 Quarzsande

Hauptvertreter von Quarzsanden im Waldviertel ist die Melker Serie (U.Eger - O.Eger, älterer und jüngerer Melker Sand, Abb.12) am Ost- und Südrand der Böhmisches Masse. Hierbei handelt es sich um wenig verfestigte, dickbankige, mittelkörnige Sandsteine mit einem durchschnittlichen Feldspatgehalt von 35%. Entstanden sind die Sande der Melker Formation während mariner Transgression des Molassemeeres auf die Küstenbereiche des Böhmisches-Masse-Festlandes im Egerium. Hauptabnehmer sind die Bauindustrie und die Gießereiindustrie, der hohe Feldspatgehalt ist für die Glasindustrie eher ungünstig, da er zusätzliche Aufbereitungsschritte erfordert (SCHERMANN 1977, HEINRICH 2006). Von wirtschaftlicher Bedeutung sind auch die Lainsitzer Sande (vermutlich mittelpleistozänes Alter) bei Gmünd und Neunagelberg, Sande des Horner Becken und ehemals die Sande aus dem Rottal (WEBER 1997, HEINRICH 2006).



Abbildung 12: Melker Sand der Sandgrube Winzing

Österreichische Quarzsande enthalten neben Quarz und Feldspat immer akzessorische Minerale, meist Schwerminerale in den Mengen 0,1% bis 0,4%. Maßgebend für die Zusammensetzung der Sande sind lokale Einflüsse des Liefergebietes, also auch prä- und synsedimentäre Verwitterungsprozesse und lokale Schüttungen aus dem kristallinen Hinterland. Zu den häufiger auftretenden Schwermineralen in den Sanden zählen Disthen, Turmalin, Staurolith, Epidot/Zoisit, Sillimanit, Andalusit, Zirkon und Rutil. Weiters sind auch Ilmenit, Granat und Monazit lokal anzutreffen, wobei der Schwerpunkt des Interesses bei hochwertigen Quarzsanden mit wirtschaftlich gewinnbaren Mengen an den Titanmineralen Ilmenit und Rutil liegt.

Nach RÖTZEL & KURZWEIL (1986) liegt der Schwermineralgehalt in den Sanden von Rottal bei 0,1% und im Raum Breitensee (Lainsitz) zwischen 0,5-1,8%, wobei der opake Anteil der Schwerminerale ausgesprochen hoch ist. Aufgrund dieser Analysen ist der Eisgarn Granit als Hauptlieferant dieser Sedimente bestätigt.

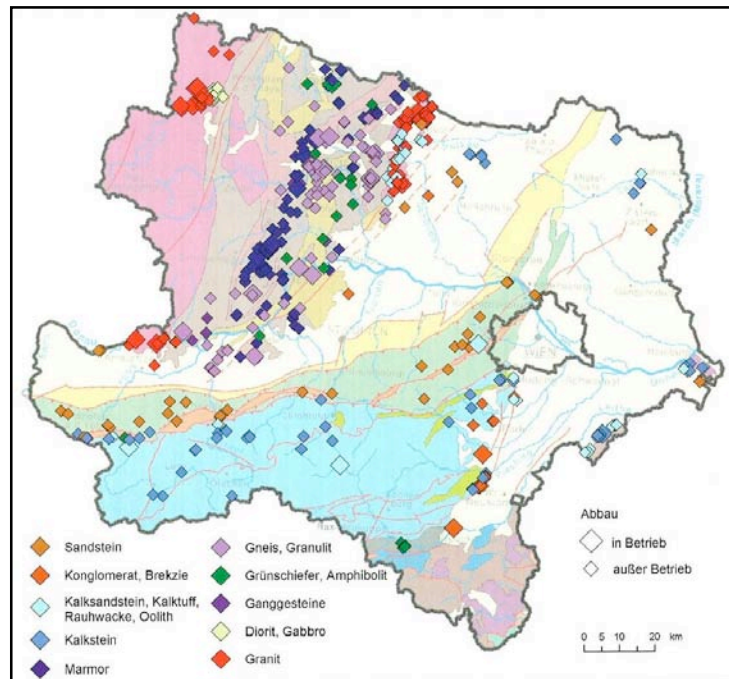
Im allgemeinen sind die Sande im nördlichen Waldviertel von nur durchschnittlicher Qualität, bei meist 80% SiO_2 und einem Eisengehalt von 0,5-2% Fe_2O_3 , und so sind sie gemessen an den heute hohen Ansprüche an Sande, vor allem in der Glasindustrie, ungeeignet und finden meist nur noch lokalen Verbrauch im Bauwesen (RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

In der Glasindustrie sind Schwerminerale unerwünscht, da sie zum einen färbenden Einfluss haben und zum anderen schwer schmelzen, und daher durch Flotation entfernt werden müssen (RÖTZEL & KURZWEIL 1986).

4.3 Granite und Gneise

Das Waldviertel besitzt eine große Anzahl an Steinbrüchen (Abb.13⁶) vieler Gesteinssorten mit teilweise sehr guter Qualität. Nach der Arbeit von RÖTZEL & KURZWEIL (1989) für Austroplan liegt die Zahl bei über 200, wobei keine Aussage über den Betrieb gemacht wird. Eine periodische Inbetriebnahme der meisten Steinbrüche wird jedoch laut Autoren eher der Realität entsprechen, als ein Dauerbetrieb. Abgebaut werden Granite, Gneise, Marmore, Diorite, Gabbros, Porphyrite und Granulite (RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

Abbildung 13:
Verbreitung wichtiger
Abbaue von Bau-, Werk-
und Dekorsteinen in
Niederösterreich
(WESSELY 2006)



⁶ Abbildung ausgeführt und bearbeitet HEINRICH M. (Geologische Bundesanstalt) in WESSELY 2006

4.4 andere Rohstoffe

Feldspat ... In historischer Zeit für die Glasindustrie, aber auch für die Porzellanindustrie verwendet, hat der Feldspat, aus Pegmatitgängen gewonnen, ähnlichen dem Gangquarz keine wirtschaftliche Bedeutung mehr (SCHERMANN 1977).

Eisenerz ... Dies wurde meist in lokalen Schmelzöfen gewonnen, für die der Holzreichtum des Waldviertels ebenfalls ein entscheidender Faktor war, ähnlich den Glashütten. Abgebaut wurde Magnetit (kontaktmetasomatisch), Brauneisenstein (Verwitterungsbildung) und der Eiserne Hut graphit- und pyritführender Gesteine (SCHERMANN 1977).

Kohle ... Als Braunkohle in den Sedimenten der Böhmisches Masse auftretend, aber auf Tertiärablagerungen in binnenkristallinen Beckenlagen und Ablagerungen entlang des Molasserandes der Böhmisches Masse beschränkt (RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

Graphit ... Dieser tritt entweder geschoppt oder ausgequetscht in der Bunten Serie auf (SCHERMANN 1977).

Kaolin⁷ ... Lagerstätten im Waldviertel (Abb.14⁸) sind Mallersbach (Bittescher Gneis), Niederfladnitz (Granit des Thayabatholiths), Karlstetten (Granulit), Unterwöbling (Granulit), Krummnußbaum (Granulit) und ein primäres Vorkommen bei Schwertberg (SCHERMANN 1977, WEBER 1997).

Kieselgur (Diatomit) ... Im Raum Limberg (Limberg und Oberdürnbach) wurde eine Lagerstätte von 5-6m Mächtigkeit und maximal 7m Überlagerung abgebaut und in der Wärmedämmung weiterverarbeitet (SCHERMANN 1977, RÖTZEL & KURZWEIL 1989).

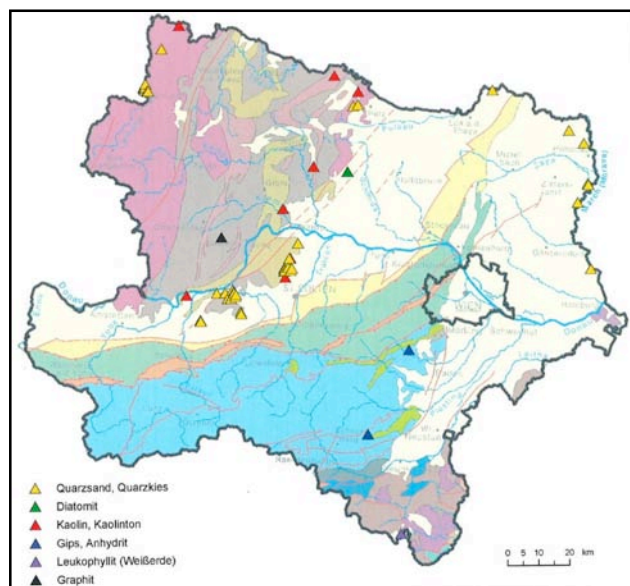


Abbildung 14: Verbreitung wichtiger Vorkommen und Bergbaue auf klassische Industriemineralie in Niederösterreich (WESSELY 2006)

⁷ Hierbei handelt es sich um eine Umwandlungsprodukt des Grundgebirges im Zusammenhang mit dem Klima. Feldspäte und Biotit werden zersetzt, wobei Kalifeldspäte stabiler als Plagioklase sind, und Eisen wird abtransportiert. Saure Moorwässer begünstigen zusätzlich diese Entwicklung.

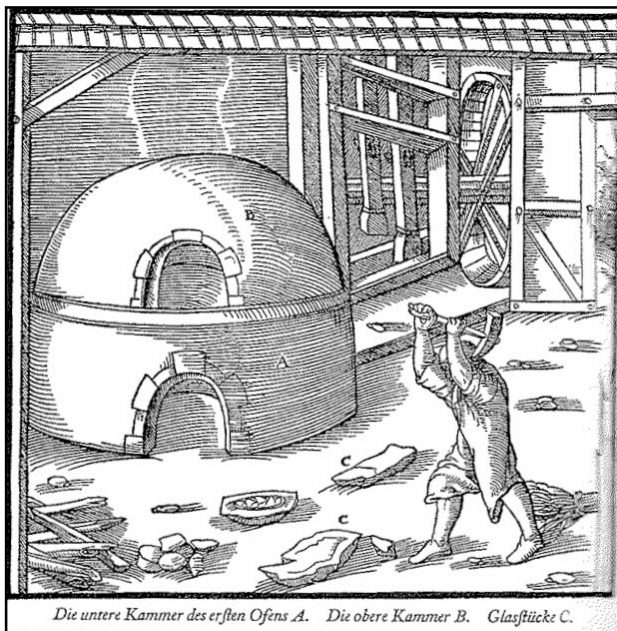
⁸ Abbildung ausgeführt und bearbeitet HEINRICH M. (Geologische Bundesanstalt) in WESSELY 2006

Weitere Erze wie Gold (Bachsedimente von Liebenau), silberhaltiger Bleiglanz bzw. Pyrit (Kalkmarmore der Bunten Serie), Uran/Thorium (Kluftbeläge im Eisgarn Granit), Flußspat (hydrothermale Klüfte & Störungszonen), Chromit, Beryllium (Pegmatite), Hornblende-Asbest & Talk (Rehberger Amphibolit) und Garniertit wurden in geringen Massen teils geschürft, sind aber heute nur noch von mineralogischem und wissenschaftlichem Interesse (SCHERMANN 1977, WEBER 1997).

5 Waldglashütten

5.1 Historische Betrachtung des nördlichen Waldviertels

Als im Mittelalter die Rodung des „Nordwald“ (silvia nortica) zwischen Böhmen und Niederösterreich begann, trat auch die Besiedlung dieser Gegend ein. Im 11. und 12. Jahrhundert drangen die ersten Kolonisten in dieses Gebiet vor, welches zum größten zusammenhängenden Waldgebiet (Böhmerwald und Bayerwald) Mitteleuropas gehörte. Ursprünglich gab es dort keine feste Grenze, sondern der Wald war die Grenze. Im Jahr 1179 wurden dortige Grenzkämpfe zwischen Herzog Leopold von Österreich und Herzog Friedrich von Böhmen mittels Grenzvertrag durch Kaiser Friedrich Barbarossa beendet. Die Grenzziehung beschrieb den Winkel Höhenberg - Gmünd - Suchenthal (tschech. Suchdol nad Lužnicí), dieses Gebiet wurde bereits vor und lang nach der Grenzziehung gemieden, da es tückische Wald- und Sumpfgebiete umfasste und außerdem von keiner bedeutenden Straße durchquert wurde. Die heute bekannten Siedlungen wie Thiergarten (tschech. Obora), Sofienwald (tschech. Žofina Huť) und ähnliche sind junge Ansiedlungen. Die Besiedlung des Waldviertels hatte



Die untere Kammer des ersten Ofens A. Die obere Kammer B. Glasstücke C.

Abbildung 15: Erster Glashofen zum Verschmelzen der Rohstoffe (AGRICOLA 1556)

Als Standortbedingungen für Waldglashütten sind vier Faktoren wesentlich, am wichtigsten war die gesicherte Versorgung mit **Holz**, zum einen zur Feuerung und zum anderen zur Gewinnung von Pottasche. Der zweite Faktor ist der Rohstoff **Quarz**, der entweder in Steinbrüchen und/oder in Form von Sand (Sandgruben, Bachsande, ...)

bereits im 13. Jahrhundert die Bevölkerungsdichte der Zwischenkriegsjahre erreicht (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986, PÜRGN 1932a).

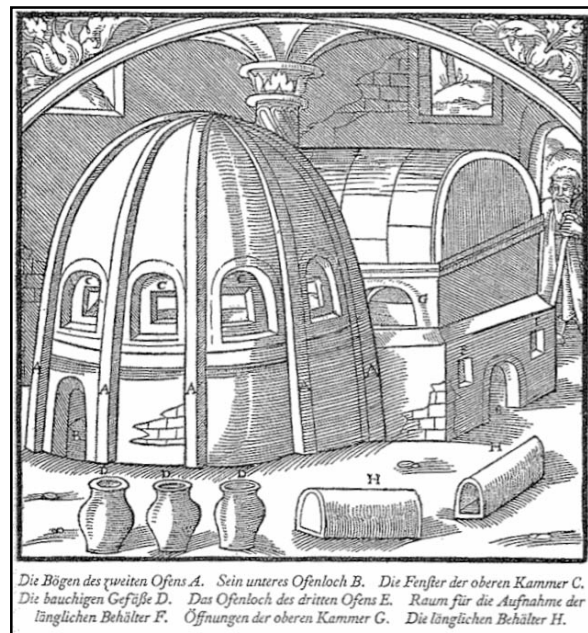
Der weiter südlich, an der Grenze zwischen Böhmen und Oberösterreich, gelegene Restteil des „Nordwaldes“ war als „Freiwald“ bekannt, da er bis zum Ausgang des Mittelalters allen Anrainern zur Benutzung frei stand (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986).

gewonnen wurde. Der Quarz wurde in Kies-/Sandpocher aufbereitet, für deren Betreibung **fließend Wasser** als Energiequelle notwendig war. Nicht zu vernachlässigen war auch der Anschluss an ein **Verkehrsnetz**, wie entweder die Fernstraßen des alten Saumwegenetzes des „Goldenen Steiges“, die alte Wienerstrasse nach Bistritz oder diverse Wasserwege. Das Netz diente auch zur Zufuhr von anderen Rohstoffen, wie Kalk, für die ein größere Entfernung zu den Kalksteinbrüchen in Kauf genommen wurde (WINKELBAUER 1992, BIEDERMANN 1962).

5.2 Entwicklung der Waldglashütten

Im 14. Jahrhundert bildete sich in Südböhmen, Böhmerwald, Bayrischer Wald, Mühlviertel und Waldviertel eine Glashüttenlandschaft. Da der Motor dieser Entwicklung in Böhmen lag, wird für die Glaserzeugung der Terminus „böhmisches Glas“ für den gesamten Bereich der aufgezählten Gebiete verwendet.

Das, mehr oder weniger, farblose „böhmische Glas“ hatte anfangs keinen besonders guten Ruf, auch wurde die Glasindustrie bis ins 16. Jahrhundert von Venedig dominiert. Mit Ende des 16. Jahrhunderts kam es aber zu einer raschen Verbesserung des böhmischen Glases, da es den böhmischen Glasmeistern gelang immer qualitativ hochwertigeres farbloses Glas zu erzeugen, und das zusätzlich deutlich billiger als die venezianische Konkurrenz. In dieser



Die Bögen des zweiten Ofens A. Sein unteres Ofenloch B. Die Fenster der oberen Kammer C. Die bauchigen Gefäße D. Das Ofenloch des dritten Ofens E. Raum für die Aufnahme der länglichen Behälter F. Öffnungen der oberen Kammer G. Die länglichen Behälter H.

Zeit nahm auch die Anzahl der Glashütten deutlich zu und in der

Abbildung 16: Zweiter Glasofen zum Umschmelzen des Glases (AGRICOLA 1556)

zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts kam es zur Blütezeit der böhmischen Glasindustrie. Mit der Entwicklung des böhmischen Kristallglases wurde dann auch das venezianische Glas in Hinblick auf Härte, Klarheit und Transparenz übertroffen. Aber nicht nur das böhmische Glas, sondern auch die böhmischen Glasmacher waren berühmt, und so begann im 18. Jahrhundert ein Abwerben derselbigen. Dies versuchte man durch die kaiserliche Verordnung von 1735 für Böhmen einzudämmen, welche eine Auswanderung von Leuten, die sich mit der Glasschmelze und Erzeugung

beschäftigten, verbot (WINKELBAUER 1992, PÜRGN 1932a). Ein weiteres Indiz für das hohe Ansehen der Glasindustrie ist die Befreiung von jedem Militärdienst unter Erzherzogin Maria Theresia (HÖHER 1970).

Für die „böhmischen Glasmacher“ gab es keine Grenzen zwischen Böhmen (Königreich), Bayern (Kurfürstentum), Passau (Hochstift) und den österreichischen Erzherzogtümern, was ihren Aktionsbereich betraf. Durch eine zielstrebige Heirats- und Erwerbungs politik kam es so zu einer grenzübergreifenden systematischen Ausweitung der Produktion (WINKELBAUER 1992).

Bis zum Ende des 13. Jahrhunderts war die Glasproduktion im österreichischen Raum an die Klöster gebunden. Allmählich löste sich die Glaserzeugung von den Klöstern und verlagerte sich in die bewaldeten Randzonen des Altsiedelland. Diese von Laien betriebenen Glashütten (Abb.15, Abb.16, Abb.17) wurden „Waldglashütten“ genannt. Der Hüttenbetrieb begann im kleinen Rahmen mit primitiven Öfen, die stehen gelassen wurden, sobald der Holzreichtum am Standort erschöpft war und man daher weiter zog. Bei den ersten Glashüttenbetrieben handelte es sich fast überall um Wanderbetriebe. Anfangs erzeugte man Rosenkranzperlen und Glasknöpfe. Später erfolgte die Erzeugung von Butzenscheiben⁹ aus grünem „Waldglas“ und in der Weiterentwicklung die Produktion von Fenster- und Spiegelscheiben aus weißem Glas. Ursprünglich war der Gebrauch von Glas nur auf die höheren und vermögenden Bevölkerungsschichten beschränkt, erst im 16. Jahrhundert fand Glas



Abbildung 17: Dritter Glasofen zur Herstellung fertiger Glaswaren (AGRICOLA 1556)

⁹ Butzenscheibe = runde, in der Mitte verdickte Glasscheibe (19. Jhd.)

Eingang in die bürgerliche Häuslichkeit, so wurde mit der Zeit aus der einstigen Luxusware und altem Kunstgewerbe nach und nach eine Glasindustrie mit Massenerzeugnissen (WINKELBAUER 1992, BLAU 1983).

Die Ausbreitung der Glashütten steht im engen Zusammenhang mit der Besiedelung und Landausbaus, da der Glasmeister oft gleichzeitig Rodungsleiter bei bäuerlichen Siedlungen war. Sie kamen bevor der Wald aufgeschlossen war und zogen mit ihren Leuten in die Wildnis, wo sie den Boden in harter Arbeit urbar machten. Meist wurden Glashütten mitten in den Wald hinein gebaut und anschließend das umliegende Gebiet gerodet, zum Zweck der Brennholzbeschaffung oder der Pottaschegewinnung. Dieser Holzschlag wurde dann in Äcker, Wiesen und Weiden umgewandelt und dienten der Versorgung der Hüttenleute. Wenn nach einiger Zeit das Holz aufgebraucht war, wurde die Hütte aufgelassen (meist nach 50 bis 60 Jahren) und wieder tiefer in den Wald hinein verlegt. So stellte der Faktor Rohstoff den Hauptgrund für das „Hüttenwandern“ dar, welches ein fixer Bestandteil im Leben der Glasmacher war. Nach der Auflassung der Hütte wurde das verlassenen Gebiet meist von der bäuerlichen Bevölkerung zur Bewirtschaftung übernommen. So waren weder die Glashütten noch die Glasmacher je wirklich sesshaft, wodurch es auch selten zum Kontakt mit der ansässigen Bevölkerung kam (WINKELBAUER 1992, LIEBHART 1962, PÜRGN 1932a, GRATZL 1985).

Die Errichtung von Glashütten oblag immer den Waldbesitzern, demnach war bei der Gründung und Umsiedlung von Glashütten immer die Zustimmung der feudalen Grundherrn oder Landesfürsten einzuholen. Oft war jedoch die Verbrennung des Holzes in Glashütten die einzige ökonomische Verwertung der Herrschaftswälder, deren Holz durch ihre Menschenleere und Unwegsamkeit fast wertlos war. So wurden sie den Hüttenmeistern gegen Zins zu Verfügung gestellt (WINKELBAUER 1992, GRATZL 1985). Die wesentlichen Grundherrschaften waren Neu-Bistritz (tschech. Nová Bystřice), Chlumetz (tschech. Chlumeč), Suchenthal (tschech. Suchdol nad Luznici) und Gratzen (tschech. Nové Hradky) für Böhmen, sowie Freistadt und Ruttenstein für den Nordosten von Oberösterreich. Bei den Herrschaften von Niederösterreich handelte es sich um Litschau, Heidenreichstein, Dobersberg, Schwarzenau, Schrems, Gmünd, Weitra, Groß-Pertholz, Arbesbach, Rappottenstein, Persenbeug-Ispertal-Roregg, Gutenbrunn, Gföhl-Jaidhof, Groß-Poppen und Allensteig. Im Waldviertel lassen sich drei Gebiete der Glaserzeugung abgrenzen, jenes von Arbesbach-Traunstein, Weitra und Litschau (BERNLEITHNER 1958, ZAUBEK 1971)

Die wissenschaftlich-technische Revolution des 19. Jahrhunderts bedeutete das Ende zahlreicher kleinerer Hütten und führte zu modernen Großbetrieben mit maschineller Massenproduktion (DIENSTL 1969). Eine wichtige Persönlichkeit in dieser Entwicklung der Glaserzeugung war Carl Anton Stötzle (geboren 1801 in Granitz bei Gratzen, gestorben 1865) welcher zahlreiche Glashütten aufkaufte und der Glasindustrie zur neuen Blüte verhalf (ZAUBEK 1971, BIEDERMANN 1962, GRATZL 1985).

5.3 Leben in der Glashütte

„In diesen oft stundenweit von größeren Ortschaften liegenden Einöden, wo ,die Welt mit Brettern verschlagen war‘, ,sich die Füchse gute nacht sagten‘ und ,die Bären mit den Menschen aus einer Schüssel fraßen‘, hausten mitten in der weitem noch unberührten Natur unsere Glasmacher mit ihrem Meister und dessen anderen Mitarbeitern, dem Kiespocher, den Aschenbrennern, Flußsiedern und Scheiterhauern.“ (BLAU 1983)



Abbildung 18: Glasmacher mit Glaspfeife (GRATZL 1985)

Der Glasmeister oder Hüttenherr bildete mit seinen Leuten ein große Familie, welche durchaus abgeschlossen von der restlichen Bevölkerung lebte und so eigentlich die ganze Hüttenbevölkerung miteinander verwandt war. Man war zu einer engen Einheit verbunden und ließ niemanden verkommen, denn für jeden gab es Beschäftigung (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986).

Es aber auch zu Erwähnen ist, das es keine soziale Versicherung im Sinne des zünftigen Handwerk (Glasmacherei war kein zünftiges Gewerbe, Abb.18) oder einer Bruderschaft für die Glashütten gab. Im Fall von Krankheit oder Arbeitsunfähigkeit war

man ganz der Gnade des Hüttenmeisters ausgeliefert (WINKELBAUER 1992). Gesprochen wurde ein so genannter Hüttendialekt und bezahlt wurde nach Hüttenschock, ein Akkordlohn, der sich nach Gewicht, Schwierigkeit und Größe des Gegenstandes richtete. In der Glashütte gab es auch keine Sonntage oder Feiertage, da man aufgrund der unregelmäßigen Glasschmelze zu jeder Tageszeit oder Nachtzeit arbeitete (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986).

„Der Glasmacher ist an dem einen Orte geboren, irgendwo weit von da hat er seine Frau genommen und wieder anderswo ist er gestorben.“

(BLAU 1983)

Ein wesentlich Teil des Lebens der Glasmacher war das Wandern von Hütte zur Hütte, welches als eine Art Schule angesehen wurde. Einerseits wurde ihnen Leichtlebigkeit nachgesagt, da ihnen das Wandern immer schon leichter fiel als anderen Berufsgruppen, andererseits war eine Hütte und die Beschäftigung in der Hütte nie von Dauer, daher waren die Glasmacher gezwungen stets der Hütte und der Arbeit zu folgen (BLAU 1983).

Die Glasmacher hatten generell eine sehr geringe Lebenserwartung. Hauptgründe hierfür waren die extreme Hitze am Ofen, ständige Temperaturwechsel, Überanstrengung der Lunge, Staublunge (Silikose) und Schädigung der Augen durch gleißendes Licht. Die häufigsten Todesursachen stellten Lungensucht, Abzehrung und Nervenschwäche dar (HÖHER 1970).

5.4 Arbeit in der Hütte

Zur Zeit der Hüttenwanderung wurde der Schmelzofen, in dem meist acht kleine Hafnen standen, noch direkt mit Scheitholz beheizt. Durch Schürlöcher wurde das Holz in den Ofen eingelegt. Der Bereich nahe dem geschlossenen Teil des Ofen wurde vor allem im Winter als Wärmeraum verwendet. Des Weiteren fanden die Aschöfen, welche mit heißer Asche gefüllt waren und zur Abkühlung des Glases verwendet wurden, auch triviale Anwendung zum Brot und Guglhupf backen (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986, PÜRGN 1932a).

Wenn das Glas rein und durchgeschmolzen war, wurde mit dem Feuern nachgelassen, um die Glasschmelze auf Arbeitstemperatur zu bringen. Während dieser Zeit wurden die Glasmacher geweckt und die Werkzeuge und Modeln in der Werkstatt für die Arbeit hergerichtet. Nach einem Gebet begann die Arbeit. Nach sieben Stunden gab es eine größere Pause von etwa einer Stunde, in der die Roste des Ofens von der Asche befreit wurden. Danach wurde noch etwa weiter vier Stunden gearbeitet, sodass eine Arbeitszeit zwischen zwölf und vierzehn Stunden erreicht wurde (Abb.19). Nachdem die Hafnen geleert waren, begannen die Schmelzer von neuem (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986).



Abbildung 19: Glasmacher bei der Arbeit (GRATZL 1985)

Besondere Sorgfalt kam der Verpackung des Glases zu, denn die Ladung musste unversehrt an den Zielorten ankommen. Oft wurden die Waren nach Ungarn, an den Balkan und auch bis nach Venedig versendet. Der Glasfuhrmann war also weit gereist und die traditionelle Kleidung bestand aus Samthose, roter Weste mit Silberknöpfen, blauen Staubmantel und Filzhut mit weißer Schlafmütze darunter. Die Kutscher konnten vielerlei Dinge von ihren monatelangen Reisen berichten und brachten dadurch gern gesehene Abwechslung in das Hüttenleben. Abgelöst wurden diese schweren Pferdefuhrwerke dann durch die Eisenbahn, wie die Franz-Josef-Bahn (1870 eröffnet) und die Waldviertlerbahn seit 1900 (PONGRATZ & TOMASCHECK 1986, PRINZ 1932).

5.5 Historische Glashütten

Hier werden nur einige wichtige (langlebigsten) Glashütten erwähnt, und die Aufzählung erhebt keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit. Gerade im 18. und beginnenden 19. Jahrhundert gab es zahlreiche nur sehr kurzlebige Hütten. Unter Anderem werden vor allem die Glashütten erwähnt, die für die Arbeit Relevanz hatten.

Reichenau im Freiwalde war die älteste Hütte im Süden des Gmünder Bezirkes und in der Herrschaft von Reichenau. Diese Hütte wird 1656 in der „Topographia Windhagiana“ (erweiterte zweite Auflage 1673) von Caspar Merian (Frankfurt am Main) als erste Glashütte auf einer topographischen Karte, Karte der „Herrschaft Reichenauw,, dargestellt, wobei es sich hier bereits um die vierte Hütte (1601 - 1675) in diesem Gebiet handelt (BERNLEITHNER 1958, PÜRGN 1932a).

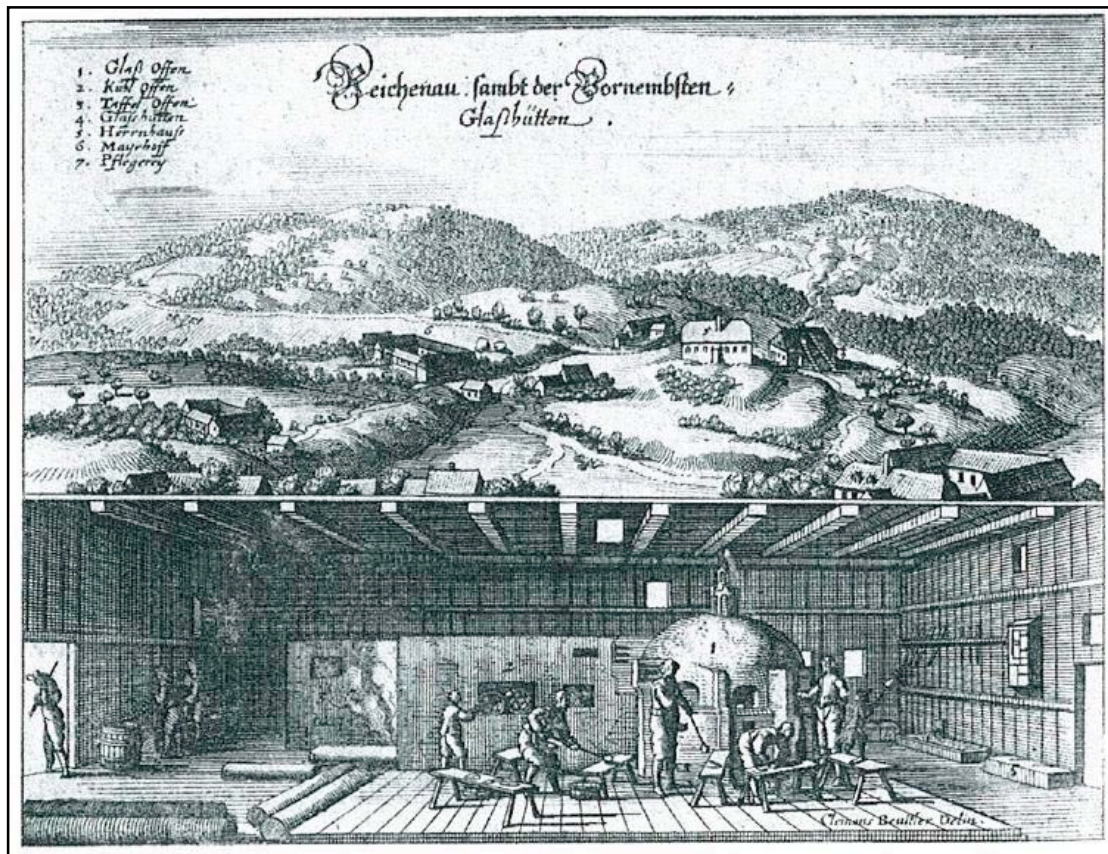


Abbildung 20: Radierung von Kasper Meridan (Topographia Windhagiana) in PONGRATZ & TOMASCHEK 1986

Die Hütte von **Georgenthal** (tschech. Udolí Jirikovo) wurde von den Grafen Buquoy¹⁰ betrieben (1774-1851 im Eigenbetrieb des Grafen, 1851-1863 im Betrieb der Firma Stötzle) und gehörte somit zu der Buquoy'schen Herrschaft Gratzen. Georg Franz August Graf Buquoy de Longueder erfand 1845 das schwarze, undurchsichtige Hyalitglas. Welches durch Beisatz von Hochofenschlacke (Desoxydierung mit Eisenschlacke und anderen Metalloxyden) dort bis in höchste Vollendung hergestellt wurde (BERNLEITHNER 1958, HÖHER 1970). Weitere Glashütten der Herrschaft Gratzen (Südböhmen) waren Rappetschlag (tschech. Rapotice, 1564 bereits bestanden), Piberschlag (tschech. Veveri, 1564 bereits bestanden), Zirnetschlag (tschech. Bela), Heilbrunn (tschech. Hojná Voda, ursprünglich Wilhelmsberg, Glashütte bereits um 1588), Neuhütten (1623 gegründet), Luschnitz (tschech. Lužnice, 1677-1715), Buchers (tschech. Pohoří na Šumacě ehemals Puchěř oder Půchoří, wahrscheinlich 1693 gegründet), Mühlberg (1757-1790), Ahornhütten (tschech. Javory), Johannesthal (tschech. Janový Hutě, 1777-1838), Silberberg (tschech. Stříbrné Hutě, 1782-1881, Eigenbetrieb der Herrschaft), Bonaventura (tschech. Hutě Skleněné, 1794-1881, Eigenbetrieb der Herrschaft), Paulina (tschech. Pavlína, 1780-1852, Eigenbetrieb der Herrschaft) und Schwarzthal (tschech. Černé Údolí) von 1838-1903 ebenfalls als Eigenbetrieb der Herrschaft (PÜRGN 1932a).

Die Hütte in **Joachimsthal** wurde 1782 von Joachim Egon (Landgraf von Fürstenberg) errichtet. Unter dem Pächter Josef Wenzl Zich und seinem Sohn Josef Zich jun. wurde dort 1823 Lythialinglas (Edelsteinglas) in violetter, grauer, blauer, zitronengelber und grüner Farbe, sowie rotes und schwarzes Hyalitglas hergestellt. Weiters gelang es Zich 1820 völlig farbloses Glas zu produzieren. Dies Hütte gehörte zur Herrschaft Weitra (LIEBHART 1962, PÜRGN 1932a, ZAUBEK 1971, HÖHER 1970).

Ebenfalls zur Herrschaft Weitra zählte die Glashütte von **Schwarzau** (erstmals 1749 erwähnt). Jene wurde als zweite Hütte an den Pächter Josef Wenzl Zich vergeben, welcher hier neben Hyalitglas auch ein weiteres Schwarzglas erzeugte. Dieses erhält seine Farbe durch die Desoxydierung des Glases mit Holzsägespäne oder anderen Kohlenstoffen und ist wesentlich leichter zu bearbeiten (LIEBHART 1962, PÜRGN 1932a). Weitere Glashütten der Herrschaft waren Harmannschlag (bereits 1581 erwähnt),

¹⁰ Die **Buquoy**, ursprünglich **Bucquoy**, sind ein böhmisches Adelsgeschlecht französischer Herkunft. Von 1620 bis 1945 waren die Buquoy vor allem in Südböhmen ansässig. In ihre Herrschaftszeit fällt die Besiedlung des Gratzener Berglandes.

Hirschenwies (um 1600 errichtet), Thiergarten bei Erdweis¹¹ (1724-1760) und Sophienwald (tschech. Žofina Huť), benannt nach Sophie, Landgräfin zu Fürstenberg (PÜRGN 1932a). Im **Sophienwald** (Forchenwald bei Erdweis) wurde 1800 grünes Tafelglas und Hohlglas, sowie feine Waren für chemische Apparaturen erzeugt (LIEBHART 1962).

Die Glashütte von **Alt-Nagelberg** („Althütte“) ist bereits vor 1740 bekannt und wurde nach seinem Besitzer Niklas Hartmann „Niklashütte“ genannt, und gehörte zur Herrschaft Heidenreichstein. 1740 wurde die Hütte dann von Urban Ottilinger erweitert und trug an den Beinamen „Urbanhütte“. Die Glashütte blieb bis 1858 in der Gutsherrschaft Heidenreichstein als sie von Carl Stötzle (Abb.21) gekauft wurde. Nach dem Brand von 1868 kam es zu einer Verlegung der ursprünglichen Position gegenüber des Herrenhauses zum heutigen Standort der Glasfabrik (LIEBHART 1962, PRINZ 1932).

Weitere Glashütten im Besitz der Herrschaft Heidenreichstein waren Pengershof (1705-1740) und Neu-Nagelberg, welche 1811/12 errichtet wurde (PÜRGN 1932a).



Abbildung 21: Carl Anton Stötzle
(GRATZL 1985)

¹¹ tschech. Nová Ves nad Lužnicí

Die Glashütte von Saaß gab es bereits um 1450 (BERNLEITHNER 1958) und zählte zur Herrschaft Litschau, wie auch jene von Grametten (1531 erbaut), Joachimsthal bei Litschau (1800 gegründet), **Josefsthal** (1690, Glasfabrik 1819-1840), Schönau (bis 1804) und die Glashütte zu **Galthof**, welche 1804 errichtet, aber bereits 1875 wieder aufgelöst wurde (BERNLEITHNER 1958, PÜRGN 1932b).

Die Herrschaft Schrems unterhielt unter anderem Glashütten in Neu-Langegg (1829), Falkenstein (1867 geschlossen) und Ludwigsthal (1840 errichtet). Die bedeutendste Hütte der Herrschaft war die Glashütte von Eugenia (1829-1930), benannt nach Klara Eugenia Gräfin Hellmann (PÜRGN 1932b).

Weitere Glashütten auf österreichischem Gebiet (Abb.22) waren etwa unter der Herrschaft Groß-Pertholz wie Groß-Pertholz (nach einem Brand, 1620 wieder aufgebaut), Karlstift (erbaut 1665), Ehrenreichstal (bestand bis 1764), Josefhof (1807), Hirschenstein (1819), Christianaberg (1793), Stadlberg (1782), Angelbach (1684) und Käferschlag, welche 1831 aufgelassen wurde (PÜRGN 1932a).



Abbildung 22: Karte der Glashütten im niederösterreichischen-böhmischen Grenzgebiet (BERNLEITHNER 1958)

5.6 Waldglasherstellung

5.6.1 Rohmaterialien der Waldglasherstellung

Generell kann man die Rohstoffe in drei Gruppen zusammenfassen: Quarz, Flußmittel und Färbemittel beziehungsweise Entfärbemittel (ZAUBEK 1971). Die Mischungsverhältnisse waren streng gehütete Geheimnisse der Glasmeister und wurden oft bis ins Grab mitgenommen wurde (PÜRGN 1932a).

5.6.1.1 Quarz

Im Waldviertel wurde der Quarz oft unter Kis, Kies oder Kieselstein angesprochen. Nach der Verwitterung des Granits bleibt der Quarzsand zurück, welcher in Pochwerken fein zerstoßen und gesiebt wurde. Quarz wurde aus möglichst nahe gelegenen Fundstellen bezogen. Das schönste Glas wurde aus Bergkristall und eisenfreien Quarz erzeugt. Der Waldviertler Quarz ist jedoch sehr eisenhaltig und gibt dem Glas einen grünlichen oder bräunlichen Stich, so musste gewöhnlich dem Glassatz Entfärbungsmittel und Flußmittel beigemischt werden. (WINKELBAUER 1992, PÜRGN 1932a, ZAUBEK 1971).

5.6.1.2 Pottasche

Als erster Arbeitsschritt wurde Waldasche (aus Ästen, Laubwerk, kernfauligen Bäumen,...) oder Baumasche (Verbrennen aufrecht stehender Bäume oder Einäschern ganzer Waldteile, wurde im 18. Jahrhundert verboten) von Aschenbrennern gebrannt. Danach laugte ein Flußsieder (Pottascheerzeuger) den Kaligehalt aus dieser Holzmasche durch Übergießen mit Wasser in mehreren Durchgängen. Wobei der Kaligehalt der einzelnen Holzarten sehr unterschiedlich ist, wie etwa der der Ulme am höchsten und der der Fichte am niedrigsten. Die Lauge wurde anschließend eingedampft und die steinharte rohe Pottasche („Fluß“) im Ofen gebrannt (Pottaschesiederei). Die so erhaltene Pottasche diente als Flußmittel in der Waldglaserzeugung und ermöglichte weitgehend farbloses Glas (WINKELBAUER 1992, BLAU 1983).

Weitere Flußmittel waren Soda, Glaubersalz, Kochsalz, Salpeter, Kalk, Gips und auch Glasscherben wurden zur Verbesserung der Qualität und Beschleunigung der Schmelzvorganges beigemischt (WINKELBAUER 1992, ZAUBEK 1971).

Verunreinigungen absondern. Anschließend wurde wieder geschürt bis der Ofen wieder volle Hitze hatte, dazu wurde gerne hartes Holz verwendet, da es größere Hitze gab. War diese erreicht konnte mit dem Herausarbeiten begonnen werden. Hierbei tauchte der Glasmacher mit der Pfeife (ein metallisches Blasrohr, Abb.23) in das flüssige Glas im Hafen ein und holte einen Teil heraus, nach Bedarf wiederholte er diesen Vorgang, zwischen denen das Glas immer wieder in die gewünschte Form geblasen wurde. Als Hilfsmittel für die Formgebung wurden auch Modeln aus Ton, Lindenholz und Buchenholz verwendet. Die fertigen Gläser kamen als weiterer Schritt in den Kühlöfen, wenn dieser voll war, wurde er zugemauert und das Feuer ließ man ausgehen. Nach drei Tagen wurde der Kühlöfen dann wieder aufgemacht und man konnte die fertigen, abgekühlten Gläser entnehmen (PÜRGN 1932a).

Das Glas wurde in allen Gattungen in zwei Klassen hergestellt, einerseits ganz gemeines grünes, braunes oder schwärzliches Glas und andererseits hochwertiges weißes Glas (DIENSTL 1969).

6 Glas und wesentliche Rohstoffe für die Glaserzeugung

6.1 Grundlagen

„Glass is an inorganic product of fusion which has been cooled to a rigid condition without crystallisation“ (Definition der American Society for Testing Materials von 1945)

Diese Definition schränkt die Zusammensetzung des Glases innerhalb der anorganischen Gruppe nicht weiter ein und ist sehr weit gefasst. Generell ist der Begriff Glas sehr schwer zu erfassen, da er sich allein im allgemeinen Sprachgebrauch im Laufe der Jahrhunderte sehr stark verändert hat. Auch verschiedene Betrachtungsweisen ergeben Unterschiede in der Begriffserklärung. Im wissenschaftlichen Sprachgebrauch sollte dennoch deutlich zwischen Glas als Festkörper und der Glasschmelze unterschieden werden.

Glas ist im physikochemischen Sinn eine eingefrorene Flüssigkeit, in der Betrachtung also von der Schmelze abgeleitet, welche sich nicht im thermodynamischen Gleichgewicht befindet (SCHOLZE 1988).

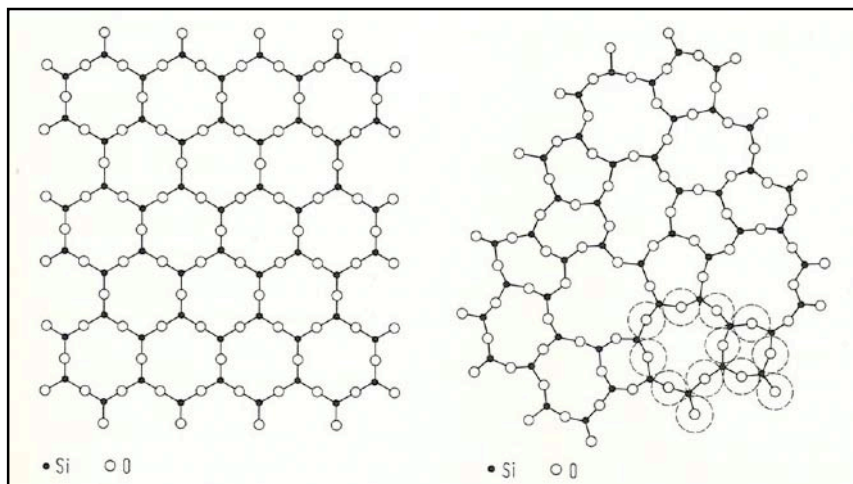


Abbildung 24: SiO₂ in regelmäßiger (links) Kristallstruktur und unregelmäßiger (rechts) Netzwerkstruktur (SCHOLZE 1988)

Bei Glas ist der Energieunterschied zu einem Kristall derselben Zusammensetzung sehr gering. Daher müssen in Glas und Kristall dieselben Bindungszustände oder Struktureinheiten vorherrschen. In einem Kristall sind, im Unterschied zu Glas, die Gitterbausteine regelmäßig und streng angeordnet, während im Glas ein unregelmäßiges Netzwerk (Netzwerkhypothese nach Zachariasen) der Struktureinheiten auftritt (SCHOLZE 1988, Abb.24).

Die Grundlage der Glasbildung ist also das so genannte Netzwerk, wobei Kationen, die das Netzwerk aufbauen Netzwerkbildner (networkformer; zum Beispiel: Si, Ge, B, As, P) und Kationen, die es abbauen Netzwerkwandler (networkmodifier; zum Beispiel: Alkalien und Erdalkalien) genannt werden (SCHOLZE 1988).

Aufgrund dieser ungeordneten Struktur besitzt Glas auch keinen bestimmten Schmelzpunkt, wie ein Kristall, sondern erweicht langsam, da so viele Übergänge zwischen starken und schwachen Bindungen vorliegen. Bei einem Kristall hingegen bricht das gesamte Gitter bei einer definierten Temperatur, dem Schmelzpunkt, zusammen. Bei der Kristallisation besitzen Gläser ebenfalls eine Sonderstellung, wobei diese in jenem Fall als Entglasung bezeichnet wird. Maßgebend für diesen Prozess sind Keimbildungs- und Kristallisationsgeschwindigkeit. Wenn eine Substanz in den Glaszustand gebracht werden soll, müssen beide Geschwindigkeiten Null oder sehr gering sein. Aufgrund der Vielfalt an Gläser und der daraus resultierenden Vielzahl an Bildungsmöglichkeiten wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter auf diverse Hypothesen zur Glasstruktur und Bildungsvorgängen eingegangen, da dies nicht mehr dem Verständnis des Arbeitsthemas dient und über die Grundlagen weit hinausreicht (SCHOLZE 1988).

Einige Begriffserläuterungen sind dennoch für die Gläser essentiell:

„Ein Idealglas hat eine Struktur, die der im thermodynamischen Gleichgewicht befindlichen Struktur der unterkühlten Flüssigkeit im Transformationsbereich entspricht, ohne dass während der Abkühlung Keimbildung, Kristallisation oder Entmischung eingetreten ist. ... Alle Abweichungen von dieser Forderung führen zu Realgläsern.“ (SCHOLZE 1988)

Im Zusammenhang mit Gläser treten auch weitere Begriffe häufig auf: nichtkristallin - amorph - glasig, wobei diese häufig als gleichbedeutend verwendet werden. Ein nichtkristalliner Festkörper wird meist röntgenographisch charakterisiert und hat im Gegensatz zu einem Kristall höhere Energie.

Der Kristall ist am stabilsten, weil er die niedrigste Energie besitzt. Auf einer energetisch höheren Stufe befindet sich Glas (ungeordnete Struktur), welches aus einer Schmelze entsteht, und als glasig beschrieben wird. Amorphe Festkörper besitzen die höchste Energie, darunter fallen amorpher Niederschlag durch Verdampfung eines Kristalls, amorphe Festkörper durch Scherung oder Strahlung, amorphes Pulver durch Zerkleinerung, oder entwässertes Gel durch Lösung entstanden (SCHOLZE 1988).

6.2 Glasstrukturen

Oxidische Gläser enthalten als Anion den Sauerstoff. Aufgrund der Netzwerkhypothese sind auch Gläser aus nur einem Oxid, welches als Komponente bezeichnet wird, möglich. Diese Einkomponentengläser dürfen aber keinerlei Inhomogenitäten aufweisen. Innerhalb dieser Gruppe besitzt SiO_2 -Glas, Kieselglas, eine Sonderstellung, weitere Oxidgläser sind zum Beispiel B_2O_3 -Glas oder GeO_2 -Glas (SCHOLZE 1988).

Bei den Alkalisilikatgläsern sind zusätzliche Trennstellensauerstoffe der benachbarten Alkaliionen vorhanden, welche eine Schwächung der Glasstruktur bewirken. Hieraus ergeben sich Änderungen der Glaseigenschaften mit steigendem Alkalioxidgehalt, zum Beispiel Na_2O . Neben Alkalioxide werden auch Erdalkalioxide, am häufigsten CaO , in die Glasstruktur eingebaut. Die Kombination der drei Komponenten: Na_2O - CaO - SiO_2 ist die Grundlage der handelsüblichen Flach- und Hohlgläser.

Im Allgemeinen wirkt sich der Einbau verschiedener Ionen deutlich und mit sehr unterschiedlichen Auswirkungen, bei bereits geringen Mengen, auf die Glaseigenschaften aus. Die Möglichkeiten innerhalb der Oxide sind vielfältig, aber die Glasbildung beschränkt sich nicht nur auf oxidische Gläser.

Unter die nichtoxidischen Gläser fallen Halogenidgläser (zum Beispiel Fluoridglas), Chalcogenidgläser, metallische Gläser und kohlenstoffhaltige Gläser (SCHOLZE 1998).

6.3 Eigenschaften

Für die Herstellung und Verarbeitung von Glas ist die Viskosität von besonderer Bedeutung, und jene ist stark abhängig von Natur und Struktur der Glasschmelze, als auch von der Temperatur. Kieselglas hat bei niedrigen Temperaturen eine sehr hohe Viskosität, die aber bei steigender Temperatur abfällt. Auch ein Zusatz an Alkalien führt zu einer Verringerung der Viskosität, da mit steigendem Gehalt an Alkaliionen die Anzahl an Trennstellen zunimmt. Erdalkalien haben einen entsprechenden Einfluss. Während eine Einführung von Al_2O_3 eine Schließung der Trennstellen zu Folge hat und somit die Viskosität ansteigen lässt (SCHOLZE 1998).

Ein weiterer wesentlicher Aspekt bei der Glasherstellung ist die Wärmedehnung. Jedes Teilchen in einer Substanz führt aufgrund seiner thermischen Energie Schwingungen aus, welche bei Glas (SiO_2 -Glas) aufgrund seines ungeordneten Netzwerkes und starken Si-O-Bindungen begrenzt sind. Im Gegensatz zu kristallinen SiO_2 werden auch kaum Schwingungen als Wechselwirkung zwischen den einzelnen Nachbarn übertragen. Die Ausdehnung von Glas ist demnach sehr gering, und kann durch

Zusätze, wie etwa TiO_2 noch weiter gesenkt werden. Bei steigendem Alkaligehalt hingegen nimmt auch die Ausdehnung zu.

In diesem Rahmen ist noch zu erwähnen, dass die Dichte von SiO_2 -Glas bei Raumtemperatur zwischen $2,20$ und $2,22 \text{ g/cm}^3$ liegt (SCHOLZE 1998).

Kupfer	Cu^{2+} färbt als $[\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}_6]$ schwach blau und grün, und als $[\text{Cu}^{\text{II}}\text{O}_4]$ schwach gelblich,
Titan	größere Mengen an TiO_2 färben violett, geringe Mengen färben nicht
Vanadium	zahlreiche Farbänderungen können beobachtet werden
Chrom	färbt als $[\text{Cr}^{\text{III}}\text{O}_6]$ grün und als $[\text{Cr}^{\text{VI}}\text{O}_4]$ gelb
Mangan	normalerweise farblos, bei alkalireichen Gläsern: violette
Eisen	die Färbung durch Eisen ist sehr komplex, da für Fe^{2+} und Fe^{3+} je die Koordinationszahlen 4 und 6 möglich sind grüngelb, grünblau, (als Oxid) schwarz und rot, (als Sulfid) gelb
Kobalt	stärkste Farbeeinwirkung $[\text{Co}^{\text{I}}\text{O}]$ färbt intensiv blau, $[\text{Co}^{\text{II}}\text{O}_6]$ rosa und $[\text{Co}^{\text{III}}\text{O}_4]$ grün
Nickel	generell erscheint das Glas graubraun; je nach Zusammensetzung verstärkt $[\text{Ni}^{\text{II}}\text{O}_6]$ in eine gelbe und $[\text{Ni}^{\text{II}}\text{O}_4]$ in eine blaue Farbe
Blei	smaragdgrün, gelb
Gold	„Goldrubin“
Silber	„Silbergelb“
Cadmium	„Cadmiumgelb“
Selen	„Selenrubin“, „Selenrosa“
Bleiantimonat ($\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$)	grün, gelb
Bleistannat (PbSnO_3)	türkis, gelb
Calciumantimonat ($\text{Ca}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$)	weiß, türkis
Zinn	färbt als Zinnoxid weiß

Tabelle 1: die wichtigsten Farbzusätze (SCHOLZE 1998, WEDEPOHL 2003)

Die Dichte von Glas und dessen Lichtbrechung haben einen maßgebenden Einfluss auf dessen optischen Eigenschaften. Die Lichtbrechung ist ihrerseits abhängig von der Wechselwirkung des Lichts mit den Ionen, die das Glas aufbauen. Reines SiO_2 -Glas hat verhältnismäßig kleine Lichtbrechung, da dessen Brückensauerstoffe nur geringe Polarisierbarkeit besitzen. Die Brechzahl steigt hingegen mit Zunahme des Alkaligehaltes, da in Alkalisilikatgläsern die Trennstellensauerstoffe eine höhere

Polarisierbarkeit besitzen, wobei die Lichtbrechung nicht allein von der Polarisierbarkeit bestimmt ist, sondern auch vom Molvolumen (SCHOLZE 1988).

Die bekannteste Eigenschaft von Glas ist die Lichtdurchlässigkeit. Gläser mit den üblichen Netzwerkwandlern (Alkalien und Erdalkalien) sind völlig farblos im sichtbaren Bereich des Spektrums. Enthält Glas aber Elemente der Nebengruppenreihen wie etwa Cu, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co und Ni, bewirkt bereits geringe Energie unter Einwirkung von Licht Elektronensprünge (Absorptionen) die als Färbungen auftreten. Weiters entsteht Färbung (Tab.1) durch Farbkationen, Farbanione und Kolloide (SCHOLZE 1998).

Für die Entfärbung wurde früher oft MnO_2 verwendet, auch Glasmacherseife genannt, für diese chemische Entfärbung kann aber auch unter anderem CeO_2 verwendet werden. Bei der physikalischen Entfärbung absorbiert eine beigeseetzte Substanz (z.B. CoO , NiO , Nd_2O_3) in der Komplementärfarbe, sodass sich die beiden Farben kompensieren (SCHOLZE 1998).

Die Zusammensetzung von Glas hat aber nicht nur Einfluss auf die optischen Eigenschaften, sondern auch auf die mechanischen wie Elastizität und Festigkeit. Die Beimengung von Alkalien bewirkt eine Schwächung der Struktur aufgrund der gebildeten Trennstellensauerstoffe. Andererseits ist bei geringen Alkaligehalten die Kompressibilität groß, da viele Hohlräume vorhanden sind. Die Festigkeit des Glases ist ihrerseits abhängig von der Stärke der Bindungen zwischen den Komponenten. Oft entstehen durch die Entmischung im Glas Risse, die die Festigkeit verringern. Die Festigkeit des Glases gegenüber einer konzentrierten mechanischen Beanspruchung wird als Härte, Mikrohärte, bezeichnet. Alkalien haben einen verringerten Einfluss auf die Härte, wie auch gelöstes Wasser und steigende Temperatur (SCHOLZE 1998).

Nachdem Glas auch in der Elektrotechnik seine Anwendung gefunden hat, sind die elektrischen Eigenschaften ebenfalls von Bedeutung. Wenn ein Glas frei ist von Netzwerkwandlern, zum Beispiel Kieselglas, dann ist sein Leitfähigkeit gering, da nur wenig bewegliche freie Ionen einen Stromtransport ermöglichen. Aber bereits geringe Verunreinigungen, wie etwa NaO_2 , wirken sich senkend auf den elektrischen Widerstand aus. Generell wirken sich zwei Effekte auf die Leitfähigkeit aus, zum einen die Stärke der Ionenbindung und zum anderen die Größe der Ionen. Auch der Einbau

von Anionen lockert die Struktur und erniedrigt den Widerstand. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit, bei steigende Temperatur eine Zunahme der Leitfähigkeit, ist zu folgern, dass je besser die Kühlung des Glases durchgeführt wurde, desto größer der elektrische Widerstand ist (SCHOLZE 1998).

Das größte Einsatzgebiet ergibt sich aber aus der chemischen Beständigkeit von Glas gegenüber fast allen Chemikalien bei den üblichen Temperaturen. Nur die Flusssäure, unter den bekannteren Substanzen, hat einen merklichen Einfluss auf Glas. Aber auch das Verhalten des Glases in Verbindung mit Wasser und wässrigen Lösungen ist nicht zu unterschätzen, da Glas nicht unempfindlich gegenüber Wasser ist und die beobachtete Beständigkeit nur eine scheinbare ist. Glas ist gegenüber wässrigen Lösungen nicht stabil, sondern nur die Reaktionsgeschwindigkeiten sind sehr gering.

Kieselglas mit einem geschlossenen Netzwerk aus Si-O-Si-Brücken hat eine sehr gute Säure- und Wasserbeständigkeit. Eine Verbesserung ist durch den Ersatz der Brückensauerstoffe durch Stickstoff zu erreichen, vor allem gegenüber einer Erosion durch eine alkaline Lösung. Generell führt steigender pH-Wert zu einer Netzwerkauflösung, welche gut in einem Gewichtsverlust nachzuweisen ist (SCHOLZE 1998).

Nachdem die Glasherstellung ein sehr wärmeintensiver Prozess ist, sind auch die thermischen Eigenschaften von Glas von Bedeutung. Auf die spezifische Wärme hat besonders die Abkühl- und Aufheizgeschwindigkeit großen Einfluss. Der Transport von Wärme in Gläsern erfolgt entweder nur durch Wärmeleitung (bei tiefen Temperaturen) oder durch Wärmestrahlung (bei hohen Temperaturen) (SCHOLZE 1998).

6.4 Glasrohstoffe

Zu den Glasrohstoffen gehören Minerale wie Quarz, Trona und Braunstein, als auch Produkte wie Pflanzenaschen und Metalloxide. Optionell werden noch Läutermittel, Entfärber oder Färbemittel beigemischt (WEDEPOHL 2003, POHL 2005).

6.4.1 Quarz

Das Mineral Quarz ist der häufigste Bestandteil der Gemenge für die Glasherstellung und trägt zur Glasschmelze einen Anteil von 45 - 70 Gewichtsprozent bei. Der Quarz, welcher für die Glasindustrie verwendet wird, stammt meist aus Sanden, welche außer Quarz nur wenig andere Minerale enthalten, oder Quarzgerölle aus metamorphen und magmatischen Gesteine, welche größtmöglich frei von Nebenbestandteilen sind. Der Quarz selbst besteht fast nur aus SiO_2 mit sehr geringen Anteilen von Nebenbestandteilen in seiner Kristallstruktur, mit meist hundertstel (Ca, Na, K, Ti) oder zehntel (Al) Gewichtsprozent. Sande bestehen selten aus reinem Quarz und besitzen meist größere Anteile von Feldspat, Glimmer und Kaolinit, sowie Anreicherungen an Schwermineralen (WEDEPOHL 2003).

Quarzsand (0,06 - 2mm) und Kies (2 - 63,2mm) gehören zu den sedimentären, nicht bindigen Lockergesteinen und werden in Bausande und Industriesande unterschieden. Unter die Industriesande fallen neben Glassanden und Formsanden auch Schleifsande, Filtersande und ähnliches. Um den qualitativen Ansprüchen der heutigen Glasindustrie zu genügen müssen Quarzsande einige Richtwerte einhalten. Zum einen die chemische Reinheit, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,025\%$, TiO_2 , CaO und $\text{MgO} < 0,03\%$ so wie $\text{Al}_2\text{O}_3 < 1\%$, die Korngröße (0,1 - 0,5mm) und Kornform. Zu den besten Glassanden gehören mehrfach umgelagerte, reife Sedimente, aus mariner, fluviatiler oder äolischer Entstehung, in denen Quarz angereichert ist und des Weiteren auch wenige Schwerminerale enthalten sind (POHL 2005).

6.4.2 Soda-Asche (natriumreiche Pflanzenasche)

Hierbei handelt es sich um Pflanzenaschen aus Salzpflanzen, das heißt salzliebende Pflanzen (meist Strand- und Wüstenpflanzen), deren Zellhaushalt von Natrium und Calcium übernommen wurde. Hauptbestandteile in dieser Pflanzenasche sind daher Natriumkarbonat (Na_2CO_3) und Calciumkarbonat (CaCO_3) mit Nebenbestandteilen von Magnesiumkarbonat (MgCO_3) und Kaliumkarbonat (K_2CO_3). In der Glasschmelze reagieren die Karbonate mit der Kieselsäure zur Silikatbildung unter der Freisetzung

von CO₂. Soda-Asche-Gläser sind allein aus Quarz und Soda-Asche hergestellt und anhand von vier charakteristischen chemischen Bestandteile (MgO, Na₂O, K₂O, CaO) zu beschreiben (WEDEPOHL 2003).

6.4.3 Trona (mineralische Soda, Na₃HCO₃CO₃·2H₂O)

Die Gewinnung des Natriumkarbonats erfolgt durch Abbau von Salzablagerungen am Boden von ariden Salzseen. Ein bereits in der Antike bekanntes Lagerstättenvorkommen von Trona ist das Wadi el Natrun, eine 45km lange Senke zwischen Alexandria und Kairo, welches wahrscheinlich lange Zeit der Hauptproduzent von Trona in der Antike war. Glas aus mineralischen Soda lässt sich leicht durch seine geringeren Gehalte von Magnesium und Kalium von Soda-Asche-Glas unterscheiden (WEDEPOHL 2003).

6.4.4 Kalk

Diese Gläser werden Soda-Kalk-Gläser genannt, wobei Kalk als Beimengung bei der Glasherstellung aus Quarz und mineralischen Trona nötig war um die Glasstabilität zu gewährleisten. Dafür wurden in der Antike Schalen von Meerestieren benutzt, vor allem um Verunreinigungen von unerwünschten Bestandteilen wie Ton zu minimieren. Bei Gläsern aus Pflanzenasche ist ein Kalkzusatz meist nicht notwendig, da die meisten Pflanzen ausreichend kalkführend sind, obwohl Kalk oft zum Strecken von Holzasche verwendet wurde um Kosten zu sparen (WEDEPOHL 2003).

6.4.5 Holzasche (kaliumreiche Pflanzenasche)

Im Gegensatz zu den vorher erwähnten Salzpflanzen sind bei Landpflanzen hauptsächlich Kalium und Calcium physiologisch wirksam (nicht Natrium und Calcium). Nachdem die Buche im Mittelalter zu den häufigsten Baumarten zählte, handelt es sich bei Holzasche meist um Buchenasche, welche wiederum durch vier charakteristische chemische Bestandteile (K₂O, CaO, MgO, P₂O₅) zu beschreiben ist. In waldarmen Ländern wurde oft die Asche von Farnen verwendet. Der höhere SiO₂- und CaO-Gehalt von Holzasche-Gläsern erfordert eine höhere Schmelztemperatur und somit eine verbesserte Ofentechnik. Einen großen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung der Holzasche hat einerseits der Standortuntergrund (Sand-, Kalk-, Löss-, Gneis- oder Granitboden,...) der Pflanze und andererseits welche Pflanzenteile (Stamm, Zweige, Rinde,...) für die Asche verwendet wurde (WEDEPOHL 2003).

6.4.6 Bleioxid

Bereits in der Antike war bekannt, dass man nicht nur aus Pflanzenasche und Quarz Glas herstellen konnte, sondern auch aus Bleioxid und Quarz. Bleigläser schmelzen bereits bei 700-800°C und erhalten nach Zugabe von verschiedenen Metalloxiden leuchtende Farben (WEDEPOHL 2003).

6.4.7 Kochsalz

Zu beachten ist, das Kochsalz nur in sehr geringen Mengen in einer Soda-Kalk-Glasschmelze löslich ist ($< 2,4\%$ NaCl) und das Chlor mit dem Feuchtigkeitwasser der Glasschmelze reagiert und sich bei 900-100°C als Säuredampf verflüchtigt. Ein erhöhter Chlorgehalt stammt entweder aus NaCl-Verunreinigung der Glasrohstoffe, Verwendung von Soda-Altglas oder bewusster Zugabe von NaCl. Durch eine Kochsalzzugabe wird eine Erhöhung der Alkalimetallgehalte in der Glasschmelze erreicht (WEDEPOHL 2003).

7 Beschreibungen der Proben

Bei den Sandproben handelt es sich um Proben aus Sand bis Feinkies unterschiedlicher Herkunft, deren mineralische Zusammensetzung makroskopisch anhand der > 2mm Fraktion bestimmt wurden. Die analysierten Granit- und Quarzproben stammen aus der Umgebung Galthof bei Schönau und sind als Lesesteine aufgenommen. Die Glasproben sind in drei Gruppen gegliedert, unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlichen Alters.

7.1 Sandproben

Probennummern: BF02aS, BF02bS, BF02cS, BF02dS, BF02eS, BF02fS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Breitensee, Teil einer Sandgrube nahe Zollamt Neu-Nagelberg (Abb.25)

Geologie: Bei diesen Sanden handelt es sich um fluviatile Ablagerungen. Allgemein zählen diese Sande zu den sehr groben, feldspatreichen und schlecht sortierten Sanden pleistozäner Terrassensedimente. Der Abbau der Sande erfolgt hauptsächlich für die Bauindustrie. Auch ist ein Einfluss des anstehenden Eisgarn Granits anhand frischer Gesteinsbruchstücke deutlich nachzuweisen. Charakteristisch sind die unterschiedlichen Rundungsgrade innerhalb des Sediments, von sehr kantig bis gut gerundeten Körner, welche vermutlich aus aufgearbeiteten älteren Sedimenten stammen (RÖTZEL & KURZWEIL 1985).

Aufschluss: Teil einer Sandgrube (Abb.26)

Mineralbestand: Den Hauptanteil stellen Quarz und Feldspat mit akzessorischen Bestandteilen an Biotit und Muskovit. Die Kornformen der Hauptbestandteile sind dominiert durch angerundete Formen bei Quarz und subangularen bei Feldspat.

Probennummern: BF05aS, BF05bS, BF05cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Finsternau, ehemaliges Zollhaus, Waldweg direkt an der Staatsgrenze zur Tschechischen Republik (Abb.30).

Geologie: tertiäre fluviatile Ablagerung

Aufschluss: ehemalige Sandgrube, bereits großteils überwachsen

Mineralbestand: Mit Hauptbestandteilen von Feldspat, Quarz und Muskovit dominieren angulare Kornformen die Sande.

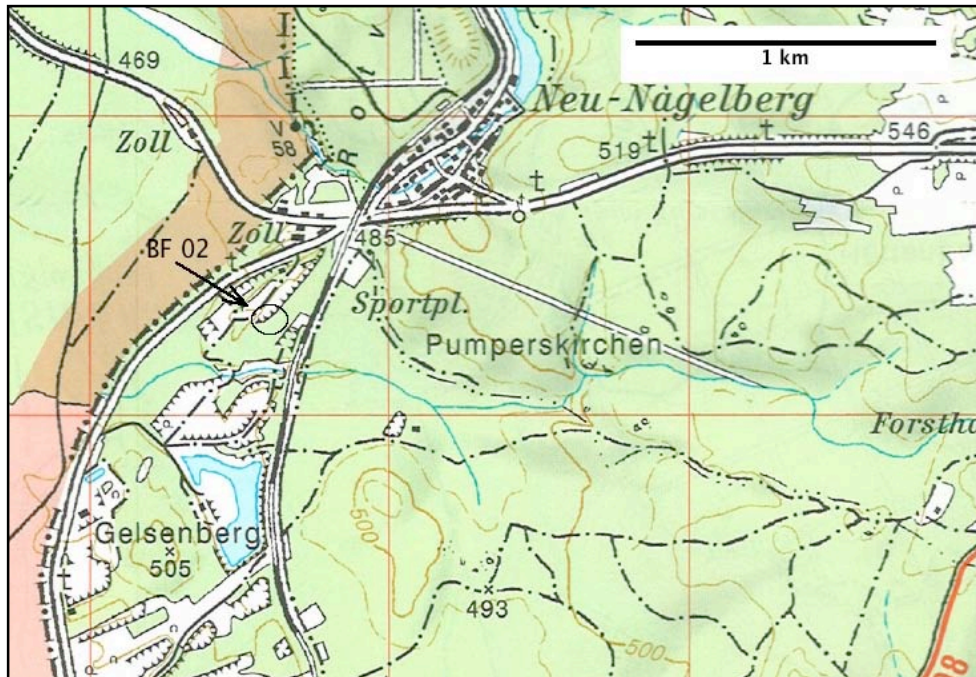


Abbildung 25: Auszug aus der OK25V (4303 – Ost, Alt-Nägelberg), markierte ist der Beprobungspunkt BF02



Abbildung 26: Beprobungspunkt BF02, Sandgrube

Probennummern: BF10aS, BF10bS, BF10cS, BF10dS, BF10eS, BF10fS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Höllgraben, zwischen Reichenbach und Schönau (Abb.31)

Geologie: tertiäre fluviatile Ablagerung

Im Aufschluss ist eine deutlich horizontale Schichtung zu erkennen. Desweiteren sind in höheren, jüngeren Bereichen große Einsprenglinge (½ bis 1cm) enthalten, die in älteren Bereichen fehlen (Abb.27).

Mineralbestand: Enthalten sind als Hauptbestandteile Feldspat und Quarz mit akzessorischem Muskovit und Biotit.



Abbildung 27: Beprobungspunkt BF10

Probennummern: BF12aS, BF12bS, BF12cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Rottal (Abb.28)

Geologie: Diese Mittelsande gehören zu den hochwertigen Quarzsanden der Lipnice Formation mit charakteristischer guter Rundung und Sortierung, welche in den flachen Mulden des Eisgarn Granit abgelagert worden sind. Diese Sande eignen sich hervorragend für die Gießereindustrie, werden aber derzeit nicht abgebaut (RÖTZEL & KURZWEIL 1985).

Aufschluss: ehemalige Sandgrube Rottal, bereits überwachsen

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Plagioklas, Quarz und Biotit. Akzessorisch mit weiters akzessorischen Muskovit und Kalifeldspat. Bei den Kornformen sind angulare bis angerundete Formen vorherrschend.

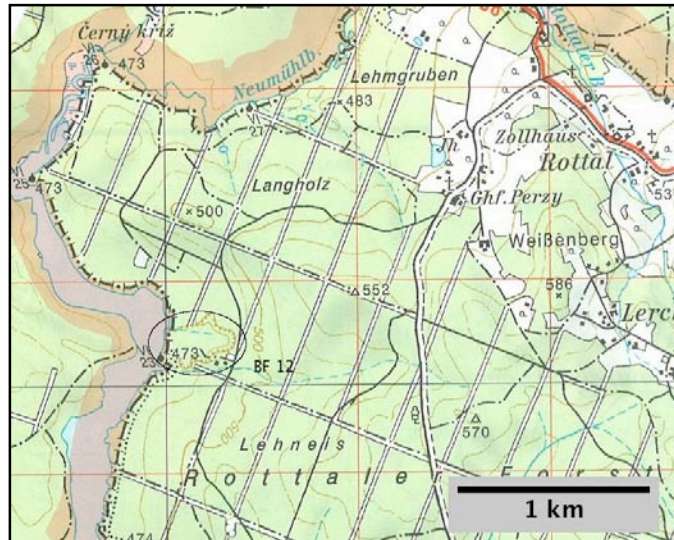


Abbildung 28: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF12

7.2 Bodenproben

Als Bodenproben wird in dieser Arbeit eine Probennahme direkt unterhalb der Humusschicht verstanden. Im untersuchten Gebiet beträgt die Humusschicht nur wenige Zentimeter und der Boden ist stark sandig, weshalb diese zu den Sandproben gerechnet werden.

Probennummern: BF01aS, BF01bS, BF01cS, BF01dS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Alt-Nagelberg, Waldweg südlich-westlich des ehemaligen Glasfabrikgeländes Stötzele (Abb.29).

Aufschluss: durch Baumsturz freigelegter Boden unterhalb der Humusschicht

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Plagioklas und Quarz mit akzessorischen Bestandteilen an Kalifeldspat und rötlichen Quarz.

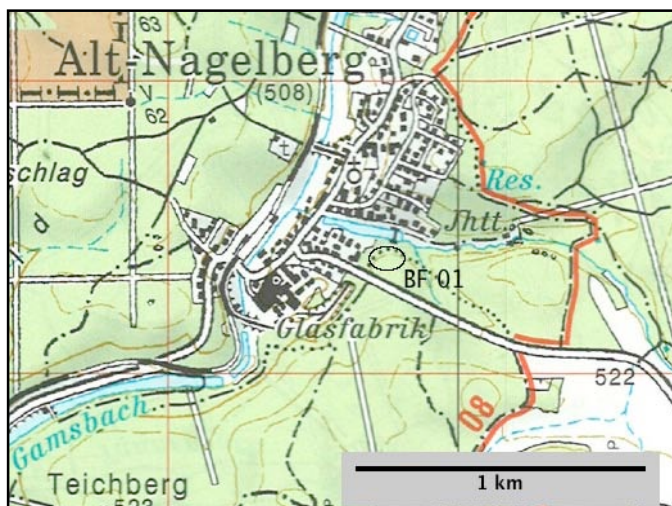


Abbildung 29: Auszug der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert ist der Beprobungspunkt BF01

Probennummern: BF06S

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Gopprechts, Pocherberg, Waldweg an einer Ackergrenze (Abb.30).

Aufschluss: freigelegter Boden durch Drainagegraben zwischen Ackern

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind subangularer Feldspat und subangularer Quarz mit akzessorischen Bestandteilen an Biotit und sehr wenig Muskovit.



Abbildung 30: Auszug der OK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF05 und BF06

Probennummern: BF07dS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Galthof bei Schönau (Abb.31)

Aufschluss: durch Baumsturz freigelegter Boden unterhalb der Humusschicht

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz und Muskovit.

Probennummern: BF14dS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Pocher, nördlich von Heidenreichstein (Abb.34)

Aufschluss: durch Baumsturz freigelegter Boden unterhalb der Humusschicht

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz, Muskovit und Biotit.



Abbildung 31: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF07, BF08, BF09 und BF10

7.3 Verwitterungsproben

Probennummern: BF03aS, BF03bS, BF03cS, BF03dS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Neu-Nagelberg, Mitterpocher entlang des Gamsbaches (Abb.32)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: im Frühjahr 2007 freigebaggerter Aufschluss zur Teichsanierung

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind subangularer Feldspat und angerundeter Quarz. Akzessorisch sind Muskovit und Biotit enthalten.

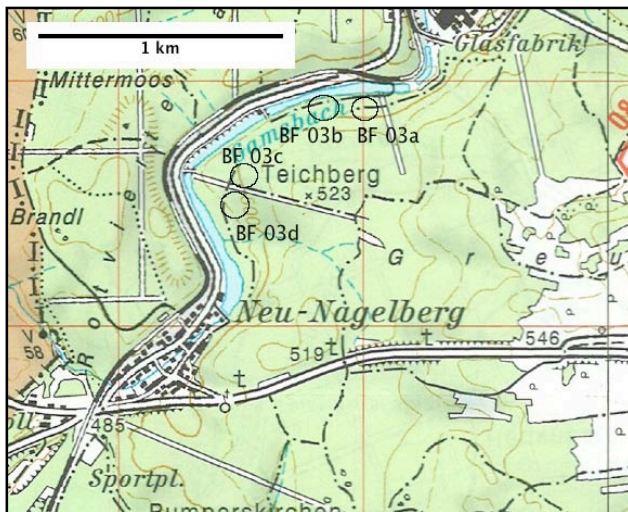


Abbildung 32: Auszug aus der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert sind die Beprobungspunkte von BF03

Probennummern: BF09aS, BF09bS, BF09cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Reichenbach, Nebenstraße, welche parallel zur Bundesstraße verläuft (Abb.31)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: teilweise bewachsener Hang

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat und Quarz mit akzessorischen Bestandteilen an Muskovit und Amphibol.

Probennummern: BF13aS, BF13bS, BF13cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Eugenia bei Schrems, nahe dem Forsthaus (Abb.33)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: durch Baumschäden freigelegter Boden unterhalb der Humusschicht

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat und Quarz mit akzessorischen Bestandteilen an Muskovit und Biotit.



Abbildung 33: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF13

Probennummern: BF15aS, BF15bS, BF15cS, BF15dS, BF15eS, BF15fS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Pengers bei Heidenreichstein, zwischen Jagdhaus und Wasserkraftwerk (Abb.34).

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: freigebagert (Rohmaterial für Bauarbeiten)

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz, Muskovit und Biotit in angularen Kornformen.



Abbildung 34: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF14 und BF15

Probennummern: BF16aS, BF16bS, BF16cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Waldweg nahe Eberweis (Abb.35)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: Verwitterungsmaterial, unterhalb eines Granitaufschlusses

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz, Muskovit und Biotit.

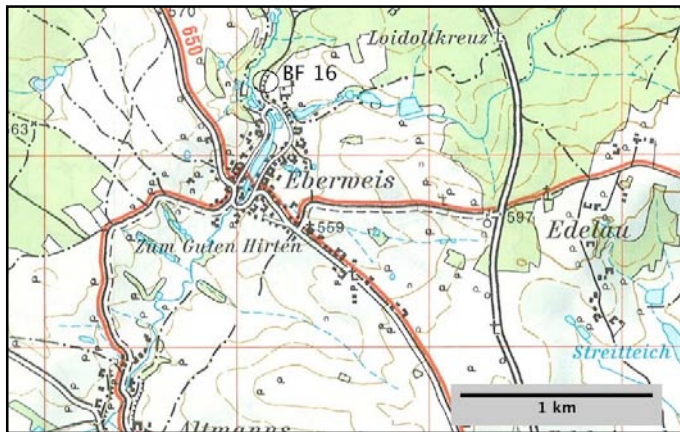


Abbildung 35: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF16

Probennummern: BF17S

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Griesbach, Bundesstraße Richtung Schlag (Abb.36)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: Straßenböschung, leicht bewachsen

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Quarz, Plagioklas und Biotit mit akzessorisch Bestandteilen an Muskovit, Kalifeldspat und sehr wenig Amphibol.

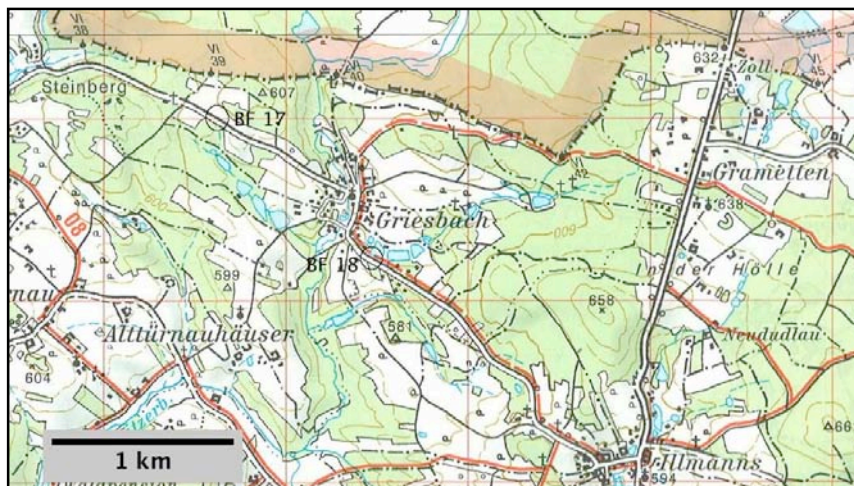


Abbildung 36: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF17 und BF18

Probennummern: BF18aS, BF18bS, BF18cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Griesbach, Bundesstraße Richtung Saaß
(Abb.36)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: Verwitterung eines Granitaufschlusses (Abb.37, Abb.38)

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz, Muskovit und Biotit.



Abbildung 37: Beprobungspunkt BF18 (Detail)



Abbildung 38: Beprobungspunkt BF18

Probennummern: BF19aS, BF19bS, BF19cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Saaß, Bundesstraße zwischen Sagmühle und Untere Saaß (Abb.41)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: Verwitterung eines Granitaufschlusses (Abb.39, Abb.40)

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz, Muskovit und Biotit mit akzessorischen Anteilen von Amphibol.



Abbildung 39: Beprobungspunkt BF19 (Detail)



Abbildung 40: Beprobungspunkt BF19

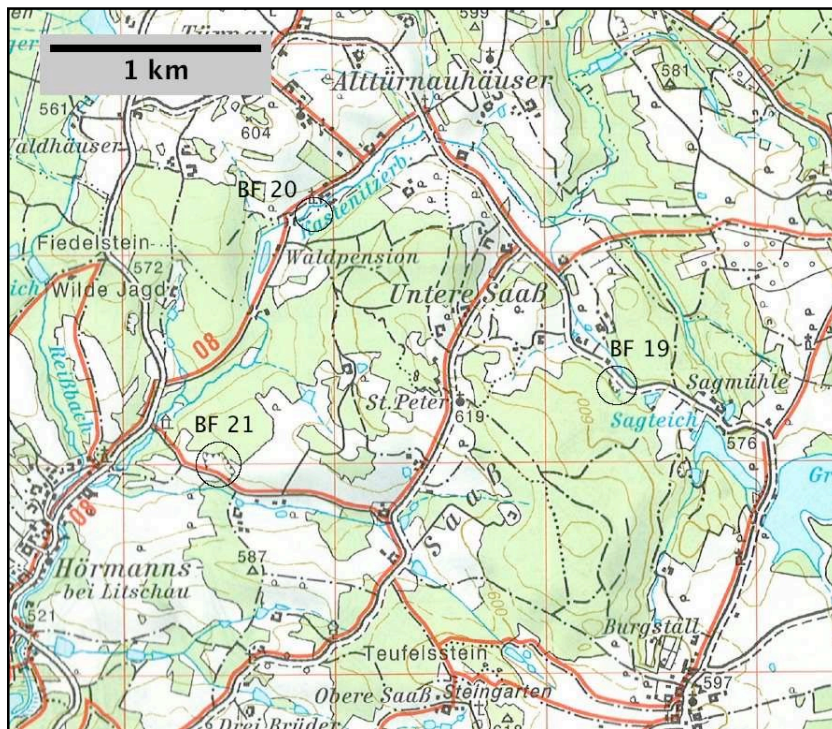


Abbildung 41: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF19, BF20 und BF21

Probennummern: BF20aS, BF20bS, BF20cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Saaß, nahe Hotel Sonnenhof (Abb.41)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: stark verwitterter Granitaufschluss

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat, Quarz und Muskovit mit akzessorischen Anteilen von Granat, Amphibol und grünlichem Quarz.

Probennummern: BF21aS, BF21bS, BF21cS

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Hörmanns, in der Nähe des gräflichen Anwesens von Litschau (Abb.41)

Petrographische Bezeichnung: Eisgarn Granit (Ausgangsgestein)

Aufschluss: aufgeschüttetes Sand- und Geröllmaterial

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Kalifeldspat, Quarz und Muskovit.

7.4 Bachsedimentproben

Probennummern: BF08S

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Galthof bei Schönau, nahe der ehemaligen Glashütte (Abb.31)

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Felspat, Quarz und Muskovit mit akzessorischen Tonstein.

Probennummern: BF11S

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Mülhgraben bei Schlag, nahe Zollhaus, bei der Grenze zur Tschechischen Republik (Abb.42)

Mineralbestand: Die Hauptbestandteile sind Feldspat und Quarz mit akzessorischen Muskovit und Biotit.

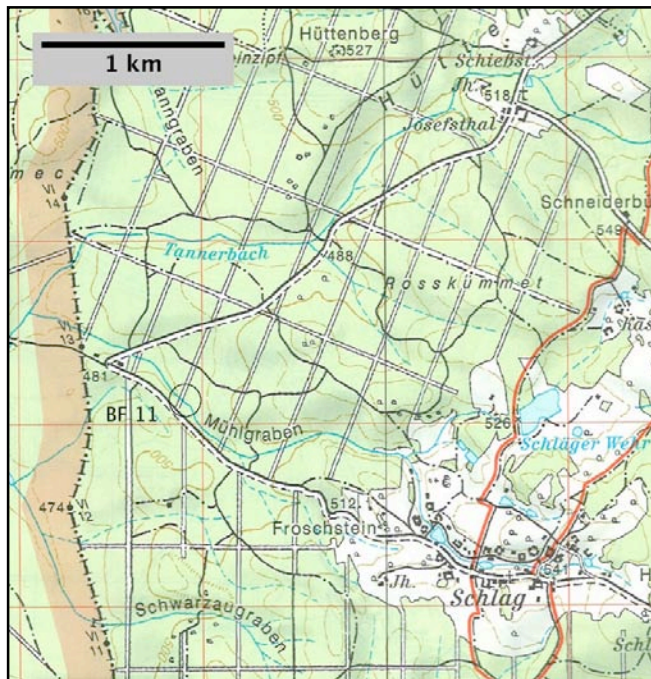


Abbildung 42: Auszug aus der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert ist der Beprobungspunkt BF11

7.5 Glasproben

Probengruppe: BF00aG, BF00bG, BF00cG (Abb.43)

Herkunft: Gopprechts

Alter: vermutlich Ende 19. Jahrhundert / Beginn 20. Jahrhundert

Beschreibung & Farbe: hellgrüne Waldglasbrocken



Abbildung 43: Probenfoto (BF00cG)

Probengruppe: BF04aG-1 (Abb.46), BF04aG-2 (Abb.46), BF04aG-3 (Abb.46), BF04bG-1 (Abb.45), BF04bG-2 (Abb.45), BF04bG-3 (Abb.45), BF04cG-1, BF04cG-2, BF04dG-1 (Abb.47), BF04dG-2 (Abb.47), BF04dG-3 (Abb.47), BF04dG-4 (Abb.47), BF04eG-1, BF04aG-2, BF04eG-3, BF04eG-4, BF04eG-5

Herkunft: Glashütte Reichenau am Freiwald (Abb.44)

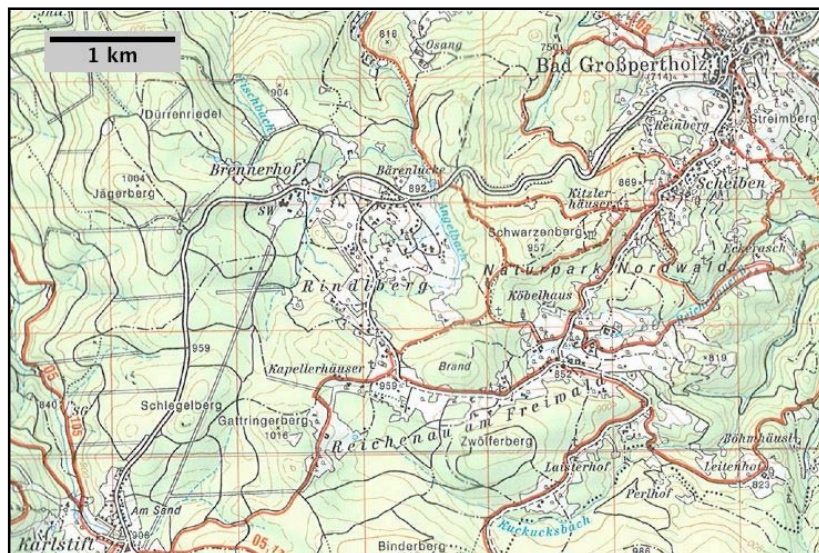


Abbildung 44: Auszug aus der ÖK50 (4309 Gmünd)

Alter: vermutlich 17. Jahrhundert¹²

Beschreibung & Farbe:

BF04aG-1 ... hellgrüner Waldbglasbrocken

BF04aG-2 ... hellgrüner Waldbglasbrocken

BF04aG-3 ... hellgrüner Waldbglasbrocken

BF04bG-1 ... dunkelgrüner Glashenkel

BF04bG-2 ... rosa-violetter Glasbrocken

BF04bG-3 ... hellgrünes Teilstück

BF04cG-1 ... weißer Flaschenhals



Abbildung 46: Probenfoto von BF04aG-1, BF04aG-2, BF04aG-3

BF04cG-2 ... weißer Flaschenstoppel

BF04dG-1 ... hellblaue, milchige Scherbe

BF04dG-2 ... rotbraun, gebänderte Scherbe

BF04dG-3 ... dunkelgrünes, hantelförmiges Stück

BF04dG-4 ... farblose, opalige Scherbe

BF04eG-1 ... rotbraun, gebänderte Scherbe

BF04eG-2 ... opalblaue Scherbe

BF04eG-3 ... hellblaue, milchige Scherbe

BF04eG-4 ... dunkelblaue Scherbe

BF04eG-5 ... gelblich, opalige Scherbe



Abbildung 45: Probenfoto von BF04bG-1, BF04bG-2, BF04bG-3



Abbildung 47: Probenfoto von BF04dG-1, BF04dG-2, BF04dG-3, BF04dG-4

¹² Leihgabe zur Analyse des Glasmuseums Gmünd

Probengruppe: BF26aG, BF26bG, BF26cG, BF26dG, BF26eG, BF26fG, BF26gG, BF26hG, BF26iG

Herkunft: Glashütte Altnagelberg

Alter: vermutlich Ende 19. Jahrhundert / Beginn 20. Jahrhundert

Beschreibung & Farbe:

BF26aG ... grünes Glas

BF26bG ... hellgrünes Glas

BF26cG ... weißes Glas mit grünlichen Stich

BF26dG ... weißes Glas

BF26eG ... blaues Glas (Abb.51)

BF26fG ... grünes Glas (Abb.50)

BF26gG ... grünes Glas (Abb.49)

BF26hG ... schwarzes Glas (Abb.48)

BF26iG ... dunkelgrünes Glas



Abbildung 51: Probenfoto von BF26eG



Abbildung 50: Probenfoto von BF26fG



Abbildung 49: Probenfoto von BF26gG



Abbildung 48: Probenfoto von BF26hG

7.6 Granit mit Quarz

Probennummern: BF07aQ

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Galthof bei Schönau, Lesestein

Beschreibung: Quarzknolle mit Graniteinschluss

Mineralogie: Quarz und Feldspat, akzessorisch Muskovit

Probennummern: BF07cQ

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Galthof bei Schönau, Lesestein

Beschreibung: Granit von Quarz stark durchzogen

Mineralogie: Quarz und Feldspat, akzessorisch Muskovit

7.7 Schlacke

Probennummern: BF24

Ortsangabe zum Beprobungspunkt: Neunagelberg

Schlacke wurde als Dämmmaterial im Arbeiterhaus der Glasfabrik verwendet

8 Arbeitsmethoden

8.1 Probennahme

Bei den Glasproben handelt es sich um unterschiedliche Proben aus verschiedenen historischen Glashütten. Drei Glasprobengruppen wurden chemisch analysiert, eine aus der Glashütte in Reichenau am Freiwald¹³ stammend, eine zweite Gruppe aus Funden in Gopprechts¹⁴ und die dritte aus Altnagelberg¹⁵.

Die Sandproben stammen größtenteils von Orten, an denen Glashütten bekannt waren. Wobei über die genauen Positionen der meisten Glashütten keine Aufzeichnungen mehr vorhanden sind. Die Proben sind unterschiedlicher Herkunft (fluviale tertiäre Sande, Bachsedimente, Verwitterungssande und Bodenproben) und meist wurde ein Probenpunkt mehrmals beprobt (durchschnittlich 3 Proben), um eine Aussage über Homogenität treffen zu können.

8.2 Korngrößenanalyse

Hierbei wurden Sande, Verwitterungssedimente, Bachsedimente und Bodenproben analysiert. Die teilweise bodenfeuchten Sedimentproben wurden zur Vorbereitung für die Analyse in einem Trockenschrank bei 50-60°C getrocknet, anschließend eingewogen und mittels vertikaler Nasssiebung in einem Rüttelsiebturm gesiebt. Es wurden die Analysesiebe 2mm, 1mm, 500µm und 250µm zur Gewinnung von drei Fraktionen verwendet. Die daraus gewonnenen Fraktionen beschreiben die Korngrößen 2mm - 1mm, 1mm - 500µm und 500µm - 250µm. Aus den erhaltenen Daten wurden anschließend Korngrößenverteilungen erstellt. Die Einteilung der Fraktionen erfolgt nach der Korngrößenklassifikation DIN 4022 in Grobsande und Mittelsande (Tab.2), andere Fraktionen wurden für weitere Analysen verworfen.

Sand	Äquivalenzdurchmesser	S	Bodentyp	Kornart
Grobsand	0,630 - 2,000 mm	gS	Feinboden, nicht bindig	Siebkorn
Mittelsand	0,200 - 0,630 mm	mS	Feinboden, nicht bindig	Siebkorn
Feinsand	0,063 - 0,200 mm	fS	Feinboden, nicht bindig	Siebkorn

Tabelle 2: Auszug der Körngrößenklassifikation nach DIN 4022

¹³ zur Verfügung gestellt vom Glasmuseum Gmünd

¹⁴ erhalten von Herr Apfelthaler (Glasmuseum Altnagelberg)

¹⁵ bereitgestellt von Herr Enzinger (Gemeinde Brand-Nagelberg)

Für die weiteren Arbeitsschritte wurden etwa 20ml der erhaltenen Fraktionen gemahlen und für eine chemische Analyse mittels Atomabsorptionsspektrometrie vorbereitet.

8.3 Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)

Den gemahlen Proben wurde eine Einwaage von 0,23 - 0,28 g entnommen und diese für einen Säureaufschluss mit 2ml Perchlorsäure (HClO_4) und 10ml Flusssäure (HF) versetzt und erwärmt. Die entstandenen Salze wurden anschließend wieder mittels Salzsäure (HCl, 2ml) und destillierten Wasser (~2ml) gelöst. Diese Lösung wurde mit einer Cäsiumchlorid-Lanthan(III)oxid-Pufferlösung (CsCl , La_2O_5) versetzt und mit destillierten Wasser in einem Messkolben auf 50ml aufgefüllt. Aus dieser Lösung wurden 100fache Verdünnungen hergestellt.

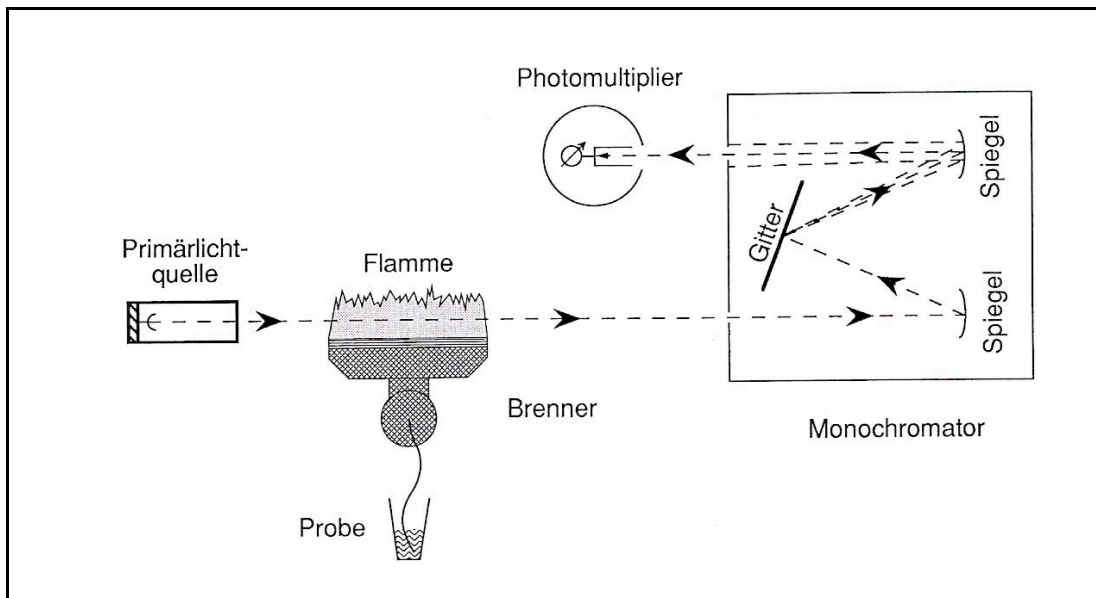


Abbildung 52: Grundprinzip eines AAS (Heinrichs 2000)

Die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) ist eine Methode (Abb.52) der Atomspektroskopie, neben der Emissionsspektrometrie und der Atomfluoreszenzspektrometrie. Zu den wesentlichen Bestandteilen eines AAS gehören eine Lichtquelle, eine Atomisierungseinheit (Flamme, Graphitrohrföfen,...), ein Monochromator und ein Detektor. Die Methode basiert auf der Eigenschaft der Atome Energie in bestimmten Wellenlängen zu absorbieren, oder auch Licht zu emittieren. Die Atome werden hierfür in einer Hohlkathode zum Leuchten angeregt, wobei dieser Vorgang elementspezifisch ist. Anschließend wird das Licht von einem Monochromator spektral zerlegt und die gewünschte Spektrallinie ausgewählt, verstärkt und ausgewertet. Bei diesen Analysen wurde ein Flammenatomabsorptionsspektrometer

(Perkin-Elmer 3030, Atomic Absorption Spectrophotometer) verwendet. Wichtige Einflussfaktoren auf ein Flammen-AAS sind das Gasgemisch, Brennerhöhe, Temperatur, Konzentration des Analyseelementes und die Matrixelemente. Als Gasgemisch dient als Brenngas Acetylen (C_2H_2) vermischt entweder mit Luft oder Lachgas (N_2O). Durch einen Zerstäuber wird die Probenlösung dann in die Mischkammer eingesprüht (HEINRICHS 2000).

Aus den Lösungen und deren Verdünnungen wurde anschließend die Konzentration der Elemente K, Na, Mg, Ca, Fe, Al, Co, Cu, Ni, Cr und Mn gemessen. Wobei nur für die Elemente Al und Cr ein Acetylen-Lachgas-Gemisch verwendet wurde und für die anderen Elemente ein Acetylen-Luft-Gemisch.

Die Ergebnisse wurden mittels der Formel umgerechnet.

$$\text{Messwert} * \text{Verdünnung[ml]} / \text{Einwaage [g]} = \text{Gehalt [ppm]}$$

Für die Umrechnung von Elementkonzentration in die Oxidkonzentration wurden folgende Faktoren (Tab. 3) verwendet:

Element (ppm)	Multiplikationsfaktor	Oxid (ppm)
Al	1,889	Al_2O_3
Fe	1,286	FeO
Ca	1,339	CaO
Na	1,348	Na_2O
K	1,2046	K_2O

Tabelle 3: Multiplikationsfaktoren für die Umrechnung von Elementkonzentration in Oxidkonzentration

Die SiO_2 -Konzentrationen wurden mittels der Summen der errechneten Elementkonzentrationen, welche von 100% abgezogen, bestimmt.

8.4 Durchlichtmikroskopie

Zur Vorbereitung für die Schriffe wurden Sedimentproben der Fraktion 500 μ m - 1mm in Araldite.dpf, einem Zweikomponentenharz (Harz:Härter, 5:1), eingelassen und gehärtet. Nach dem Aufkleben auf die Standardobjektträger (4,5 x 2,5cm) wurden die Proben auf die gewünschte Präparationsebene (30 μ m) mittels Siliziumkarbispulver (Körnung 800 und 1200) geschliffen. Die fertigen Schriffe wurden mit einer 3 μ Diamatensuspension poliert und lackiert.

Anschließend erfolgte eine polarisationsmikroskopische Untersuchung im Durchlicht.

8.5 Bestimmung des TOC- und des Schwefelgehaltes

Der „Total Organic Carbon“-Gehalt (TOC) gibt an wie viel organisch gebundener Kohlenstoff in einem Material enthalten ist. Bei der Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes wird das Material bei 1500°C verbrannt und unter Sauerstoffatmosphäre reagiert der Kohlenstoff zu CO₂. Die Konzentration des so entstandenen CO₂ wird mit einem Infrarotdetektor gemessen. Diese gibt Aufschluss auf den Gesamtkohlenstoffgehalt der Probe. Auf dieselbe Weise wird der Schwefelgehalt bestimmt, wobei der Schwefel zu SO₂ reagiert, dessen Konzentration wiederum mit einem Detektor gemessen wird.

Diese Methode gibt Aufschluss über Bedingungen während der Sedimentation, den Faziesbereich und Erhaltungsbedingungen des Materials.

Zur Vorbereitung wurde die trockene Probe zu einer analysenfeinen Korngröße in einem Achatmörser aufgemahlen und anschließend mit einem „LECO 300 CSTM“ Analysator gemessen (REISCHENBACHER 2003).

9 Auswertung

Die durch Nasssiebung, Atomabsorptionsspektrometrie und Durchlichtmikroskopie erhaltenen Daten finden sich in diesem Kapitel teils graphisch dargestellt und aufbereitet.

9.1 Korngrößenverteilung

Hier dargestellt sind die Korngrößenverteilungen der untersuchten Sedimentproben, unterteilt in die Gruppen Sandproben, Bodenproben, Verwitterungsproben und Bachsedimentproben.

9.1.1 Sandproben

Die Gruppen der Sandproben weisen relativ inhomogene Summenkurven (Abb.53) auf. Der mittlere Korngrößenbereich der Proben BF10 und BF12 liegt im Bereich 0,4 bis 0,8mm somit durchaus im Bereich des Mittelsandes, der mittlere Korngrößenbereich von BF05 und BF02 liegt im Vergleich dazu deutlich höher. Die Proben BF05 sind generell in starkem Kontrast, da deren Hauptanteil im gröberen Bereich liegt. Die Proben BF02 zeigen eine sehr gleichmäßige Verteilung über den analysierten Bereich.

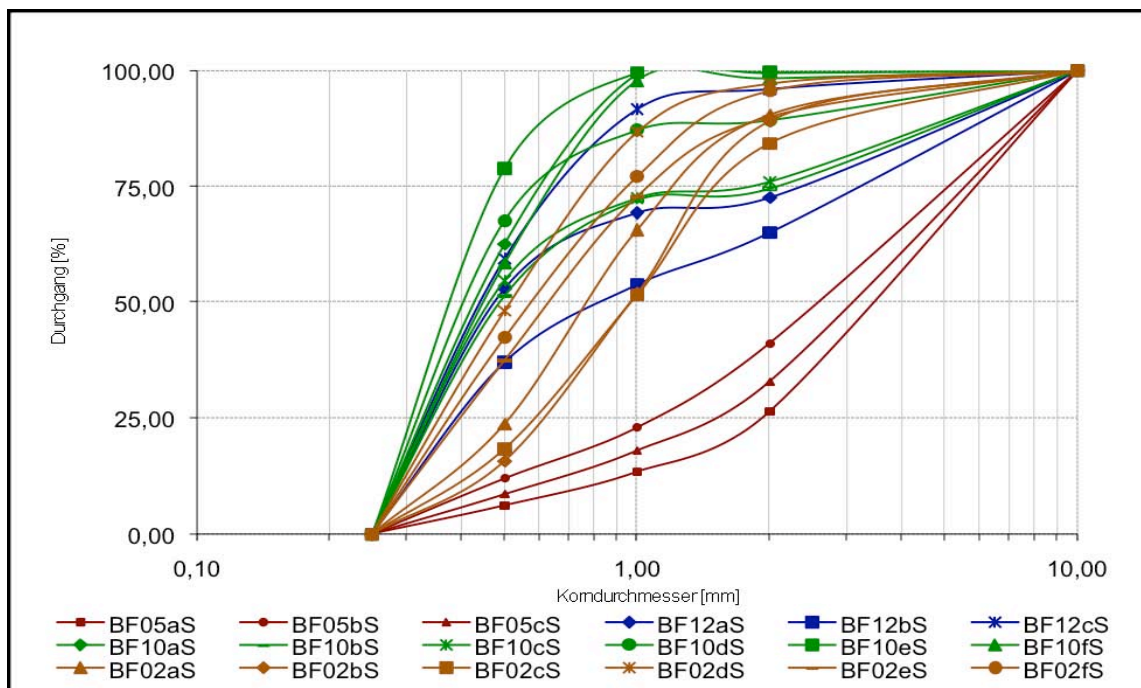


Abbildung 53: Korngrößenverteilung der Sandproben

9.1.2 Bodenproben

Die Verteilungen (Abb.54) der Bodenproben sind sich, mit Ausnahme der Probe BF06, sehr ähnlich. Der mittlere Korngrößenbereich liegt bei etwa 0,7mm und damit schon im Bereich des Grobsandes. Ähnlich der Probe BF05 (siehe Sandproben) ist auch BF06 deutlich gröber in der Hauptzusammensetzung.

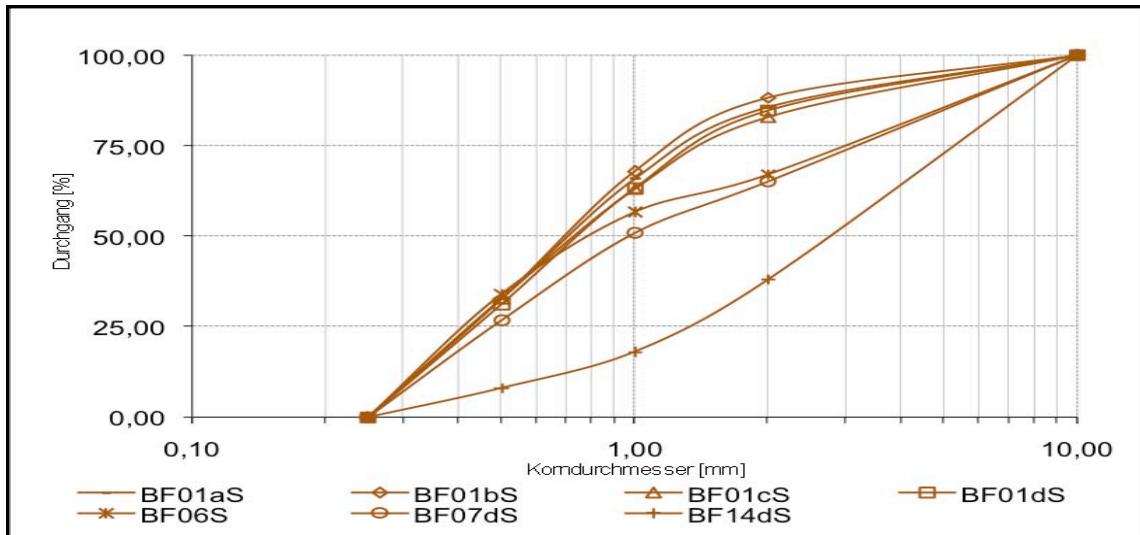


Abbildung 54: Korngrößenverteilung der Bodenproben

9.1.3 Bachsedimentproben

Die Summenkurven der Proben BF08 und BF11 zeigen deutliche Unterschiede in der Verteilung. Die Probe BF08 ist deutlich feinkörniger als BF11, welche Ähnlichkeiten zu BF05 (siehe Sandproben) und BF06 (siehe Bodenproben) aufweist.

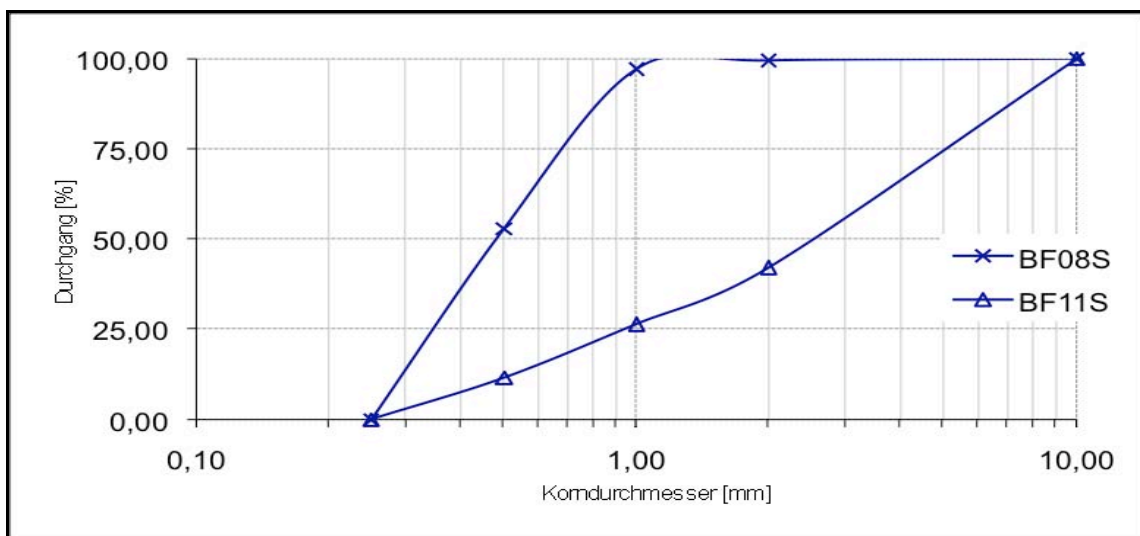


Abbildung 55: Korngrößenverteilung der Bachsedimentproben

9.1.4 Verwitterungsproben

Die Verteilungen der Verwitterungsproben (Abb.56) sind, mit Ausnahme der Proben BF03, BF17 und BF20, auffallend ähnlich. Sie zeigen einen relativ geringen Anteil an feinkörnigern Bestandteilen und weisen somit eine Tendenz vergleichbar mit den Proben BF05 (siehe Sandproben), BF06 (siehe Bodenproben) und BF11 (siehe Bachsedimentproben) auf. Die Proben BF03 und BF17 sind in ihrer Verteilung eher mit den Sandproben vergleichbar und liegen mit der mittleren Korngröße noch im Mittelsandbereich.

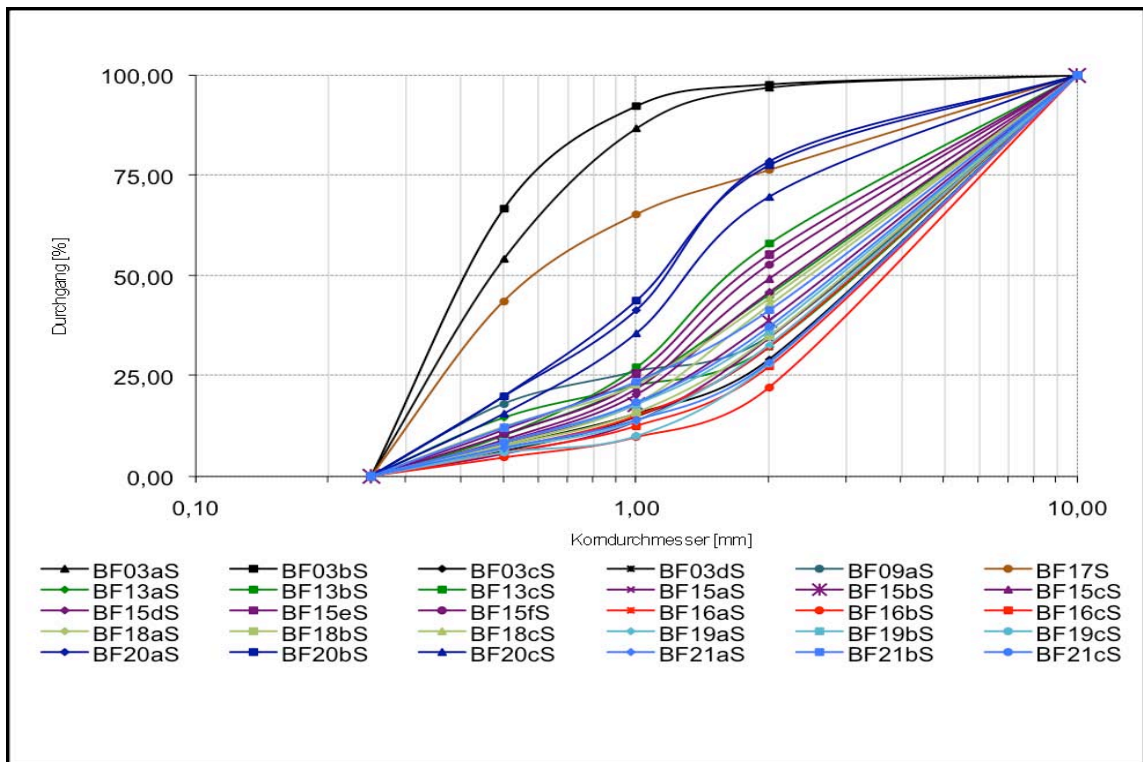


Abbildung 56: Korngrößenverteilung der Verwitterungsproben

9.2 AAS Daten

Neben den Analysedaten der unterschiedlichen Sedimentproben und Glasproben sind in den Diagrammen auch Vergleichsdaten aus der Literatur enthalten. Die Werte unterschiedlicher Granite im untersuchten Gebiet stammen aus BREITER & SCHARBERT (1998), zu diesen gehören Daten des Eisgarn Granit, Phyrabruck 2478 und Galthof 2630 analysiert vom CGS PRAHA, sowie des Homolka Granit 2103 und Josefsthäl Ganggranit 2407 analysiert von SIXTA et al.

Die Vergleichsdaten zu den Glasproben stammen aus einer Tabellensammlung in WEDEPOHL (2003)¹⁶ und umfassen Holzaschegläser aus dem Füh-, Hoch- und Spätmittelalter in Deutschland, Frankreich und England.

9.2.1 Sand- und Gesteinsproben

Die Daten der chemischen Analyse (Abb.57, Abb.58, Abb.59, Abb.60, Abb.61, Abb.62) zeigen eine recht inhomogene Verteilung der Zusammensetzung speziell bei den Verwitterungssanden. Die fluviatilen Sande und Bachsedimente weisen hingegen die Tendenz in Richtung reine Quarzsande auf. Die aus der Literatur erfassten Granitproben sind gut in den Datensatz der Verwitterungssande integrierbar.

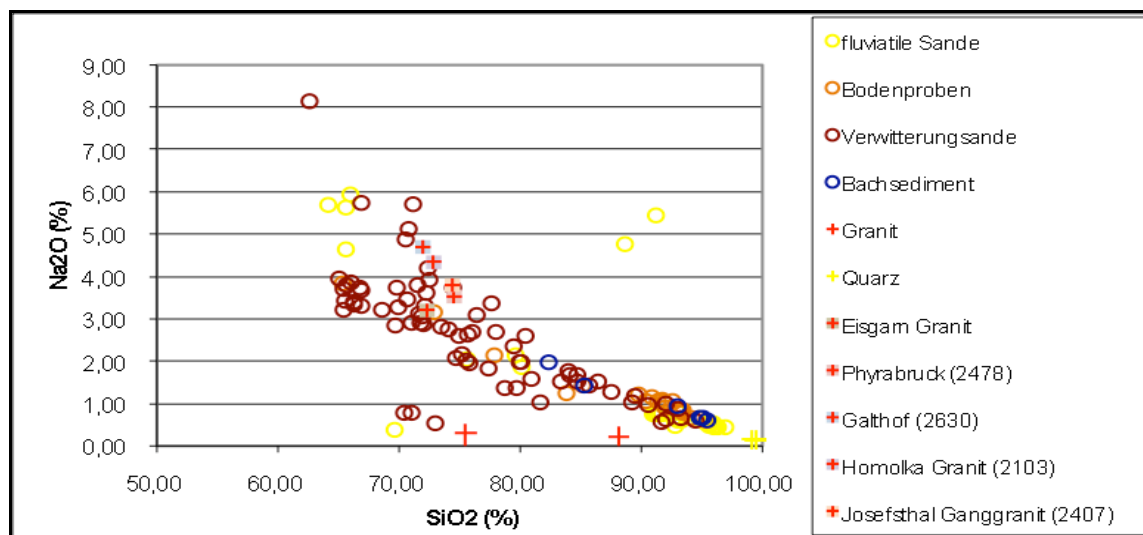


Abbildung 57: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Na_2O gegen SiO_2

¹⁶ den Anhangtabellen 7A, 25A und 27A entnommen

Die Probe des Eisgarn Granites weist in der Na-Konzentration (Abb.57) auffallend niedrige Werte im Vergleich zu den Granitproben der Literatur auf und ist eher mit den Proben der fluviatilen Sande vergleichbar, obwohl der SiO_2 -Gehalt geringer ausfällt.

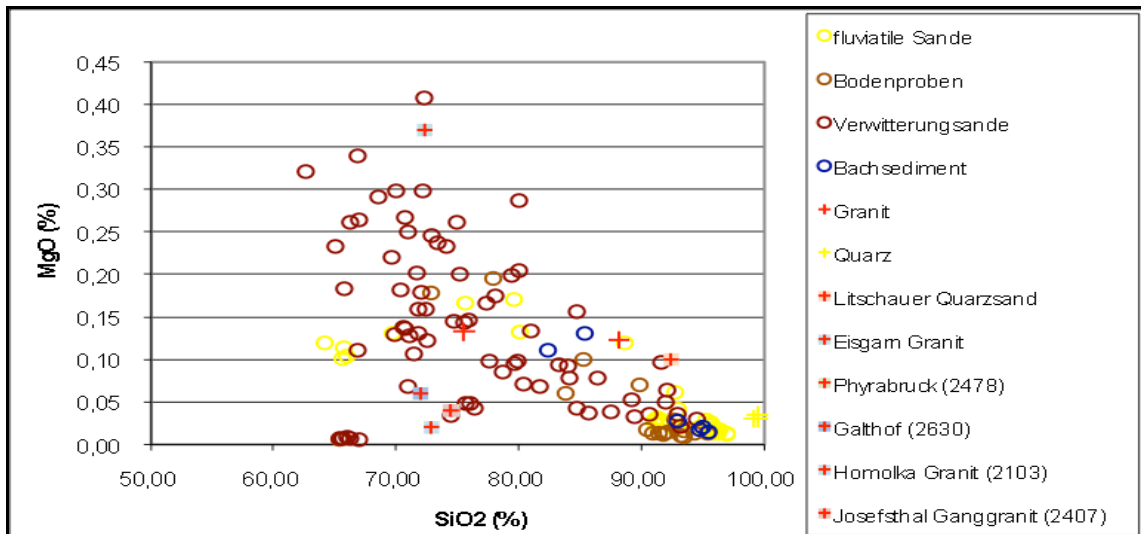


Abbildung 58: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung MgO gegen SiO_2

Mit Ausnahme der Zusammensetzung MgO gegen Si_2O dargestellt in der Abbildung 58, in welcher gezeigt wird, dass der Mg-Gehalt stark streut und bei den Graniten generell etwas niedriger liegt.

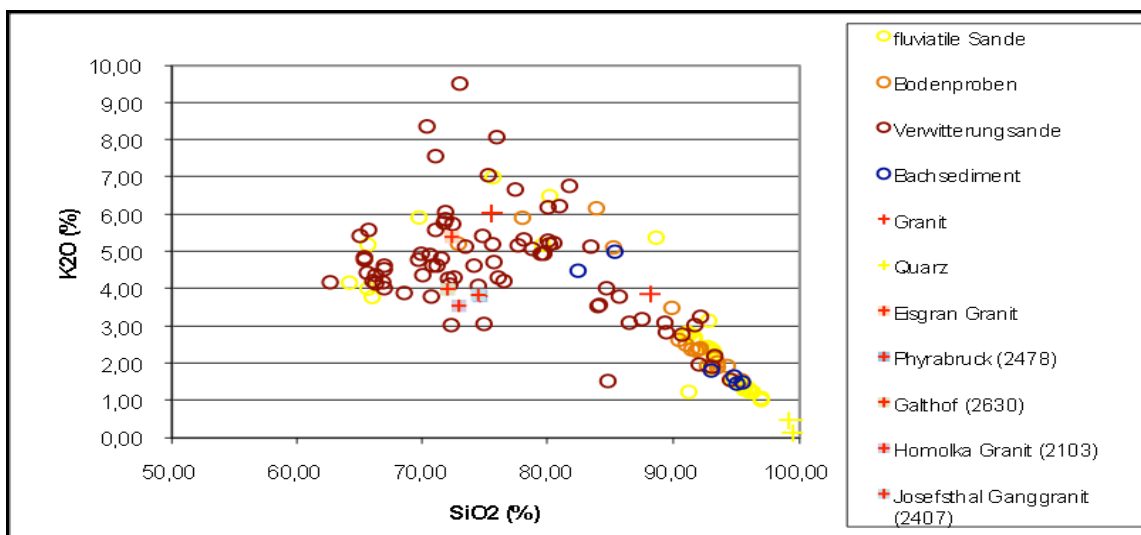


Abbildung 59: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung K_2O gegen SiO_2

Besonders die fluviatilen Sande weisen einen hohen SiO_2 -Gehalt von generell über 90% auf, wo hingegen die Verwitterungsande im Bereich von 70-80% liegen, und diese sich somit etwas unter dem durchschnittlichen Wert der Waldviertler Sande von 80% befinden.

Die beprobten Quarze, welche als Gangmineralisation im Eisgarn Granit vorgefunden wurden, zeigen eine sehr reine Zusammensetzung dominiert von SiO_2 .

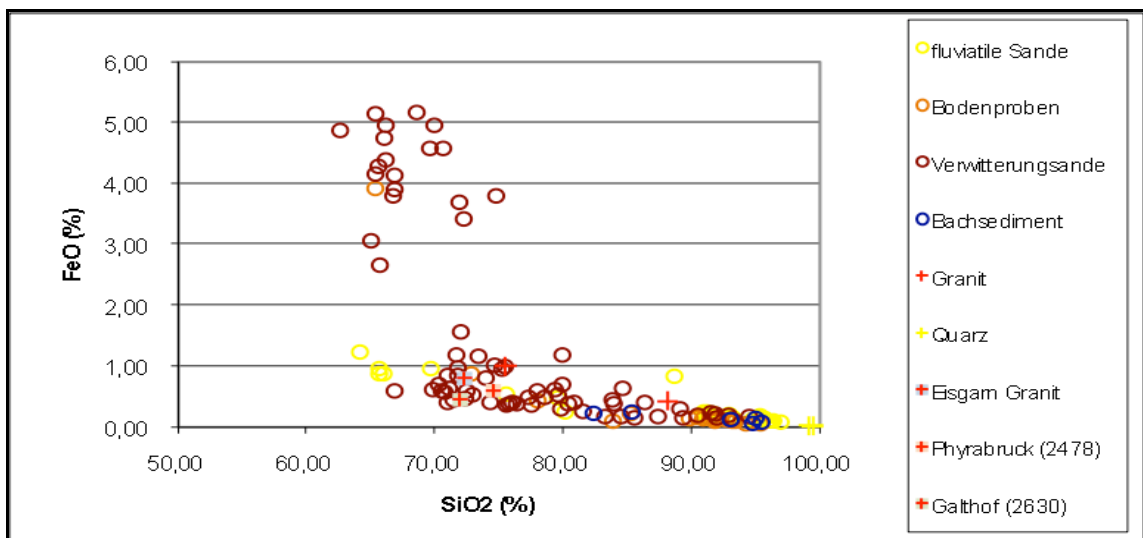


Abbildung 60: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung FeO gegen SiO_2

Der durchschnittliche Eisengehalt in FeO (Abb.60) liegt bei den Proben bei unter 1%. Eine Probengruppe weist deutlich höhere Werte im Rahmen von 4-5% auf, diese umfasst aber ausschließlich Verwitterungs- und Bodenproben.

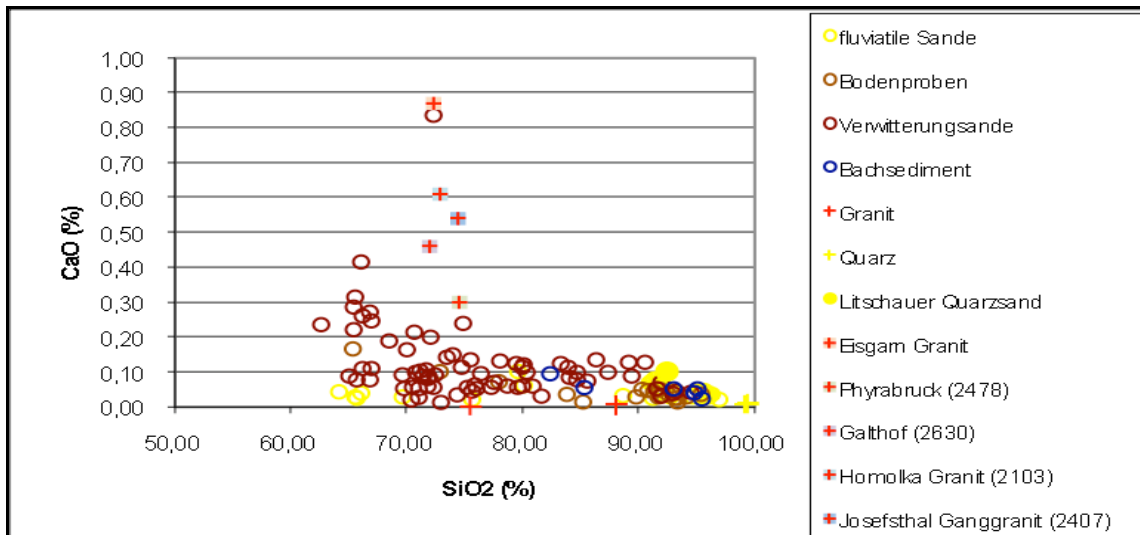


Abbildung 61: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung CaO gegen SiO_2

Bei den meisten untersuchten Elementen kann man ab einem gewissen SiO_2 -Gehalt einen linearen Zusammenhang zwischen Zunahme SiO_2 und Abnahme der anderen Elemente erkennen, obwohl diese teilweise durchaus stark gestreut sind. Besonders deutlich ist die Korrelation im Zusammenhang mit Al_2O_3 und SiO_2 (Abb.62).

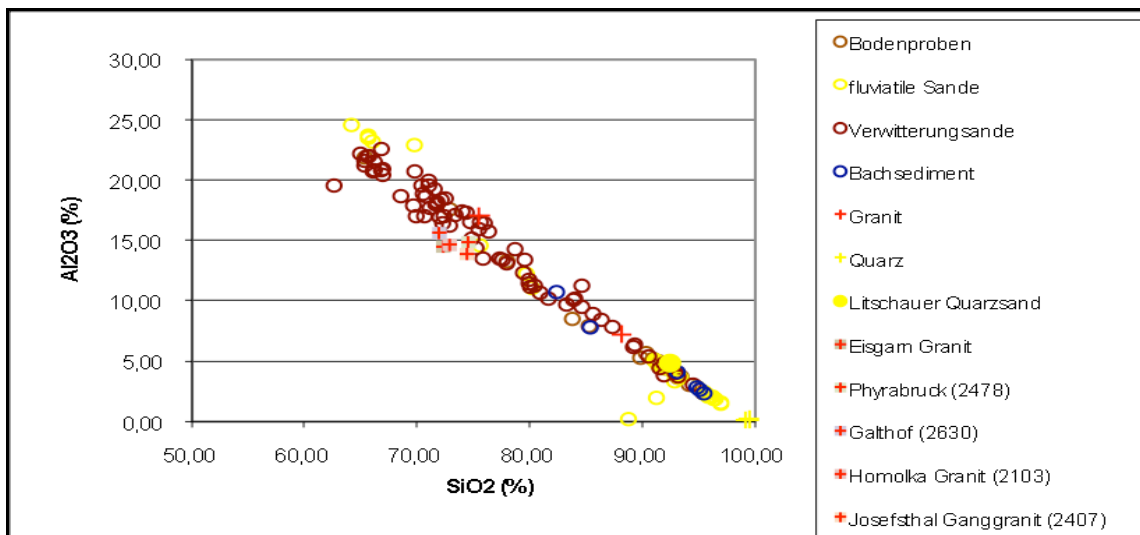


Abbildung 62: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Al_2O_3 gegen SiO_2

9.2.2 Glasproben

Die analysierten Proben weisen speziell im Ca-Gehalt deutliche Abweichungen zu Holzaschegläsern auf, als Vergleich in Abbildung 63 und Abbildung 64 dargestellt. Die Kalium- und Natriumkonzentrationen sind denen der Proben aus Reichenau am Freiwald (BF04) sehr ähnlich, doch ist die Kalziumkonzentration eindeutig geringer. Durchaus auffällig ist auch, dass die Proben welcher der Literatur entnommen sind weitaus geringere SiO₂-Gehalte aufweisen (Abb.65).

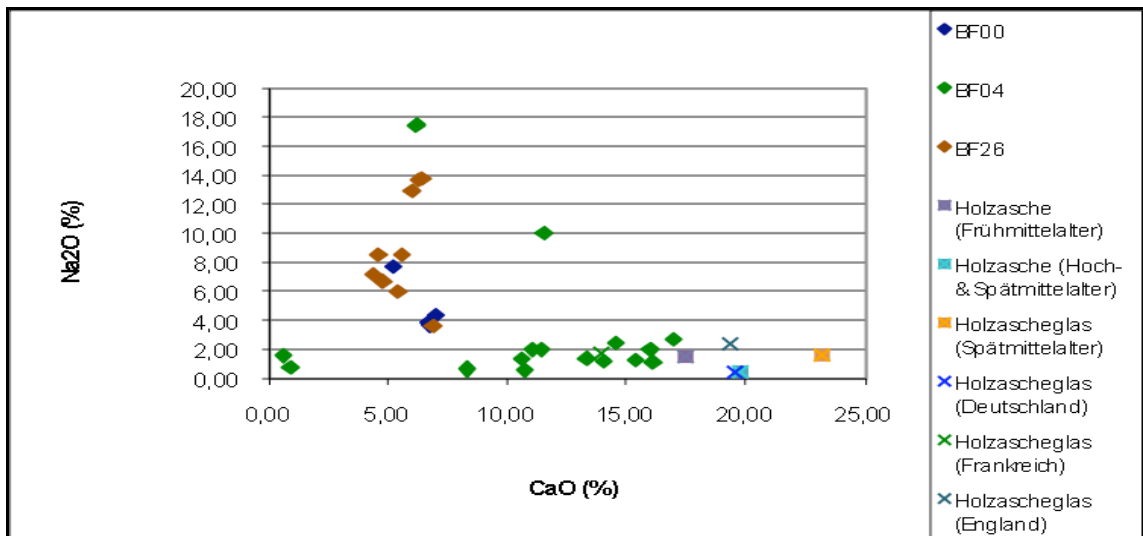


Abbildung 63: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Na₂O gegen CaO

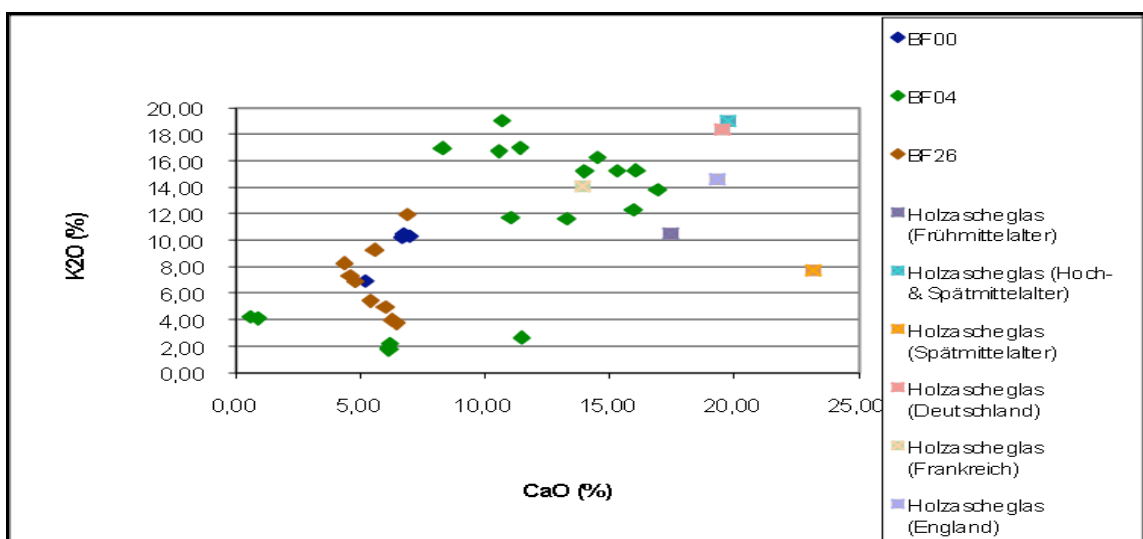


Abbildung 64: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung K₂O gegen CaO

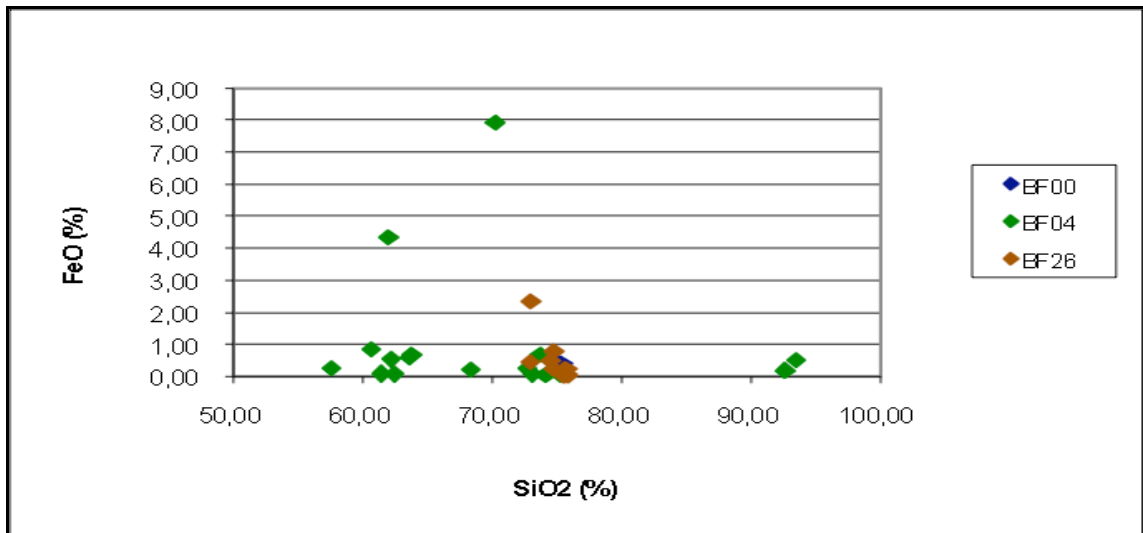


Abbildung 67: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung FeO gegen SiO₂

Das grüne Glas in Altnagelberg (Abb.68) weist auffallend hohe Al₂O₃-Werte von 5-8% auf, wo hingegen der größte Teil der Proben im Bereich 0,10-2% liegt. Blau und rot gefärbte Proben mit höherem Gehalt, die weißen und farblosen mit niedrigerem.

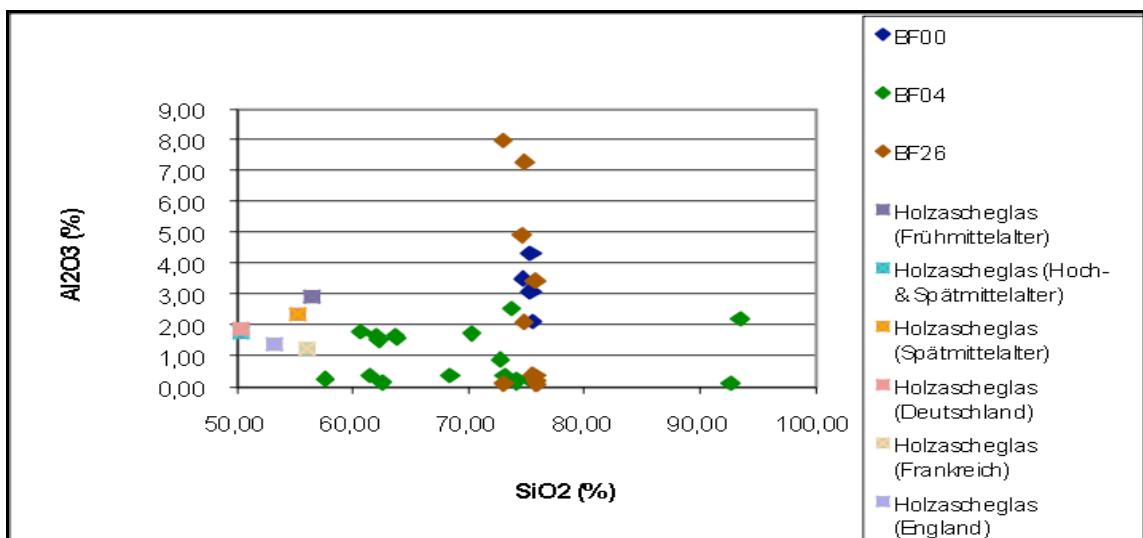


Abbildung 68: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Al₂O₃ gegen SiO₂

In Abbildung 69 ist nochmals verdeutlicht der Unterschied im CaO-Gehalt zwischen den verschiedenen Proben. Die Proben aus Altnagelberg und Gopprechts weisen sehr einheitliche Werte auf, wo hingegen die Proben aus Reichenau stark streuen und die Daten der Literatur mit deutlich geringeren Werten in dem Diagramm dargestellt sind.

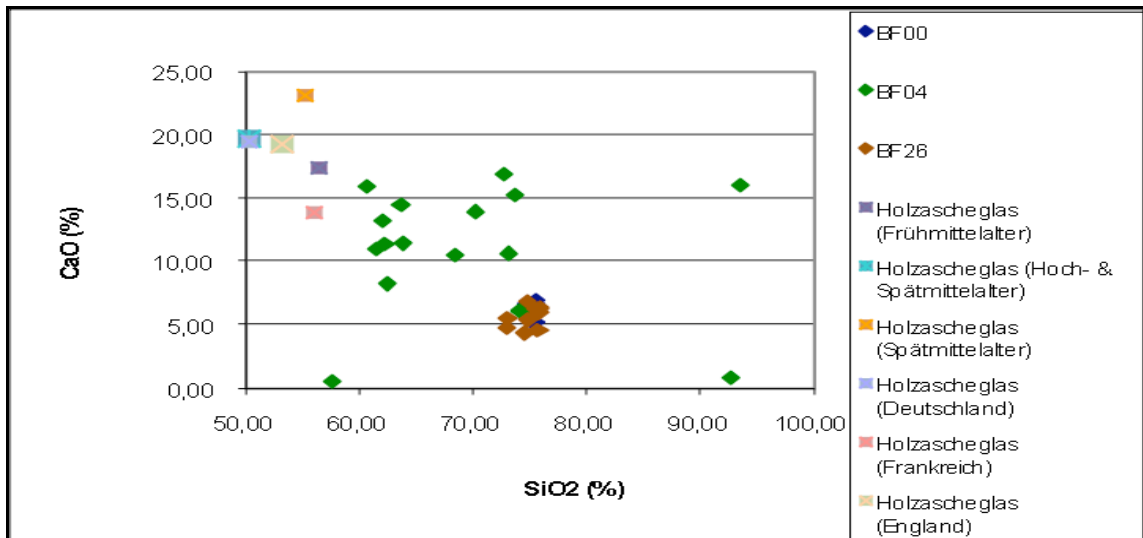


Abbildung 69: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung CaO gegen SiO₂

Die Abbildung 70 zeigt eine ähnliche Verteilung der Daten wie Abbildung 69 (CaO dem SiO₂ gegenübergestellt). Auch hier unterscheiden sich die Analysedaten deutlich von den Literaturdaten, da diese wesentlich geringere MgO-Gehalte haben. Die Proben BF00 (Gopprechts) und BF26 (Altnagelberg) besitzen nur eine sehr geringe MgO-Konzentration (0,10-0,50%) gegenüber den Proben aus Reichenau.

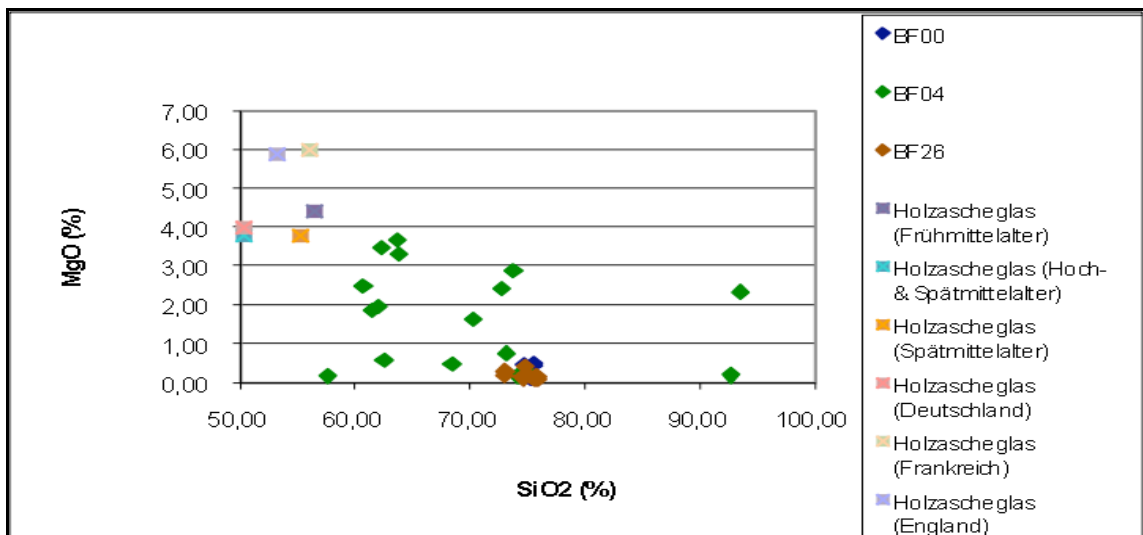


Abbildung 70: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung MgO gegen SiO₂

Das Element Mangan (Abb.71) ist in den Proben aus Altnagelberg und Gopprechts meist im den Mengen von rund 40 bis 80ppm vorhanden. Die Ausnahmen dazu sind das schwarze Glas (BF26) mit beinahe 8.000ppm und einige grüne Gläser. Die Gläser aus Reichenau haben ausgesprochen hohe Mn-Gehalte von über 1.000ppm, auch hier sind Ausnahmen vorhanden, wie etwa Proben des grünen Glases (rund 25ppm) welche die niedrigsten FeO-Gehalten aufweisen.

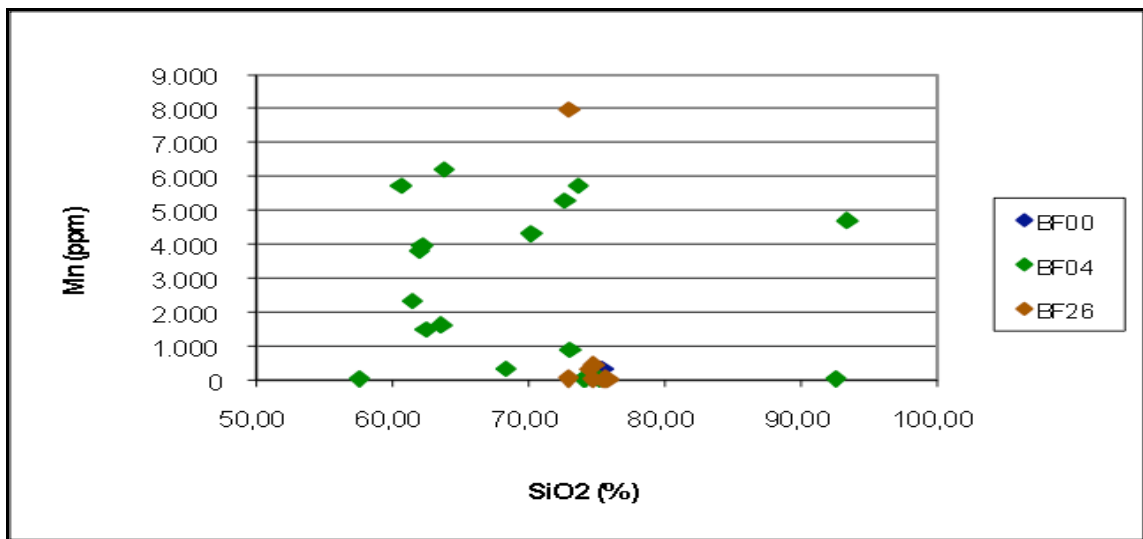


Abbildung 71: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Mn gegen SiO₂

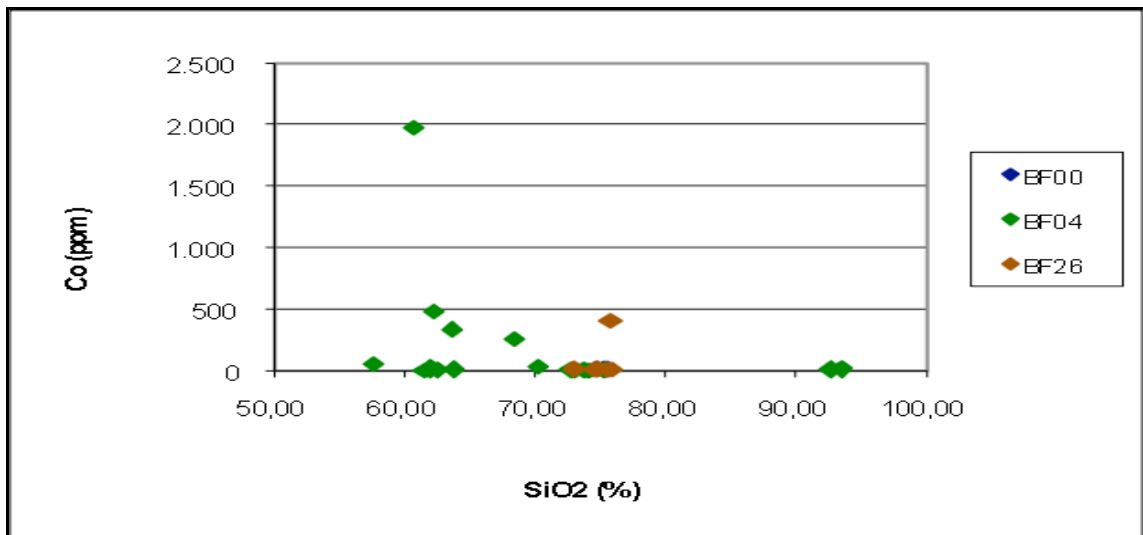


Abbildung 72: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Co gegen SiO₂

Der durchschnittliche Kobaltgehalt (Abb.72) der untersuchten Gläser liegt zwischen 10ppm und 30ppm. Höhere Werte sind ausschließlich nur in blaugefärbten Gläsern anzutreffen und liegen bei hellblauen Gläsern zwischen 250ppm und 500ppm und bei der dunkelblauen Probe aus Reichenau bei knappen 2.000ppm.

Den Kobaltwerten ähnlich sind die Nickelkonzentrationen (Abb.75) welche ebenfalls bei den blauen Gläsern höhere Ergebnisse von rund 150ppm aufweisen. Die dunkelblaue Probe aus Reichenau liegt auch hier wieder deutlich höher bei 450ppm. Auch die rotbraunen Gläser dieser Glashütte liegen etwas über dem Durchschnitt von 15ppm bis 40ppm.

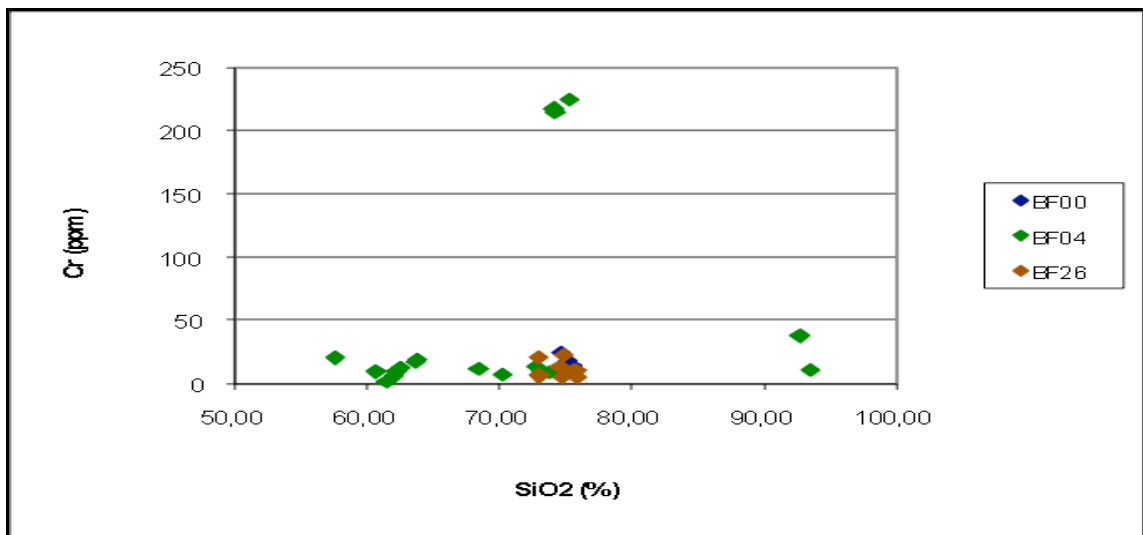


Abbildung 73: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Cr gegen SiO₂

Die Chromkonzentration (Abb.73) ist im Allgemeinen sehr gering und liegt zwischen 5ppm und 25ppm. Deutlich höhere Werte von rund 220ppm weisen nur die grünen Proben aus Reichenau (BF04) auf, welche die niedrigen FeO- und Mn-Gehalte besitzen.

Die Abbildung 74 zeigt den unterschiedlichen Kupfergehalt der Proben. Der Großteil der Proben weist eine geringe Konzentration von 20ppm bis 60ppm auf. Vergleichsweise höhere Werte haben blaue Proben (75ppm bei den hellblauen und etwa 200ppm bei den dunkleren). Einen ausgesprochen Gehalt an Kupfer besitzen die rotbraunen (rund 300ppm und 31000ppm) und dunkelgrünen (etwa 3500ppm) Proben aus Reichenau.

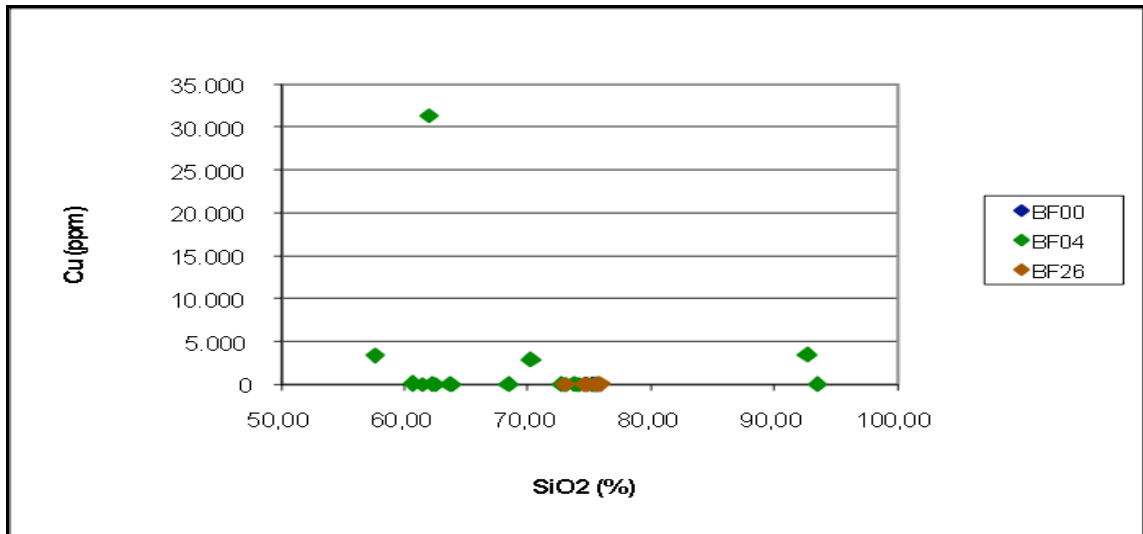


Abbildung 74: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Cu gegen SiO₂

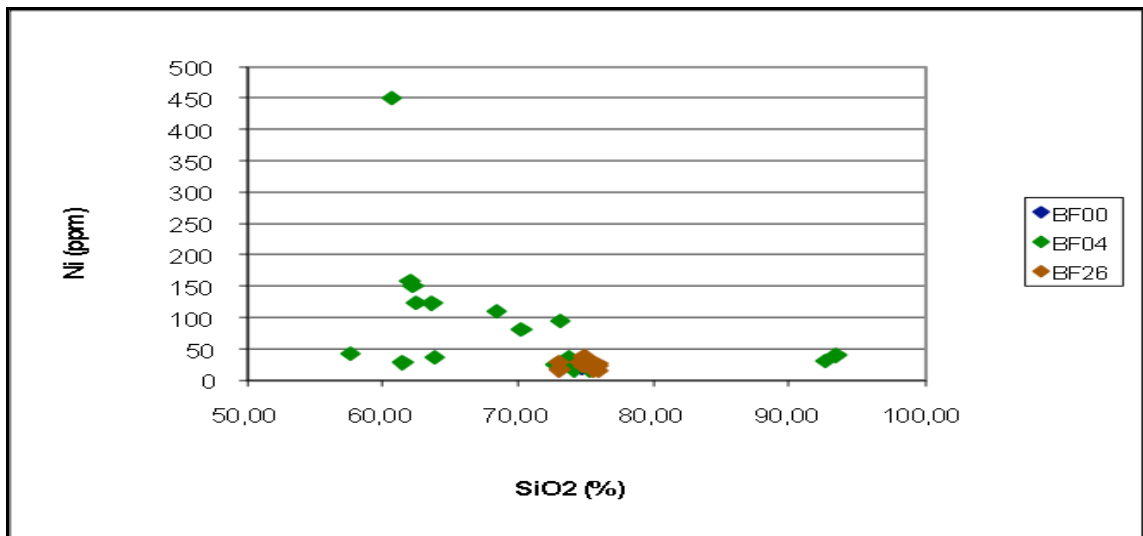


Abbildung 75: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Ni gegen SiO₂

9.3 Dünnschliffe

Dünnschliff der Probe: BF02bS (Sandprobe, Abb.76)

Quarz: rund 58% der Gesamtkörner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, sehr gut gerundete Körner, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), mäßige bis starke undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung.

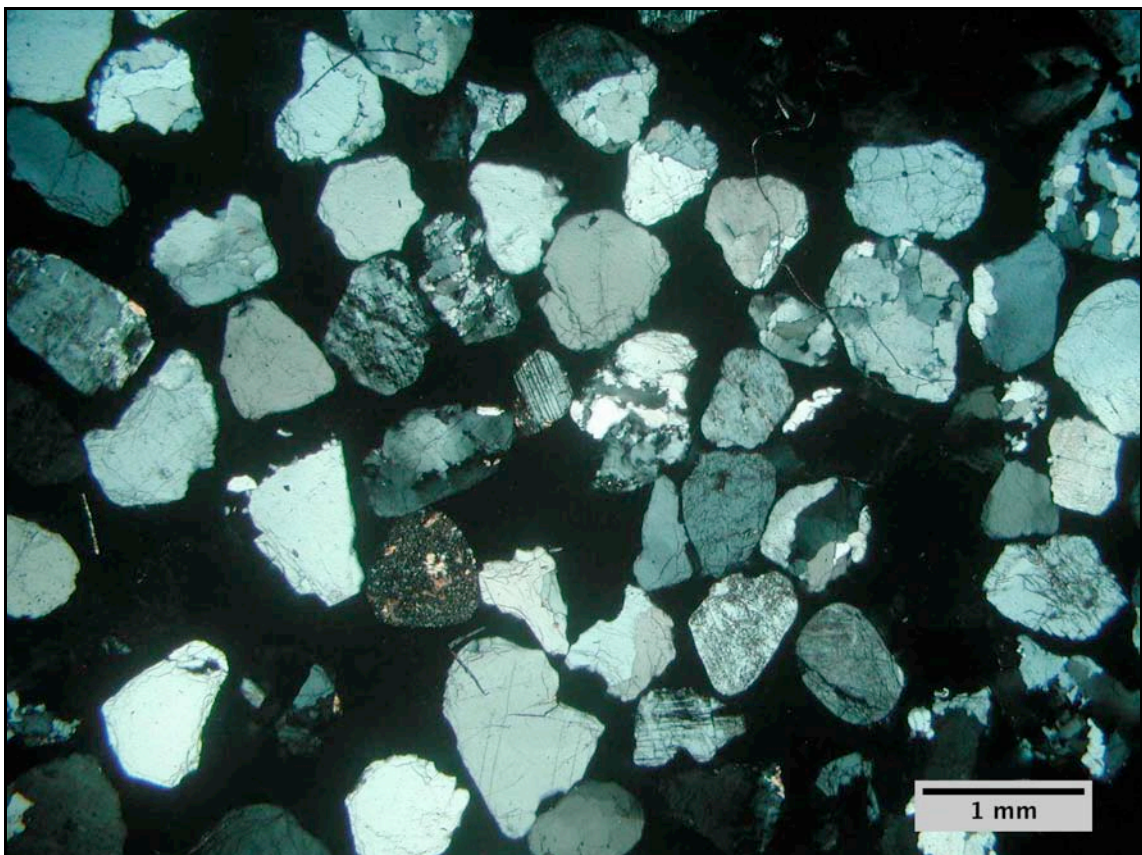


Abbildung 76: Übersichtsfoto BF02bS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 41% der Gesamtkörner, allgemein relativ frische und wenig verwitterte Feldspäte deuten auf keine großen Transportwege hin.

Alkalifeldspat: gut gerundete Körner, teilweise leistenförmig gestreckt, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), optisch zweiachsig negativ, einfach Wachstums-Zwillinge (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung, ausgeprägte Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung).

Plagioklas: gut gerundete Körner, teilweise ausgelängt bis gestreckt, farblos, getrübt durch sehr viele feinverteilte Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung), feine Laminierung, Zwillingslamellierung nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen), II zur sehr guten Spaltrichtung.

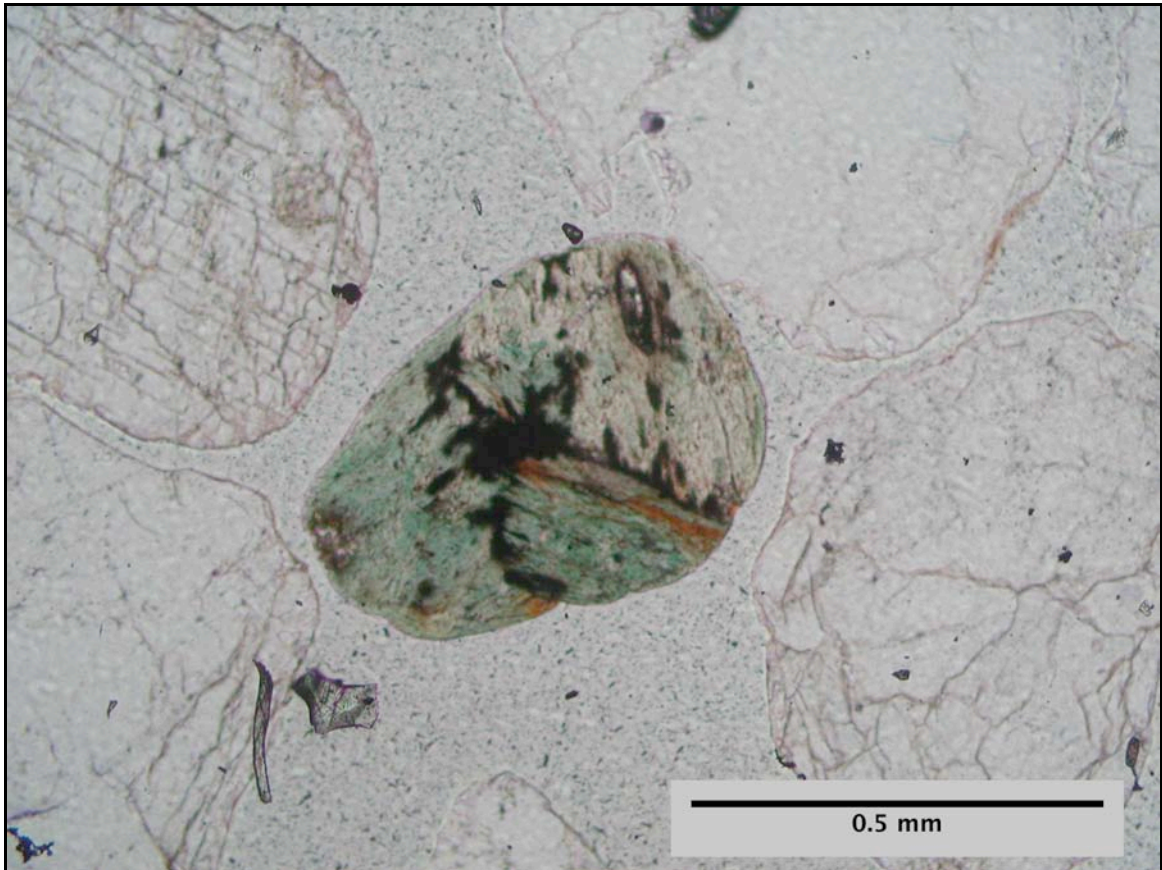


Abbildung 77: Chlorit in BF02bS (100fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Chlorit: farblose bis olivgrüne Eigenfarbe (erhöhter Fe-Gehalt), kein Pleochroismus, mittelhohe Licht- und niedrige Doppelbrechung, anormale Interferenzfarben (grün-braune und braun-orange), radialblättrig, schuppig bis faserig, feinkörnig, begrenzt als sekundäre Umwandlungsprodukte des Biotit und der Feldspäte (Sericitisierung), parallele Verwachsungen mit Biotit und Verwachsungen mit Feldspäten, Zirkoneinschlüssen mit pleochroistischen Höfen (Abb.77).

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, grobschuppig.

Ziegelbruchstück: gut gerundet, porös, rot-braune Eigenfarbe, dunkelrote Interferenzfarben, inhomogen, Quarzkörner innerhalb des Bruchstückes (Abb.78).

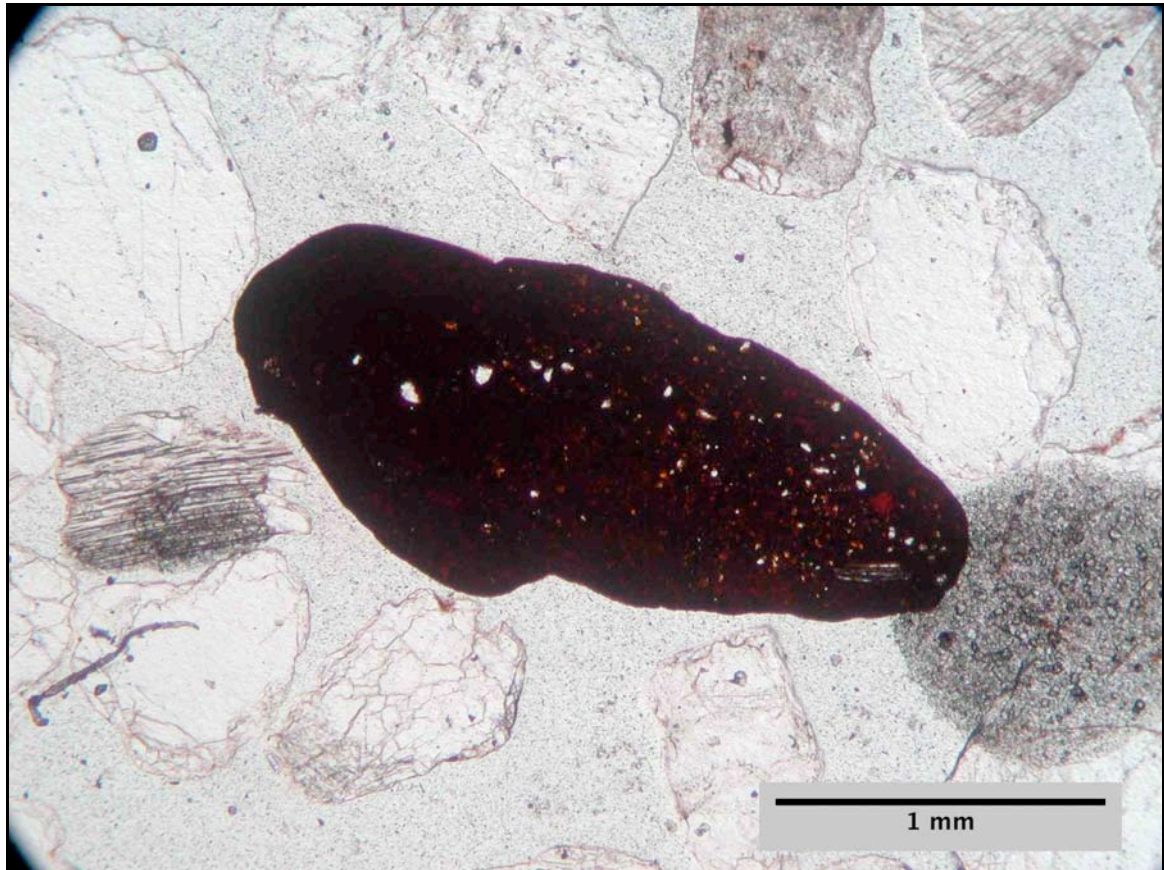


Abbildung 78: Ziegelbruchstück in BF02bS (40fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Dünnschliff der Probe: BF05aS (Sandprobe, Abb.79)

Quarz: rund 20% der Gesamtkörner, angulare bis schwach angerundete Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), schwache bis mäßig undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung.

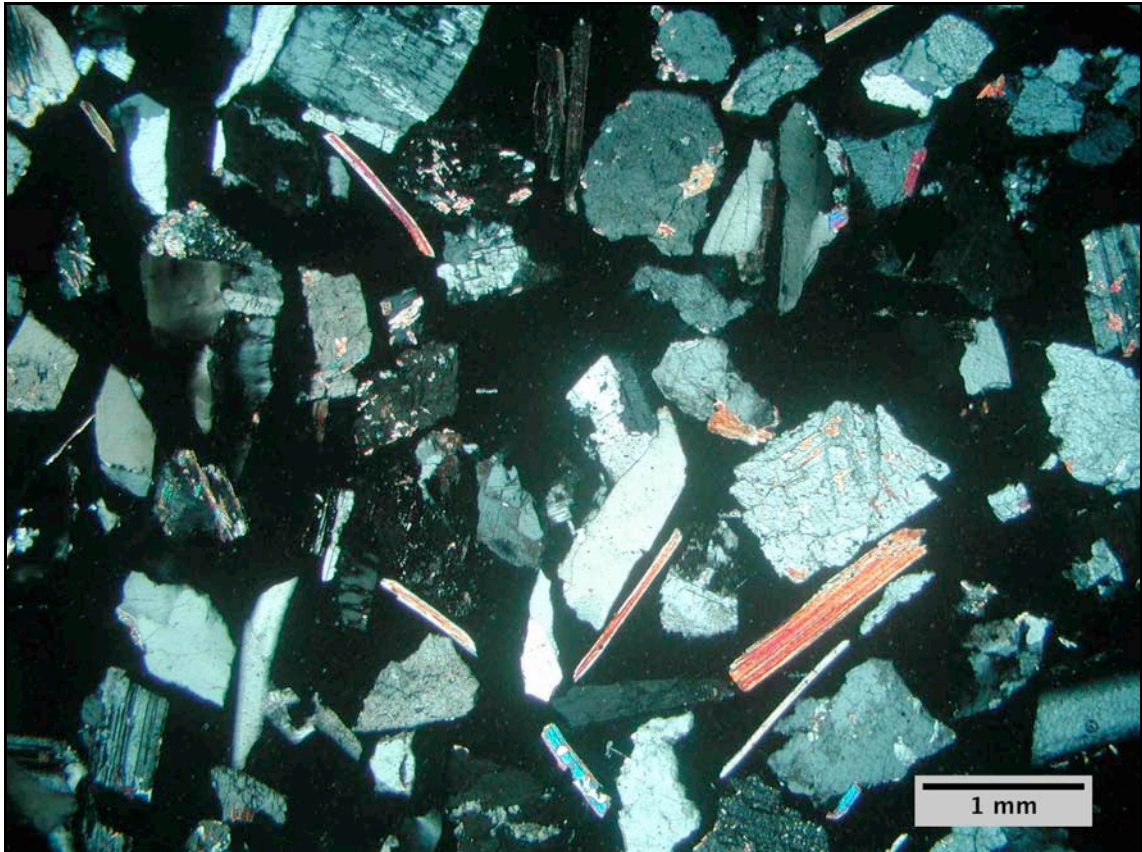


Abbildung 79: Übersichtsfoto BF05aS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 70% der Gesamtkörner, Feldspäte großteils stark zersetzt, vermehrte Glimmereinschlüsse, sehr kurze Transportwege, mehrere Granitbruchstücke, Sericitisierung gekennzeichnet durch Trübung infolge feinstverteilter Neubildungen.

Plagioklas: stark angulare Körner, dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, zwei Spaltsysteme schneiden bei 86°, meist polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung), Zwillingslamellierung nach dem Periklin-Gesetz (Zwillinge normal zur sehr guten Spaltrichtung), teilweise zonare Auslöschung.

Alkalifeldspat: stark angulare Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), vereinzelt schwache Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung), einfach Wachstums-Zwillinge (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung.

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, stengelige Körner.

Dünnschliff der Probe: BF10aS (Sandprobe, Abb.80)

Quarz: rund 90% der Gesamtkörner, sehr gut gerundete Körner, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), schwache bis mäßig undulöse Auslöschung.

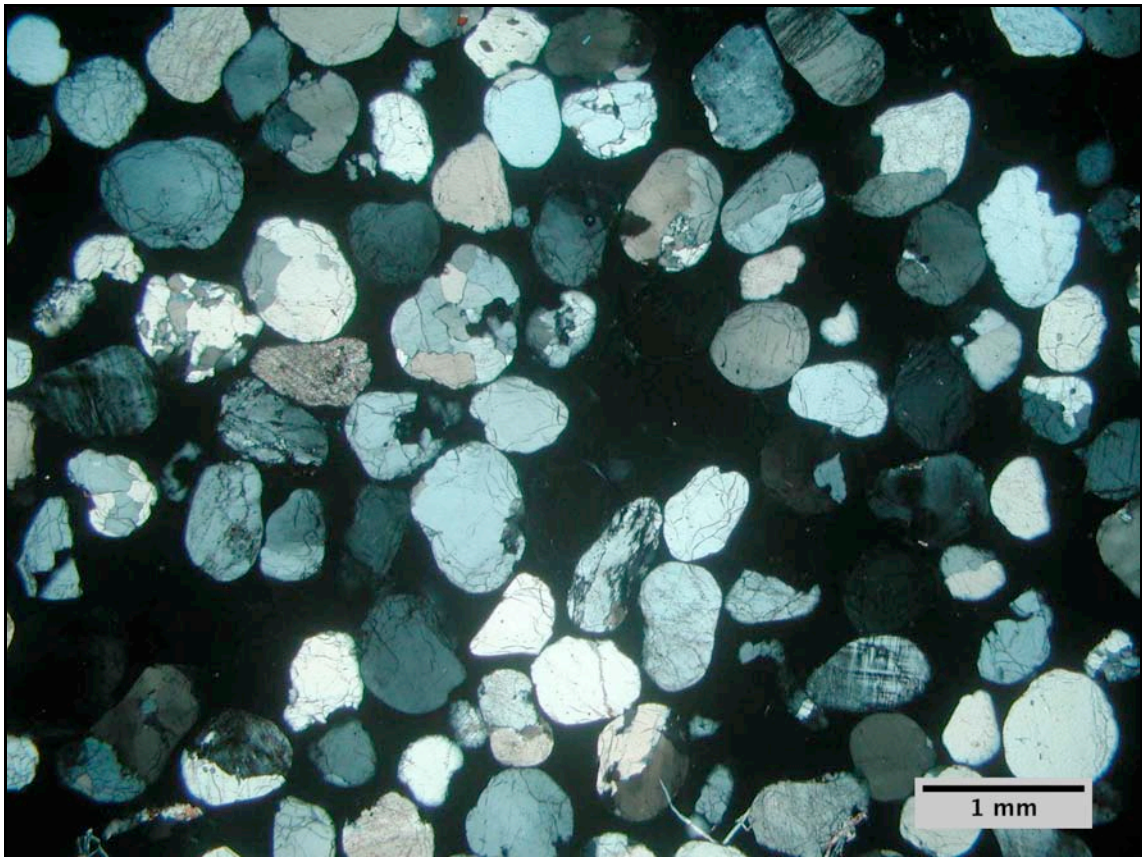


Abbildung 80: Übersichtsfoto BF10aS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 10% der Gesamtkörner

Plagioklas: gut gerundete Körner, dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, getrübt durch Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) Spaltbarkeit, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen) || zur sehr guten Spaltrichtung, Granitbruchstücke.

Alkalifeldspat: gut gerundete Körner, feine Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung), farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), optisch zweiachsig negativ, einfach Wachstums-Zwillinge (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung.

Dünnschliff der Probe: BF01cS (Bodenprobe, Abb.81)

Quarz: rund 40% der Gesamtkörner, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, schwache bis mäßig undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung.

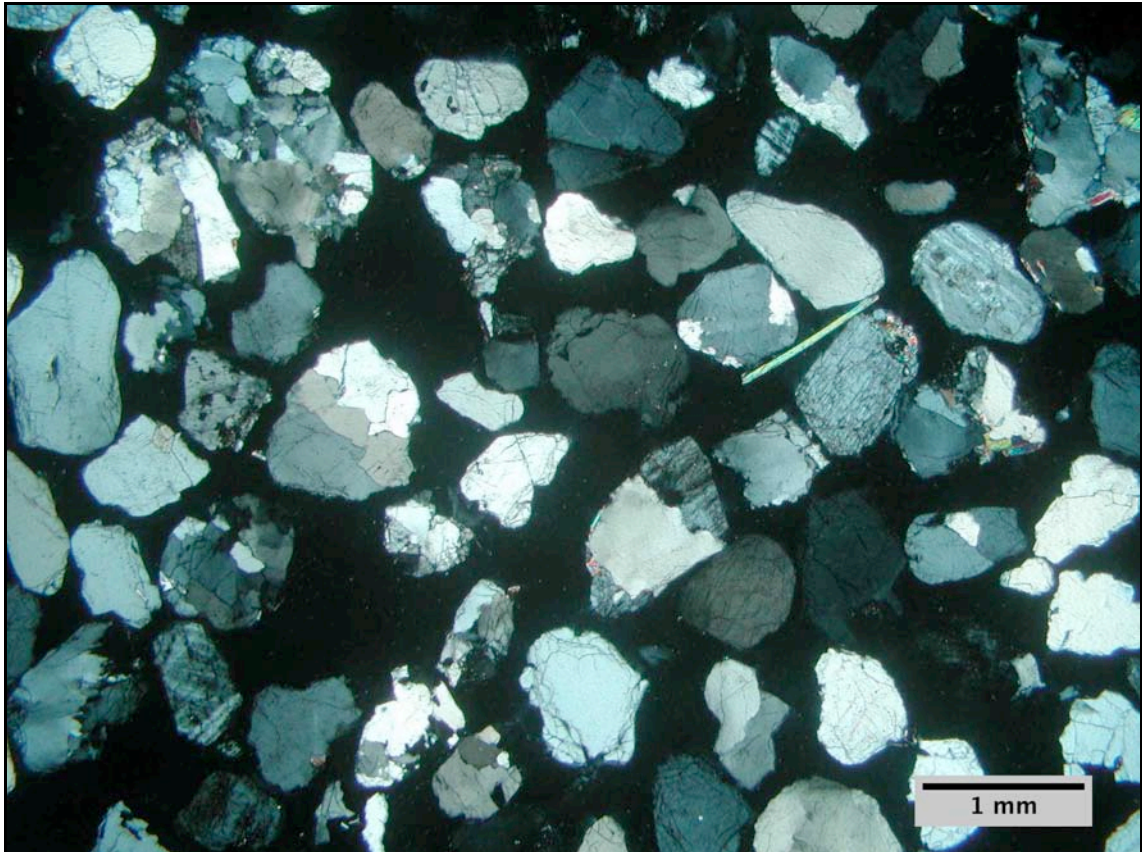


Abbildung 81: Übersichtsfoto BF01cS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 58% der Gesamtkörner, teilweise Verwachsungen mit Biotit, einige Körner bereits stark verwittert, Sericitisierung gekennzeichnet durch Trübung infolge feinstverteilter Neubildungen.

Plagioklas: farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1. Ordnung), gute Spaltbarkeit, Verwachsungen mit Quarz (glatte Grenzen, Granitbruchstücke).

Alkalifeldspat: farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), typische Mikroklinitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung, Abb.82), teilweise deutliche Spaltbarkeit aber keine Lamellen,

einfach Wachstums-Zwillinge (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung.

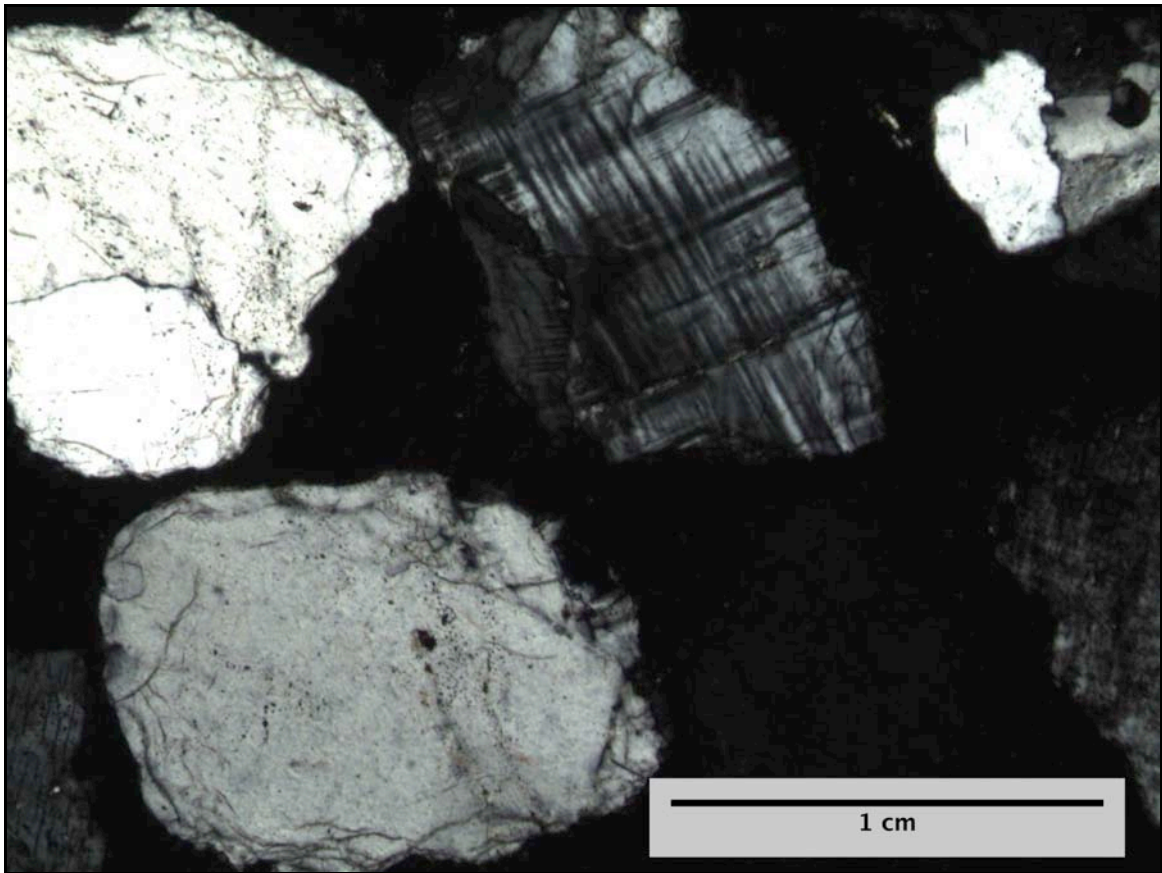


Abbildung 82: Mikroklingitter BF01cS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit.

Dünnschliff der Probe: BF07S (Bodenprobe, Abb.83)

Quarz: rund 70% der Gesamtkörner, sehr gut gerundete Körner, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, mäßige bis starke undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung.

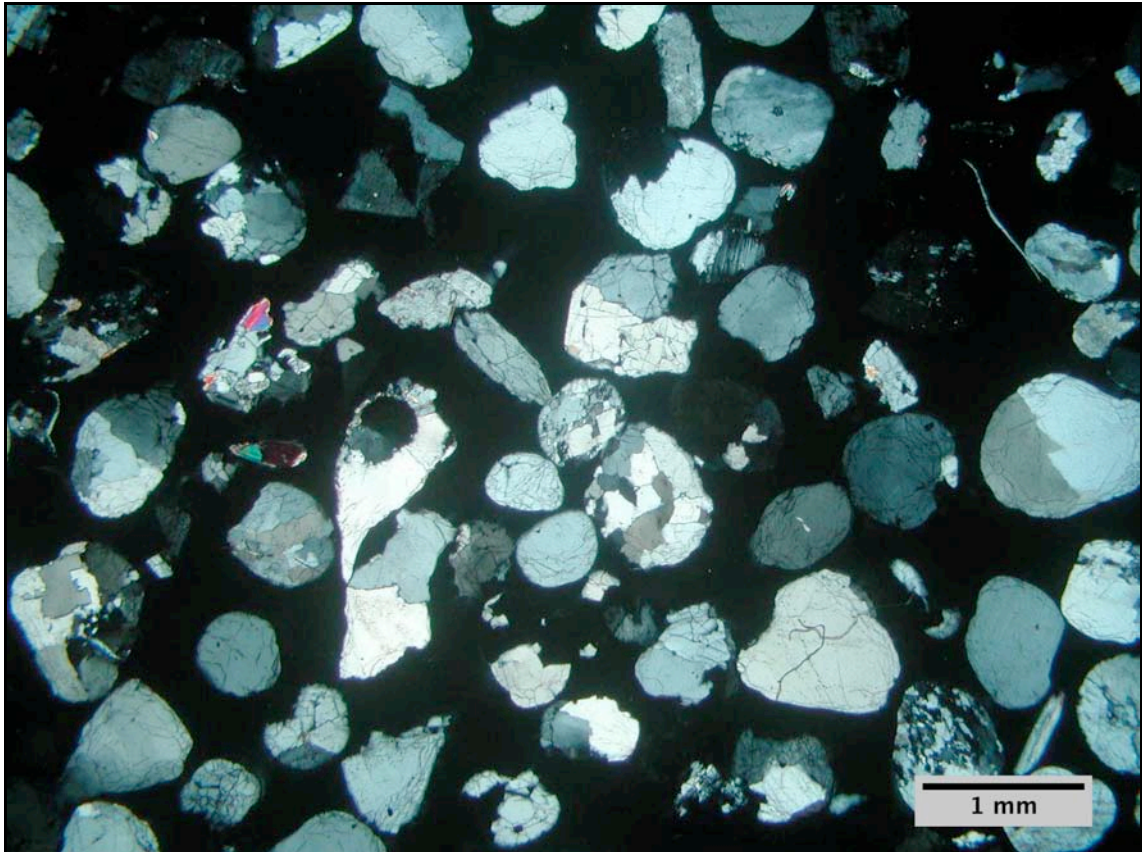


Abbildung 83: Übersichtsfoto BF07S (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 25% der Gesamtkörner, Sericitisierung gekennzeichnet durch Trübung infolge feinstverteilter Neubildungen.

Plagioklas: gut gerundete Körner, dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, getrübt durch Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) Spaltbarkeit, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz II zur Spaltrichtung.

Alkalifeldspat: gut gerundete Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), feine Mikroklingitter-Verzwilligung (feine

polysynthetische Gitterverzwilligung), gute Spaltbarkeit, charakteristische Verzwilligung (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung, teilweise verwachsen mit Muskovit (Granitbruchstücke).

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung, türkis bis rosa-violett), vollkommene Spaltbarkeit.

Dünnschliff der Probe: BF13bS (Verwitterungsprobe, Abb.84)

Quarz: rund 70% der Gesamtkörner, abgerundete Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, schwache bis mäßige undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke).

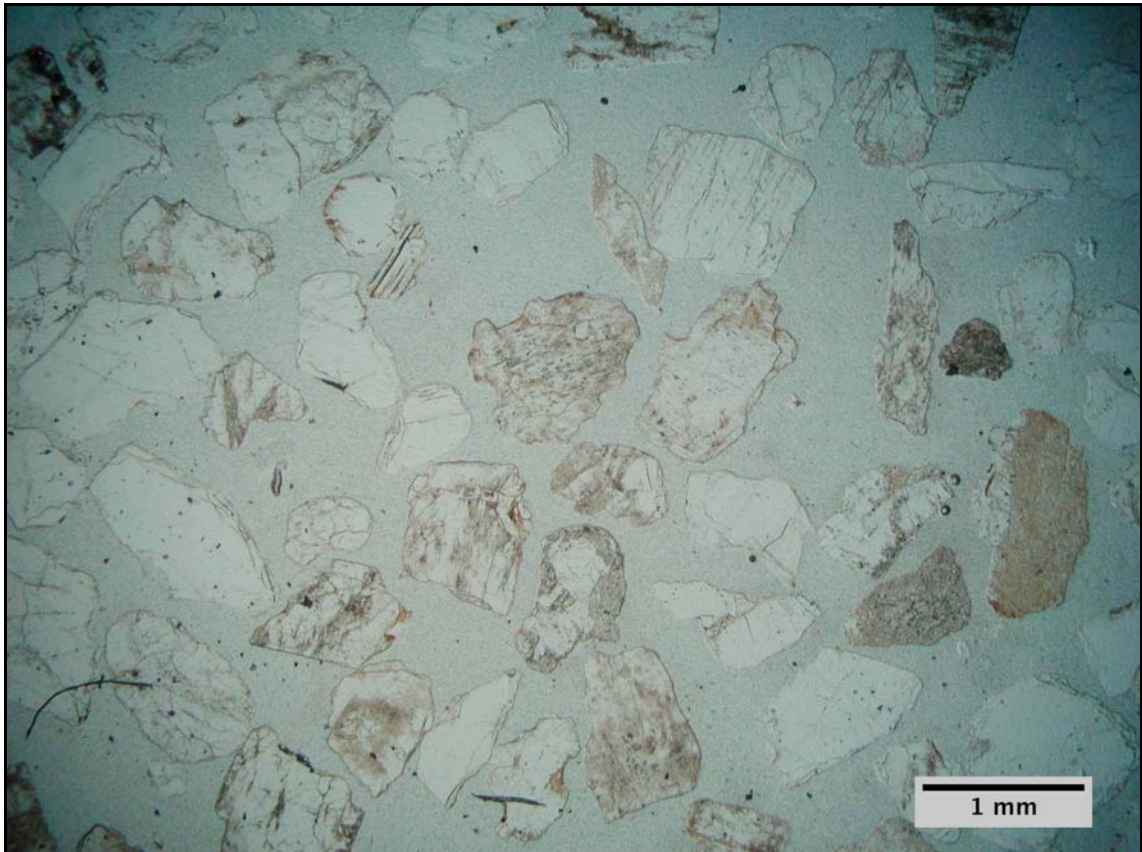


Abbildung 84: Übersichtsfoto BF13bS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Feldspat: rund 25% der Gesamtkörner, Sericitisierung gekennzeichnet durch Trübung infolge feinstverteilter Neubildungen (Abb.84).

Plagioklas: angulare Körner, dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, getrübt durch Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) Spaltbarkeit, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen) || zur sehr guten Spaltrichtung, Zwillingslamellierung nach dem Periklin-Gesetz (Zwillinge normal zur sehr guten Spaltrichtung), Verwachsungen anderen Plagioklasen, teilweise zonare Auslöschung.

Alkalifeldspat: angulare Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1. Ordnung), feine Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung), gute Spaltbarkeit, charakteristische Verzwilligung (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung.

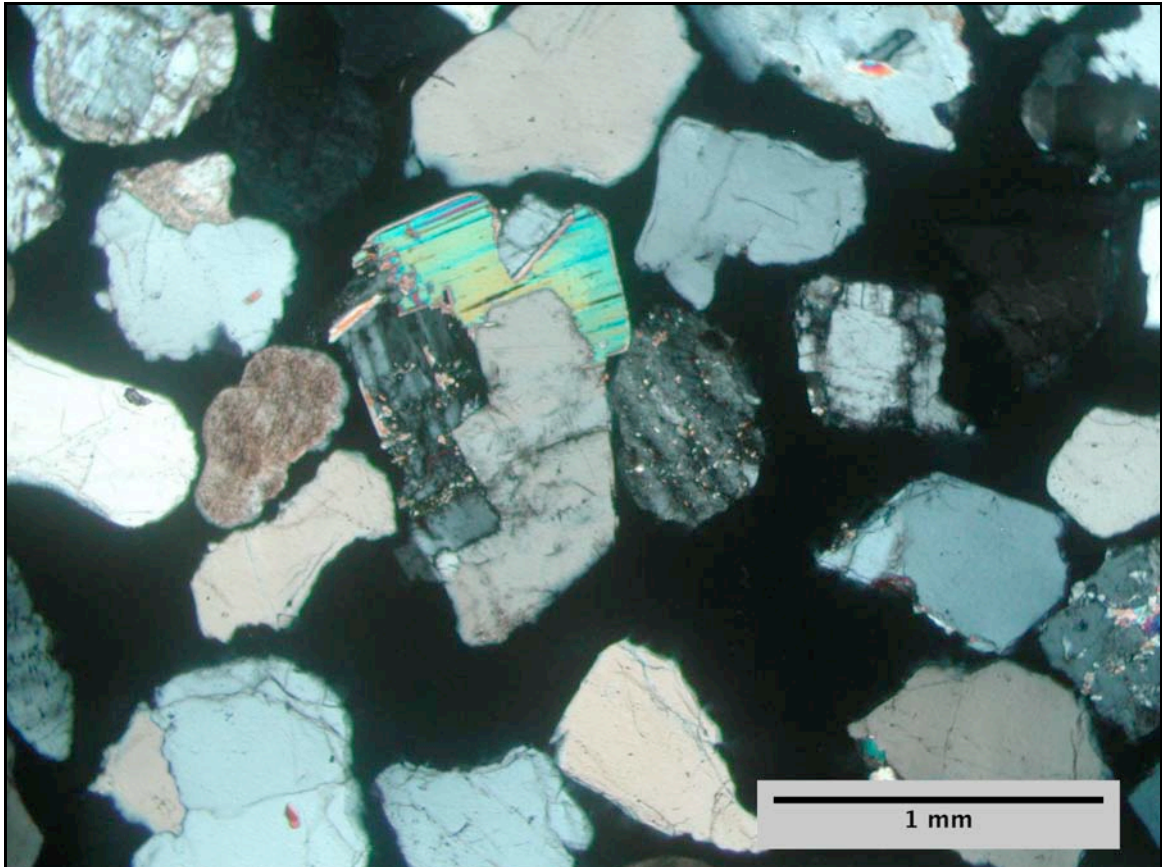


Abbildung 85: Granitbruchstück BF13bS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, säulige Einzelkörner, Granitbruchstücke (Abb.85).

Dünnschliff der Probe: BF15eS (Verwitterungsprobe, Abb.86)

Quarz: rund 15% der Gesamtkörner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung.

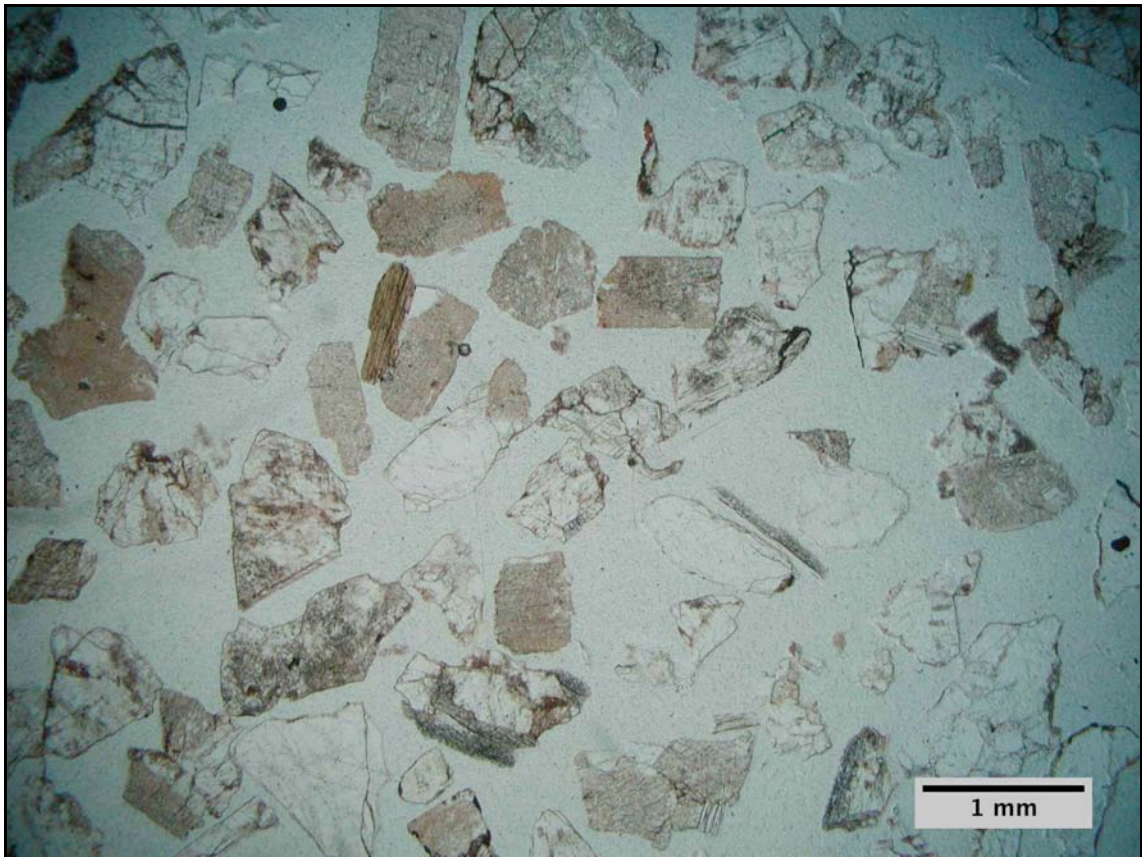


Abbildung 86: Übersichtsfoto BF15eS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Feldspat: rund 80% der Gesamtkörner

Plagioklas: dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, getrübt (Abb.86), durch Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, zwei Spaltsysteme schneiden bei 86° , polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen) || zur sehr guten Spaltrichtung, teilweise Verwachsungen (Granitbruchstücke).

Alkalifeldspat: farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), optisch zweiachsig negativ, sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit,

perthitische Entmischung, einfach Wachstums-Zwillinge (Karlsbader-Verzwilligung), Sericitisierung gekennzeichnet durch Trübung infolge feinstverteilter Neubildungen, Einlagerungen (Sericit, Chlorit) oft parallel zu beiden Spaltrichtungen angeordnet (Abb.87), typische Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung).

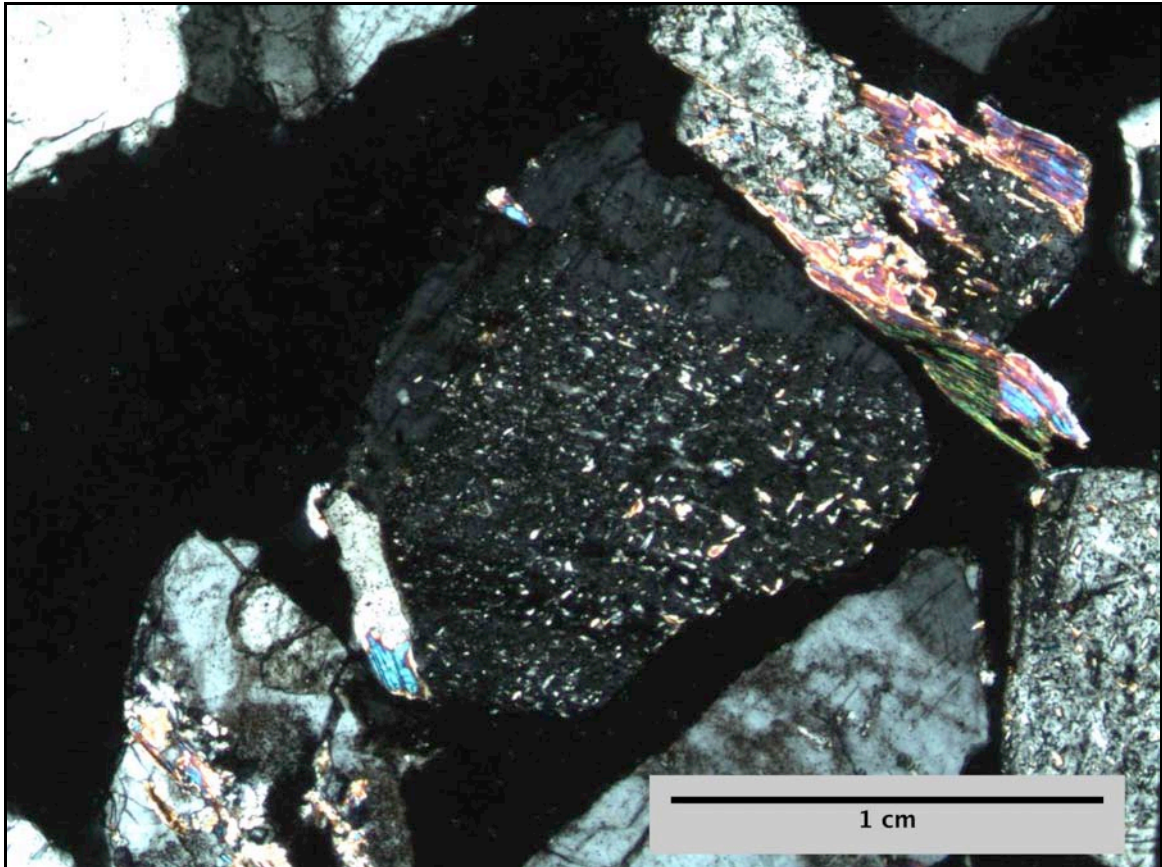


Abbildung 87: Sericitisierung BF15eS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, oft als Sericit (feinstschuppige Form), parallele Verwachsungen mit Biotit (häufig bereits in Chlorit umgewandelt).

Chlorit: farblose bis olivgrüne Eigenfarbe (erhöhter Fe-Gehalt), kein Pleochroismus, mittelhohe Licht- und niedriger Doppelbrechung, anormale Interferenzfarben (grün-braune und braun-orange), radialblättrig, schuppig bis faserig, feinkörnig, begrenzt als sekundäre Umwandlungsprodukte des Biotit und der Feldspäte (Sericitisierung), parallele Verwachsungen mit Biotit und Verwachsungen mit Feldspäten.

Dünnschliff der Probe: BF20aS (Verwitterungsprobe, Abb.88)

Quarz: rund 20% der Gesamtkörner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, schwache bis mäßig undulöse undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke), Verwachsungen mit Muskoviten.

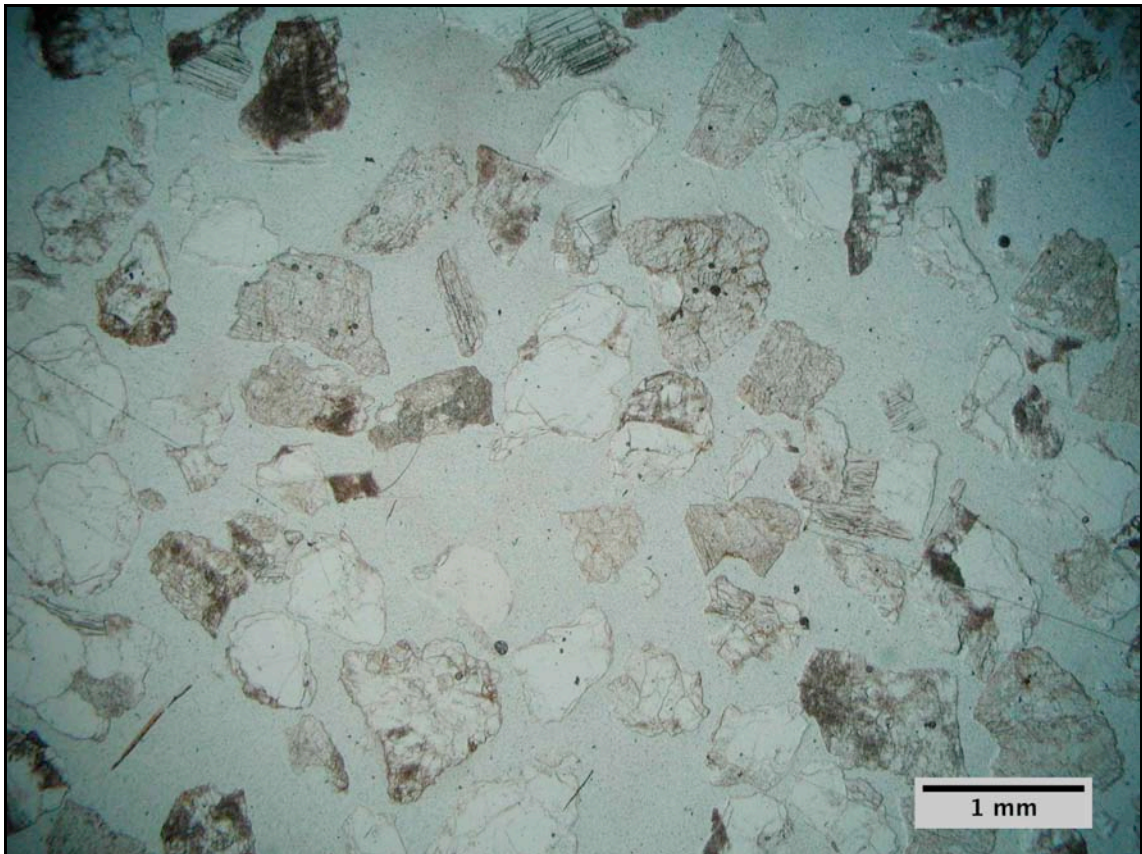


Abbildung 88: Übersichtsfoto BF20aS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Feldspat: rund 75% der Gesamtkörner

Plagioklas: dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, getrübt durch Einlagerungen (Sericit, Chlorit), niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, zwei Spaltsysteme schneidenden bei 86°, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen) || zur sehr guten Spaltrichtung, teilweise Verwachsungen mit Quarz (Granitbruchstücke), Glimmereinschlüsse.

Alkalifeldspat: farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), optisch zweiachsig negativ, sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, teilweise Verzwilligung, teilweise zonare Auslöschung, Glimmereinschlüsse.

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, stengelige Körner, Einzelkörner und Granitbruchstücke.

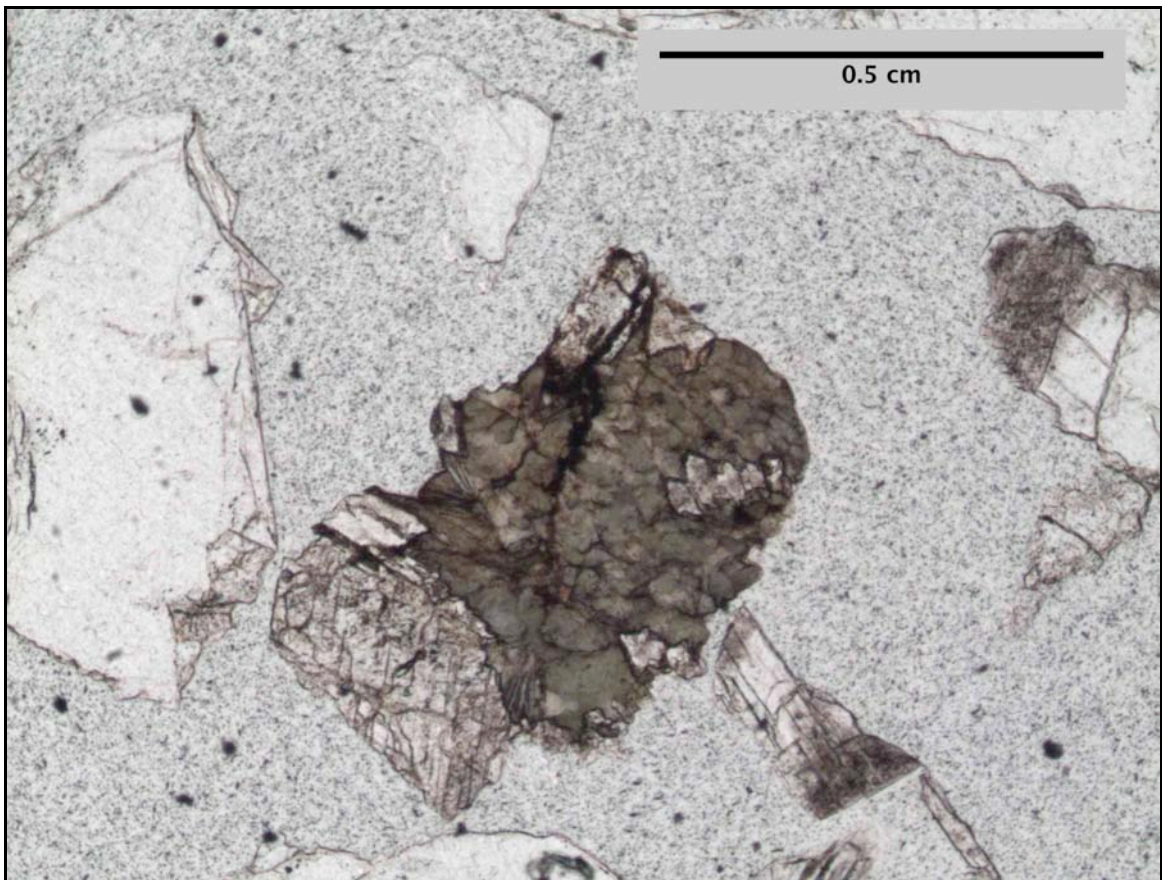


Abbildung 89: Chlorit BF20aS (100fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

Chlorit: farblose bis grüne Eigenfarbe (erhöhter Fe-Gehalt), schwacher Pleochroismus, mittelhohe Licht- und niedrige Doppelbrechung, anormale Interferenzfarben (gelb-bräunliche), radial-strahlige Kristallausbildung, begrenzt als sekundäre Umwandlungsprodukte des Biotit und der Feldspäte (Sericitisierung), parallele Verwachsungen mit Biotit und Verwachsungen mit Feldspäten (Abb.89).

Dünnschliff der Probe: BF11S (Bachsediment, Abb.90)

Quarz: rund 60% der Gesamtkörner, meist gut gerundete Körner, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, grau-weiße Interferenzfarben (1.Ordnung), einachsig positiv, keine Spaltbarkeit, schwache bis mäßig undulöse Auslöschung als Ausdruck von Stressbeanspruchung, teilweise stark mit unregelmäßigen Rissen durchzogen, einige Quarzite (Gesteinsbruchstücke).

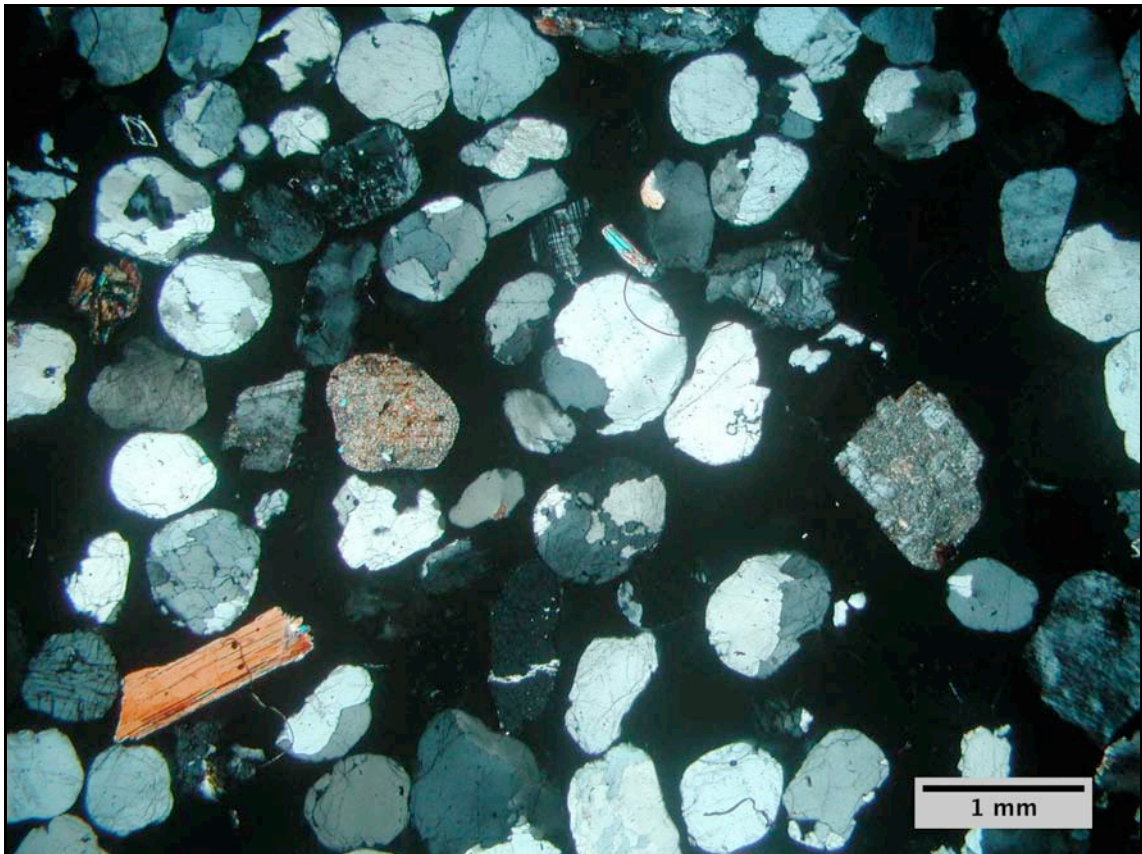


Abbildung 90: Übersichtsfoto BF11S (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Feldspat: rund 35% der Gesamtkörner

Plagioklas: dünn- bis dicktafelig, ausgelängt bis leistenförmig-gestreckt, farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue - weißlichgraue - gelbliche Interferenzfarben (1.Ordnung), sehr gute (001) und gute (010) Spaltbarkeit, polysynthetisch auftretende Lamellen (= Viellings-Verzwilligung) nach dem Albit-Gesetz (zahlreiche, feinste Lamellen) || zur sehr guten Spaltrichtung, teilweise Verwachsungen mit Quarz (glatte Korngrenzen), feinverteilte Glimmereinschlüsse entlang der Spaltbarkeit (sekundäre Chloritbildung nach Biotit).

Alkalifeldspat: farblos, niedrige Licht- und Doppelbrechung, graue Interferenzfarben (1.Ordnung), Mikroklingitter-Verzwilligung (feine polysynthetische Gitterverzwilligung), teilweise Umwandlung in Albit (Mikroklinperthit), gute Spaltbarkeit, charakteristische Verzwilligung (Karlsbader-Verzwilligung), perthitische Entmischung (Abb.91).

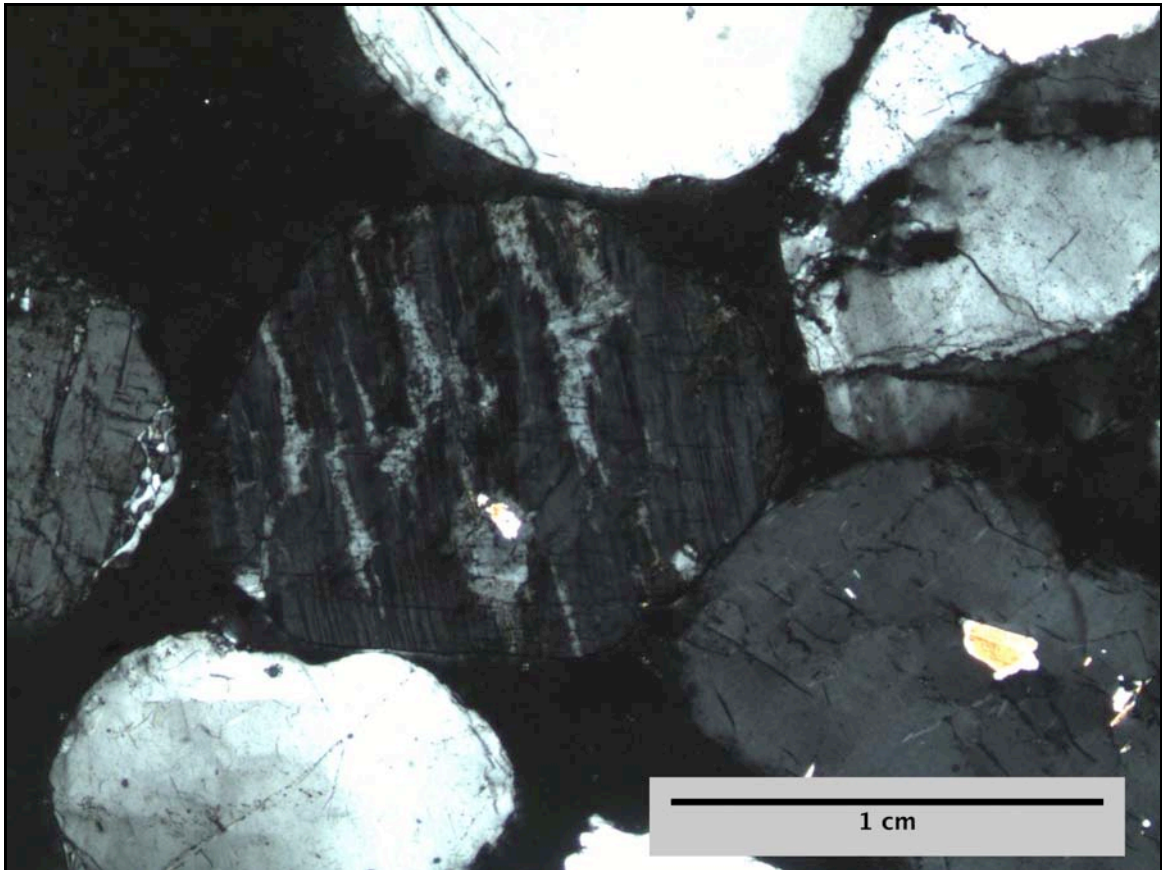


Abbildung 91: perthitische Entmischung BF11S (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)

Muskovit: farblos, selten leicht gefärbt, mittelhohe Licht- und hohe Doppelbrechung, lebhafte und leuchtende Interferenzfarben (höhere 2. bis niedrige 3.Ordnung), vollkommene Spaltbarkeit, oft als Sericit (feinstschuppige Form), teilweise verwachsen mit Chlorit (sekundär nach Biotit) und als Umwandlungsprodukt der Feldspäte (Sericitisierung).

Biotit: farblose, leicht bräunliche Körner, gute Spaltbarkeit, radial gestrahlt, gelb-braune Interferenzfarben.

Chlorit: farblose bis grünliche Eigenfarbe, kein Pleochroismus, mittelhohe Licht- und niedrige Doppelbrechung, anormale Interferenzfarben, radialblättrig, schuppig bis faserig, feinkörnig, sekundäre Mineralumwandlung nach Biotit.

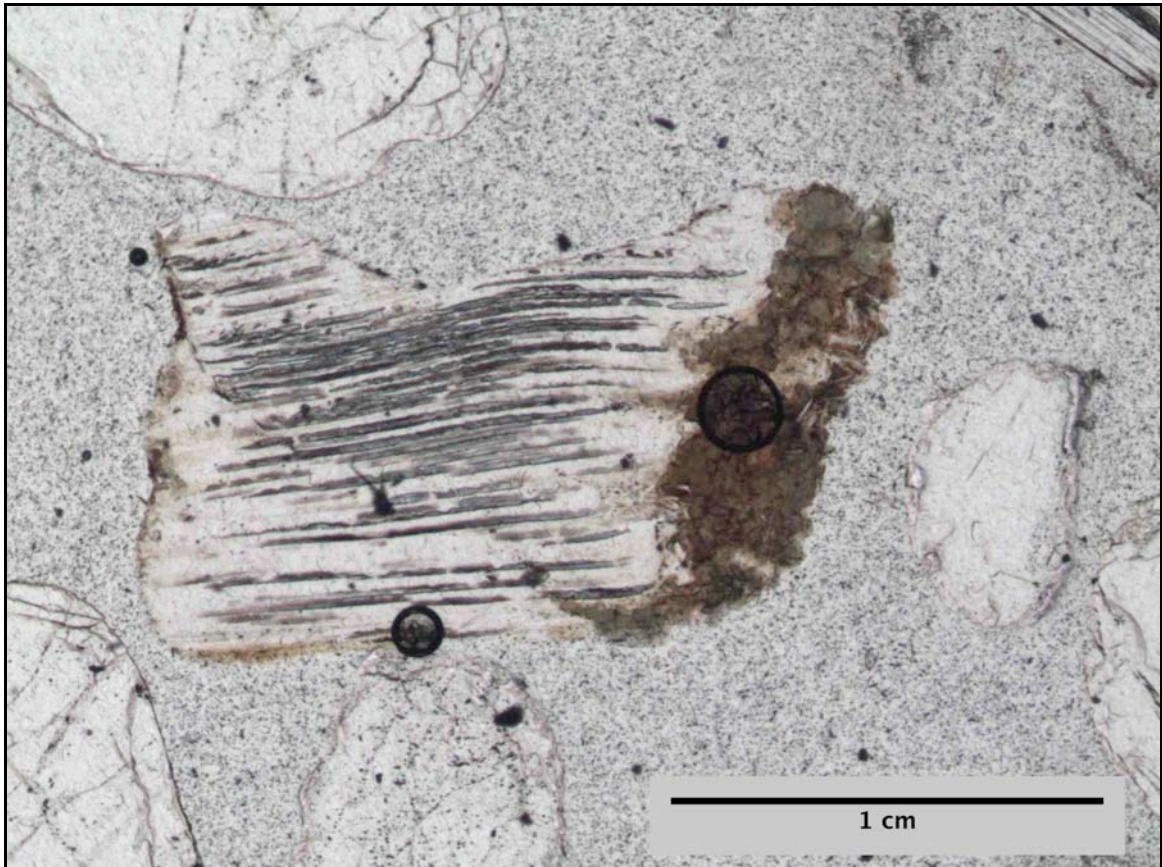


Abbildung 92: Chlorit BF11S (40fach vergrößert, parallele Polarisatoren)

9.4 TOC- und des Schwefelgehaltes

Bei der Probe BF26hG (schwarzes Glas) wurde eine Messung des Gesamtkohlenstoff- und Schwefelgehaltes durchgeführt. Bei historischen Gläsern wurde meist entweder durch Beisatz von Hochofenschlacken oder Kohlenstoffen, wie Holzsägespäne, die schwarze Färbung erreicht.

Die Analysen ergaben einen Durchschnittswert des Kohlenstoffgehaltes von %C= 0,07 und des Schwefelgehaltes von %S=0,05.

Diese niedrigen Gehalte machen den Besatz von Kohlenstoffen für die Färbung dieser Glasprobe unwahrscheinlich.

10 Interpretation

Die chemischen Analysen lassen durchaus begrenzte Vergleiche zwischen den Sedimentproben und Glasproben zu. Im Allgemeinen sind die Gehalte von CaO, Na₂O und K₂O in den Gläsern höher als in den Sanden, welches sich aus dem Zusatz der Pottasche leicht erklären lässt. Die vergleichsweise stark höheren Werte in MgO und CaO sind vermutlich auf die Zugabe von Kalk und / oder Dolomit zur Glasschmelze zurückzuführen. Die FeO-Konzentrationen liegen sowohl in den Sanden, als auch in den Gläsern bei durchschnittlich unter 1%, wobei beide Probengruppen Ausreißer von bis zu 5% FeO beinhalten. Einzig der Al₂O₃-Gehalt liegt, mit Ausnahme der reinen (in SiO₂) tertiären fluviatilen Sande, Bachsedimente und Quarze, deutlich über dem Gehalt in den Gläsern.

In historischen Zeiten waren Waldviertler Sande gute Rohstoffe für die Waldglasproduktion, besonders für färbige Gläser. Eine gewisse Auslese in der Sandgewinnung ist anzunehmen, und war auch notwendig, da vor allem Verwitterungssande ohne intensivere Behandlung (waschen, sieben und mahlen) weitgehend ungeeignet sind.

Den qualitativen Ansprüchen der heutigen Glasindustrie werden die beprobeten Sande nur schwer gerecht. Hier ist aber hinzuzufügen, dass die Verwendung von Glas auch Modeerscheinungen unterliegt und unterlag. So war zu Zeiten der Waldglashütten die Nachfrage nach färbigen Gläsern ausgesprochen hoch und die Verbreitung von Glas heutiger Qualität an Durchsichtigkeit noch fern jeglicher großflächiger Verbreitung.

Meiner Ansicht nach ist weniger die Qualität der Waldviertler Sande das Problem für die Verwendung in der Glasindustrie, auch wenn bei reineren Sanden natürlich der Aufwand der Reinigung entfällt. Ein größeres Problem stellt eher der Größenmaßstab heutiger Sandgruben dar, der notwendig wäre, um für einen Abbau wirtschaftlich von Interesse zu sein.

Literaturverzeichnis

- AGRICOLA G., 1556: De Re Metallica Libri XII - Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. - Aufl. (2003): 564 S. (Fourier) Wiesbaden.
- BERNLEITHNER E., 1958: Alte Glashütten in niederösterreichischen-böhmischen Grenzgebiet. - Jahrbuch für Landeskunde von Niederösterreich N.F.32 (1955/56) 134-151.
- BIEDERMANN S., 1962: Glasindustrie um Reingers. - Das Waldviertel, Jahrgang 11., Folge 9/10, 133-134.
- BLAU J., 1983: Die Glasmacher im Böhmer- und Bayerwald in Volkskunde und Kulturgeschichte. - 298 S.(Verlag Morsak) Grafenau.
- BREITER K. & SCHARBERT S., 1995: The Homolka Magmatic Centre - an Example of Late Variscan Ore Bearing Magmatism in the Southbohemian Batholith (Southern Bohemia, Northern Austria). - Jb. Geol. B.-A., 138, 9-25, Wien.
- BREITER K. & SCHARBERT S., 1996: The Eisgarn Granite and its successors in the South Bohemian Batholith. - Mitt. Österr. Mineral. Ges., 141, 75-76, Wien.
- BREITER K. & SCHARBERT S., 1998: Latest Intrusions of the Eisgarn Pluton (South Bohemia - Northern Waldviertel). - Jb. Geol. B.-A., 141, 25-37, Wien.
- BREITER K. & SCHARBERT S., 2001: Geological Mapping of the Two-Mica Granites in the Weitra - Nové Hradý Area. - Mitt. Österr. Mineral. Ges., 146, 40-41, Wien.
- BREITER K., GÖD R., KOLLER F., SLAPANSKY P. & KOPECKY L., 1994: Exkursion D: Mineralisierte Granite im südböhmischen Pluton. - Mitt. Österr. Mineral. Ges., 139, 429-456, Wien.
- DIENSTL K., 1969: Aus der Wirtschaftsgeschichte einer Waldglashütte. - Das Waldviertel, Jahrgang 18., Heft 10/12, 247-252.
- DRAXLER I., 1977: Die Hochmoore des Waldviertels. - Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1977 „Waldviertel“. Geol. B.-A., 26-28, Wien.

- EBNER F., 1997: Die geologischen Einheiten Österreichs und ihre Rohstoffe. (49 - 59) - In: Weber L., 1997 (ed.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. - 607 S. Arch.f.Lagerst.forsch. Geol. B.-A., Band 17, Wien.
- FRANK C. & RABEDER G., 1999: Eiszeitliche Klimageschichte des Waldviertels. - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund), 89-100, Horn.
- FUCHS G., 1986: Diskussion um den Deckenbau der Böhmisches Masse. - Jb. Geol. B.-A., 129/1, 41-49, Wien.
- FUCHS G., 1991: Das Bild der Böhmisches Masse im Umbruch. - Jb. Geol. B.-A., 134/4, 701-710, Wien.
- FUCHS G., 1998: Kritische Gedanken zur neueren geodynamischen Forschung in der östlichen Böhmisches Masse. - Jb. Geol. B.-A., 141/1, 39-43, Wien.
- FUCHS G. & MATURA A., 1976: Zur Geologie des Kristallins der südlichen Böhmisches Masse. - Jb. Geol. B.-A., 119, 1-43, Wien.
- GRATZL A., 1985: 150 Jahre Stötzle-Glas. - 219 S. (Verlag für Sammler) Graz.
- HAUER R., 1952: Die Flußsysteme des n.-ö. Waldviertels. Ein Beitrag zu ihrer Entwicklungsgeschichte. - 193 S. (Stadtgemeinde Kulturreferat) Gmünd.
- HEINRICH M., 2006: Rohstoffe und Bergbau. (265 - 298) - In: WESSELY G., 2006 (ed.): Geologie der österreichischen Bundesländer - Niederösterreich. - 416 S. (Geologische Bundesanstalt) Wien.
- HEINRICH H., 2000: Atomabsorptionspektrometrie (AAS). - In: PAVIĆEVIĆ M.K. & AMTHAUSER G., 2000 (ed.): Physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden in den Geowissenschaften. Band 1 Mikroskopische, analytische und massenspektrometrische Methoden - 252 S. (E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung - Nägele u. Obermiller), 97-108, Stuttgart.

- HÖCK V., 1999: Der geologische Bau des Grundgebirges. - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund) , 37-62, Horn.
- HÖHER L., 1970: Glashütten rund um den Nebelstein. - Das Waldviertel, Jahrgang 19.(30.), 3-13.
- KOLLER F., 1999: Plutonische Gesteine.- In: Steininger F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund) , 25-36, Horn.
- KURAT G., 1965: Der Weinsberger Granit im südlichen österreichischen Moldanubikum. - Tscherm.Min.Petr.Mitt., 3.F., 9, 202-227, Wien.
- LIEBHART O., 1962: Die Glaserzeugung im Waldviertel. - Das Waldviertel, Jahrgang 11., Folge 7/8, 99-102.
- LINTON D.L., 1955: The Problem of Tors. - Geogr.J., 121: 470-487. London.
- MATURA A., 2006: Böhmisches Massiv. (25 - 39) - In: WESSELY G., 2006 (ed.): Geologie der österreichischen Bundesländer - Niederösterreich. - 416 S. (Geologische Bundesanstalt) Wien.
- PETRAKAKIS K. & RICHTER W., 1999: Metamorphe Gesteine.- In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund), 9-24, Horn.
- POHL W., 2005: Mineralische und Energie-Rohstoffe - Eine Einführung zur Entstehung und nachhaltigen Nutzung von Lagerstätten. (W. und W.E PETRASCHECK'S Lagerstättenlehre) - 527 S., 5.Aufl. (Nägele u. Obermiller) Stuttgart.
- PONGRATZ W., Tomaschek P., 1986: Heimatkunde des Bezirkes Gmünd. - 679 S., 3.Aufl. (1. Auflage: Hauer R.,1951), (Verlag der Stadtgemeinde/Kulturreferat), Gmünd.
- PRINZ H., 1932: Das Waldviertel und seine Glasindustrie. - Das Waldviertel, Jahrgang 5., Heft 4, 75-76.

- PÜRGN A., 1932a: Die Geschichte der Glasindustrie im Waldviertel. - Das Waldviertel, Jahrgang 5, Folge 5 (15. Juli 1932) 81-100.
- PÜRGN A., 1932b: Die Geschichte der Glasindustrie im Waldviertel (Fortsetzung und Schluss). - Das Waldviertel, Jahrgang 5, Folge 6 (1. September 1932) 101-106.
- REISCHENBACHER D., 2003: Geologie und Entwicklung des Aflenzner Beckens. - 122 S. Diplomarbeit (Montanuniversität Leoben) Leoben.
- RÖTZEL R. & KURZWEIL H., 1985: Die Schwermineraleführung niederösterreichischer Quarzsande und ihre wirtschaftliche Bedeutung. - 93 S., Endbericht 1983 (N-A-032d/1983). Geol. B.-A., Wien.
- RÖTZEL R. & KURZWEIL H., 1986: Die Schwerminerale in niederösterreichischen Quarzsanden und ihre wirtschaftliche Bedeutung. - Arch.f.Lagerst.forsch. Geol. B.-A., Band 7, 199-216, Wien.
- RÖTZEL R. & KURZWEIL H., 1989: Rohstoffpotential Waldviertel-Nord. Erfassung und Beurteilung des Rohstoffpotentials im nördlichen Waldviertel, N.Ö. - 207 S., Endbericht (NC-9c/83/F-84/F-86). Austroplan, Wien.
- ROETZEL R. & STEININGER F.F., 1999: Älteres Tertiär. - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund) , 75-78, Horn.
- SCHERMANN O., 1977: Die Rohstoffsituation des Waldviertels. - Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1977 „Waldviertel“. Geol. B.-A., 26-28, Wien.
- SCHOLZE H., 1988: Glas Natur, Struktur und Eigenschaften. - 407 S. (Springer-Verlag), Wien.
- SCHÖNENBERG R. & NEUGEBAUER J., 1987: Einführungen in die Geologie Europas. - 5. Aufl.: 294 S. (Rombach) Freiburg.
- SCHWAIGHOFER B., KUGLER H., OTTNER F. & ADAMCOVA R., 1994: Untersuchungen zum Adsorptionsverhalten der Basisdichtschichten der Deponien Gmünd und Horn - Eine Funktionsanalyse nach mehrjährigem Deponiebetrieb. - Mitt. Österr. Geol. Ges., 90, 185-200, Wien.

- STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund), 73-74, Horn.
- STEININGER F.F. & ROETZEL R., 1999a: Mesozoikum (Erdmittelalter). - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund), 73-74, Horn.
- STEININGER F.F. & ROETZEL R., 1999b: Jüngeres Tertiär. - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund) , 79-88, Horn.
- TOLLMANN A., 1985: Die Geologie von Österreich, II: Außerzentralalpiner Anteil. - 706 S. (Deuticke) Wien.
- VASICEK W. & STEININGER F.F., 1999: Jungpaläozoikum von Zöbung. - In: STEININGER F.F., 1999 (ed.): Erdgeschichte des Waldviertels. - 200 S. Schriftreihe des Waldviertler Heimatbundes, 2. Aufl., 38 (Waldviertler Heimatbund), 63-72, Horn.
- WALDMANN L., 1951: Das außeralpine Grundgebirge Österreichs. - In: SCHAFFER F.X., 1951 (ed.): Geologie von Österreich. - 2. Aufl. XVI+810 S. (Franz Deuticke) Wien.
- WEBER L., 1997: Die metallogenetischen Einheiten Österreichs. 1. Böhmisches Massiv (Außeralpines Variszikum) (230 - 236) - In: WEBER L., 1997 (ed.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. - 607 S. Arch.f.Lagerst.forsch.Geol. B.-A., Band 17, Wien.
- WEDEPOHL K.H., 2003: Glas in Antike und Mittelalter. Geschichte eines Werkstoffs. - 227 S. (E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung - Nägele u. Obermiller) Stuttgart.
- WESSELY G., 2006 (ed.): Geologie der österreichischen Bundesländer - Niederösterreich. - 416 S. (Geologische Bundesanstalt) Wien.
- WINKELBAUER T., 1992: Von Hüttenmeistern und Glasmachern, Aschenbrennern und Flußsiedern. - Das Waldviertel, Jahrgang 41. (52.), Heft 3, 225-252.
- ZAUBEK O., 1971: 600 Jahre Glaserzeugung im Waldviertel. - Das Waldviertel, Jahrgang 20.(31.), Folge 4/6, 69-75.

Topographische Karten

ÖK50 - (4304) Waidhofen an der Thaya (Herausgeber: BEV)

ÖK50 - (4309) Gmünd (Herausgeber: BEV)

ÖK25V - (4304 - West) Heidenreichstein (Herausgeber: BEV)

ÖK25V - (4303 - Ost) Alt-Nagelberg (Herausgeber: BEV)

ÖK25V - (4309 - Ost) Gmünd (Herausgeber: BEV)

Geologische Karten

BREITER K., 1994 (ed.): Geologische Karte des Raumes Nova Bystrice - Litschau. 1:50.000 -
Mitt. Österr. Mineral. Ges.

FUCHS G. & MATURA A., 1976: Geologische Karte des Kristallins der südböhmischen Masse.
1:200.000. - Geol.B-A., Wien.

HÖCK V. & ROETZEL R., 1996 (ed.): Geologische Übersichtskarte des Waldviertels. 1:200.000.
- Waldviertler Heimatbund, Horn.

WALDMANN L., 1950: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich. 1:75.000, Blatt
Litschau-Gmünd (4454). - Geol.B-A., Wien.

WEBER L., 1997 (ed.): Metallogenetische Karte von Österreich. 1:500.000 unter
Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe. - Geol.B-A., Wien.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte – nordwestliches Niederösterreich (GOOGLE MAPS 2008)	8
Abbildung 2: Übersichtskarte des beprobten Gebietes (GOOGLE MAPS 2008)	9
Abbildung 3: Verlauf der Mitteleuropäischen Wasserscheide im Bezirk Gmünd (PONGRATZ & TOMASCHEK 1986)	10
Abbildung 4: Überblick über die Verbreitung des Variszischen Gebirges in Europa (umgezeichnet und vereinfacht nach SCHÖNENBERG & NEUGEBAUER 1987)	12
Abbildung 5: Geologische Übersichtskarte (stark vereinfacht, STEINGER 1999).....	13
Abbildung 6: Geologisch-tektonische Skizze des Waldviertels mit Moldanubikum und Moravikum sowie der innermoldanubisch und innermoravischen Untergliederung (STEINGER 1999)	15
Abbildung 7: Die spätvariszischen Schersysteme im Mühl- und Waldviertel (TOLLMANN 1985).....	18
Abbildung 8: Entstehung von Wollsackblöcken, Blockpackungen und Felsburgen (LINTON 1955), a) erstes Stadium: Granitvergrusung, b) späteres Stadium: Exhumierung.....	19
Abbildung 9: Geologische Karte der Homolkaintrusion (BREITER & SCHARBERT 1995)	23
Abbildung 10: Geologische Karte der Umgebung von Nová Bystřice – Litschau (BREITER et al. 1994).....	24
Abbildung 11: Verbreitung aktueller Abbaugelände von Kies und Sand in Niederösterreich (WESSELY 2006)	27
Abbildung 12: Melker Sand der Sandgrube Winzing	28
Abbildung 13: Verbreitung wichtiger Abbaue von Bau-, Werk- und Dekorsteinen in Niederösterreich (WESSELY 2006)	30
Abbildung 14: Verbreitung wichtiger Vorkommen und Bergbaue auf klassische Industriemineralien in Niederösterreich (WESSELY 2006)	31
Abbildung 15: Erster Glashofen zum Verschmelzen der Rohstoffe (AGRICOLA 1556) ..	33
Abbildung 16: Zweiter Glasofen zum Umschmelzen des Glases (AGRICOLA 1556)	34
Abbildung 17: Dritter Glasofen zur Herstellung fertiger Glaswaren (AGRICOLA 1556) ..	35
Abbildung 18: Glasmacher mit Glaspfeife (GRATZL 1985)	37
Abbildung 19: Glasmacher bei der Arbeit (GRATZL 1985).....	39
Abbildung 20: Radierung von Kasper Meridan (Topographia Windhagiana) in PONGRATZ & TOMASCHEK 1986.....	40
Abbildung 21: Carl Anton Stötzle (GRATZL 1985).....	42

Abbildung 22: Karte der Glashütten im niederösterreichischen-böhmischen Grenzgebiet (BERNLEITHNER 1958).....	44
Abbildung 23: Werkzeuge eines Glasmachers (GRATZL 1985).....	46
Abbildung 24: SiO ₂ in regelmäßiger (links) Kristallstruktur und unregelmäßiger (rechts) Netzwerkstruktur (SCHOLZE 1988)	48
Tabelle 1: die wichtigsten Farbzusätze (SCHOLZE 1998, WEDEPOHL 2003).....	51
Abbildung 25: Auszug aus der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markierte ist der Beprobungspunkt BF02	58
Abbildung 26: Beprobungspunkt BF02, Sandgrube.....	58
Abbildung 27: Beprobungspunkt BF10	59
Abbildung 28: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF12	60
Abbildung 29: Auszug der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert ist der Beprobungspunkt BF01	60
Abbildung 30: Auszug der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF05 und BF06.....	61
Abbildung 31: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF07, BF08, BF09 und BF10.....	62
Abbildung 32: Auszug aus der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert sind die Beprobungspunkte von BF03	63
Abbildung 33: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF13	64
Abbildung 34: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF14 und BF15.....	64
Abbildung 35: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert ist der Beprobungspunkt BF16	65
Abbildung 36: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF17 und BF18.....	65
Abbildung 37: Beprobungspunkt BF18 (Detail).....	66
Abbildung 38: Beprobungspunkt BF18	66
Abbildung 39: Beprobungspunkt BF19 (Detail).....	67
Abbildung 40: Beprobungspunkt BF19	67
Abbildung 41: Auszug aus der ÖK25V (4304 – West, Heidenreichstein), markiert sind die Beprobungspunkte BF19, BF20 und BF21	68
Abbildung 42: Auszug aus der ÖK25V (4303 – Ost, Alt-Nagelberg), markiert ist der Beprobungspunkt BF11	69

Abbildung 43: Probenfoto (BF00cG).....	70
Abbildung 44: Auszug aus der ÖK50 (4309 Gmünd).....	70
Abbildung 45: Probenfoto von BF04bG-1, BF04bG-2, BF04bG-3.....	71
Abbildung 46: Probenfoto von BF04aG-1, BF04aG-2, BF04aG-3.....	71
Abbildung 47: Probenfoto von BF04dG-1, BF04dG-2, BF04dG-3, BF04dG-4	71
Abbildung 48: Probenfoto von BF26hG	72
Abbildung 49: Probenfoto von BF26gG	72
Abbildung 50: Probenfoto von BF26fG	72
Abbildung 51: Probenfoto von BF26cG	72
Tabelle 2: Auszug der Körngrößenklassifikation nach DIN 4022.....	74
Abbildung 52: Grundprinzip eines AAS (Heinrichs 2000)	75
Tabelle 3: Multiplikationsfaktoren für die Umrechnung von Elementkonzentration in Oxidkonzentration	76
Abbildung 53: Korngrößenverteilung der Sandproben.....	78
Abbildung 54: Korngrößenverteilung der Bodenproben.....	79
Abbildung 55: Korngrößenverteilung der Bachsedimentproben	79
Abbildung 56: Korngrößenverteilung der Verwitterungsproben	80
Abbildung 57: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Na_2O gegen SiO_2	81
Abbildung 58: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung MgO gegen SiO_2	82
Abbildung 59: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung K_2O gegen SiO_2	82
Abbildung 60: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung FeO gegen SiO_2	83
Abbildung 61: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung CaO gegen SiO_2	84
Abbildung 62: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Al_2O_3 gegen SiO_2	84
Abbildung 63: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Na_2O gegen CaO	85
Abbildung 64: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung K_2O gegen CaO	85
Abbildung 65: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Na_2O gegen SiO_2	86
Abbildung 66: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung K_2O gegen SiO_2	86
Abbildung 67: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung FeO gegen SiO_2	87
Abbildung 68: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Al_2O_3 gegen SiO_2	87
Abbildung 69: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung CaO gegen SiO_2	88
Abbildung 70: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung MgO gegen SiO_2	88

Abbildung 71: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Mn gegen SiO ₂	89
Abbildung 72: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Co gegen SiO ₂	89
Abbildung 73: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Cr gegen SiO ₂	90
Abbildung 74: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Cu gegen SiO ₂	91
Abbildung 75: Diagramm zum Vergleich der Zusammensetzung Ni gegen SiO ₂	91
Abbildung 76: Übersichtsfoto BF02bS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	92
Abbildung 77: Chlorit in BF02bS (100fach vergrößert, parallele Polarisatoren)	93
Abbildung 78: Ziegelbruchstück in BF02bS (40fach vergrößert, parallele Polarisatoren)	94
Abbildung 79: Übersichtsfoto BF05aS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	95
Abbildung 80: Übersichtsfoto BF10aS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	97
Abbildung 81: Übersichtsfoto BF01cS (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	98
Abbildung 82: Mikroklingitter BF01cS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ...	99
Abbildung 83: Übersichtsfoto BF07S (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	100
Abbildung 84: Übersichtsfoto BF13bS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren) ..	102
Abbildung 85: Granitbruchstück BF13bS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren)	103
Abbildung 86: Übersichtsfoto BF15eS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren) ..	104
Abbildung 87: Sericitisierung BF15eS (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) .	105
Abbildung 88: Übersichtsfoto BF20aS (20fach vergrößert, parallele Polarisatoren) ..	106
Abbildung 89: Chlorit BF20aS (100fach vergrößert, parallele Polarisatoren)	107
Abbildung 90: Übersichtsfoto BF11S (20fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren) ..	108
Abbildung 91: perthitische Entmischung BF11S (40fach vergrößert, gekreuzte Polarisatoren).....	109
Abbildung 92: Chlorit BF11S (40fach vergrößert, parallele Polarisatoren)	110

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: die wichtigsten Farbzusätze (SCHOLZE 1998, WEDEPOHL 2003).....	51
Tabelle 2: Auszug der Körngrößenklassifikation nach DIN 4022.....	74
Tabelle 3: Multiplikationsfaktoren für die Umrechnung von Elementkonzentration in Oxidkonzentration	76

Anhang A: Probenliste

Probe	Art der Probe	Ort der Beprobung
BF00G	Glasscherben	Gopprechts
BF01aS	Sandprobe	Altnagelberg
BF01bS	Sandprobe	Altnagelberg
BF01cS	Sandprobe	Altnagelberg
BF01dS	Sandprobe	Altnagelberg
BF01F	Gesteinsprobe	Altnagelberg
BF02aS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF02bS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF02cS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF02dS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF02eS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF02fS	Sandprobe	Breitensee, Sportplatz
BF03aS	Sandprobe	Neunagelberg, Gamsbach
BF03bS	Sandprobe	Neunagelberg, Gamsbach
BF03cS	Sandprobe	Neunagelberg, Gamsbach
BF03dS	Sandprobe	Neunagelberg, Gamsbach
BF04G	Glasscherben	Gmünd, Glasmuseum
BF05aS	Sandprobe	Zollhaus Finsternau
BF05bS	Sandprobe	Zollhaus Finsternau
BF05cS	Sandprobe	Zollhaus Finsternau
BF06S	Bodenprobe	Pocherberg
BF07aQ	Quarzprobe + Granit	Galthof
BF07bF	Gesteinsprobe	Galthof
BF07cQ	Quarzprobe + Granit	Galthof
BF07dS	Bodenprobe	Galthof
BF08S	Bachsedimentprobe	Galthof
BF09aS	Sandprobe	Reichenbach
BF09bS	Sandprobe	Reichenbach
BF09cS	Sandprobe	Reichenbach
BF10aS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10bS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10cS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10dS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10eS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10fS	Sandprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF10F	Gesteinsprobe	Höllgraben (Reichenbach - Schönau)
BF11S	Bachsedimentprobe	Schlag (Zollhaus)
BF12aS	Sandprobe	Rottal (ehemalige Sandgrube)
BF12bS	Sandprobe	Rottal (ehemalige Sandgrube)
BF12cS	Sandprobe	Rottal (ehemalige Sandgrube)
BF13aS	Sandprobe	Eugenia (Forsthaus)
BF13bS	Sandprobe	Eugenia (Forsthaus)
BF13cS	Sandprobe	Eugenia (Forsthaus)
BF14S	Sandprobe	Pocher (Heidenreichstein)

Probe	Art der Probe	Ort der Beprobung
BF15aS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF15bS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF15cS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF15dS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF15eS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF15fS	Sandprobe	Pengers (Heidenreichstein)
BF16aS	Sandprobe	Eberweis
BF16bS	Sandprobe	Eberweis
BF16cS	Sandprobe	Eberweis
BF17S	Sandprobe	Griesbach (Straßenböschung)
BF18aS	Sandprobe	Griesbach
BF18bS	Sandprobe	Griesbach
BF18cS	Sandprobe	Griesbach
BF19aS	Sandprobe	Saaß (Sagmühle)
BF19bS	Sandprobe	Saaß (Sagmühle)
BF19cS	Sandprobe	Saaß (Sagmühle)
BF20aS	Sandprobe	Saaß (Sonnenhof)
BF20bS	Sandprobe	Saaß (Sonnenhof)
BF20cS	Sandprobe	Saaß (Sonnenhof)
BF21aS	Sandprobe	Hörmanns
BF21bS	Sandprobe	Hörmanns
BF21cS	Sandprobe	Hörmanns
BF22F	Gesteinsprobe	Falkendorf (Steinbruch a)
BF23F	Gesteinsprobe	Falkendorf (Steinbruch b)
BF24	Schlacke	Neunagelberg
BF25	Glasflaschen	Kanalarbeiten Altnagelberg
BF26	Glasscherben	Altnagelberg
BF27	Pellets	Stötzle - Phillips (Niederlande)
BF28	Glasscherben	Stötzle - Bleiglas
BF29	Glasscherben	Stötzle - Kaliglas
BF30	Glasflaschen	Stötzle - Syphonflaschen
BF31	Glasschmelzproben	Stötzle - Farbproben
BF32	Glasperlen	Stötzle

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probe	N - Koordinate	E - Koordinate	Anmerkung	
BF00G			Waldglas	Chemie
BF01aS	48° 50' 14,7"	14° 59' 46,1"	Bodenprobe	Korngröße, Chemie
BF01bS	48° 50' 14,7"	14° 59' 46,1"	Bodenprobe	Korngröße, Chemie
BF01cS	48° 50' 14,7"	14° 59' 46,1"	Bodenprobe	Korngröße, Chemie
BF01dS	48° 50' 14,7"	14° 59' 46,1"	Bodenprobe	Korngröße, Chemie
BF01F	48° 50' 14,7"	14° 59' 46,1"	Lesestein	unbearbeitet
BF02aS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF02bS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF02cS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF02dS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF02eS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF02fS	48° 49' 8,7"	14° 58' 2,1"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF03aS	48° 49' 56,7"	14° 58' 49,9"	Sandprobe (nördlichst)	Korngröße, Chemie
BF03bS	48° 49' 56,7"	14° 58' 49,9"	Sandprobe	Korngröße, Chemie
BF03cS	48° 49' 56,7"	14° 58' 49,9"	Sandprobe	Korngröße, Chemie
BF03dS	48° 49' 56,7"	14° 58' 49,9"	Sandprobe (südlichst)	Korngröße, Chemie
BF04G				Chemie
BF05aS	48° 52' 24,2"	15° 0' 5,4"		Korngröße, Chemie
BF05bS	48° 52' 24,2"	15° 0' 5,4"		Korngröße, Chemie
BF05cS	48° 52' 24,2"	15° 0' 5,4"		Korngröße, Chemie
BF06S	48° 53' 24,3"	15° 1' 20,6"		Korngröße, Chemie
BF07aQ	48° 53' 24"	15° 1' 20,6"	Lesestein	Chemie
BF07bF	48° 53' 24"	15° 1' 20,6"	Lesestein	unbearbeitet
BF07cQ	48° 53' 24"	15° 1' 20,6"	Lesestein	Chemie
BF07dS	48° 53' 24"	15° 1' 20,6"	Lesestein	Korngröße, Chemie
BF08S	48° 53' 24,3"	15° 1' 20,8"		Korngröße, Chemie
BF09aS	48° 54' 3,9"	15° 0' 35"		Korngröße, Chemie
BF09bS	48° 54' 3,9"	15° 0' 35"		unbearbeitet
BF09cS	48° 54' 3,9"	15° 0' 35"		unbearbeitet
BF10aS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF10bS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF10cS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF10dS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (oben)	Korngröße, Chemie
BF10eS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF10fS	48° 54' 4"	15° 0' 35"	Sandprobe (unten)	Korngröße, Chemie
BF10F	48° 54' 4"	15° 0' 35"	(oben)	unbearbeitet

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probe	N - Koordinate	E - Koordinate	Anmerkung	
BF11S	48° 57' 32,3	14° 59' 10,7"		Korngröße, Chemie
BF12aS	49° 0' 28,6"	15° 1' 10,4"		Korngröße, Chemie
BF12bS	49° 0' 28,6"	15° 1' 10,4"		Korngröße, Chemie
BF12cS	49° 0' 28,6"	15° 1' 10,4"		Korngröße, Chemie
BF13aS	48° 48' 35,7"	15° 3' 32,5"	Baumwurzel	Korngröße, Chemie
BF13bS	48° 48' 35,7"	15° 3' 32,5"	nahe Flussufer	Korngröße, Chemie
BF13cS	48° 48' 35,7"	15° 3' 32,5"	nahe Flussufer	Korngröße, Chemie
BF14S	48° 52' 34,3"	15° 8' 17,4"		Korngröße, Chemie
BF15aS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF15bS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF15cS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF15dS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF15eS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF15fS	48° 53' 10,8"	15° 9' 12,2"		Korngröße, Chemie
BF16aS	48° 53' 34,4"	15° 5' 56,5"		Korngröße, Chemie
BF16bS	48° 53' 34,4"	15° 5' 56,5"		Korngröße, Chemie
BF16cS	48° 53' 34,4"	15° 5' 56,5"		Korngröße, Chemie
BF17S	48° 59' 46,4"	15° 4' 31,4"		Korngröße, Chemie
BF18aS	48° 59' 20"	15° 5' 17,1"		Korngröße, Chemie
BF18bS	48° 59' 20"	15° 5' 17,1"		Korngröße, Chemie
BF18cS	48° 59' 20"	15° 5' 17,1"		Korngröße, Chemie
BF19aS	48° 58' 21,2"	15° 5' 11,1"		Korngröße, Chemie
BF19bS	48° 58' 21,2"	15° 5' 11,1"		Korngröße, Chemie
BF19cS	48° 58' 21,2"	15° 5' 11,1"		Korngröße, Chemie
BF20aS	48° 58' 35,1"	15° 3' 53,3"		Korngröße, Chemie
BF20bS	48° 58' 35,1"	15° 3' 53,3"		Korngröße, Chemie
BF20cS	48° 58' 35,1"	15° 3' 53,3"		Korngröße, Chemie
BF21aS	48° 58' 8,3"	15° 3' 39,1"		Korngröße, Chemie
BF21bS	48° 58' 8,3"	15° 3' 39,1"		Korngröße, Chemie
BF21cS	48° 58' 8,3"	15° 3' 39,1"		Korngröße, Chemie
BF22F	48° 49' 52,8"	15° 3' 46,1"	Granit	unbearbeitet
BF23F	48° 50' 7,7"	15° 4' 9,1"	Granit	unbearbeitet
BF24				unbearbeitet
BF25				unbearbeitet
BF26				Chemie
BF27				unbearbeitet
BF28				unbearbeitet
BF29				unbearbeitet
BF30				unbearbeitet
BF31				unbearbeitet
BF32				unbearbeitet

Koordinaten mittels GPS (Garmin Navigator Europe NTv9, GTM 10 SW, GPS SW 2.80)

Anhang B: Körngößenverteilung

Korngrößenverteilung: Sandproben

Probennummer:	BF05aS			BF05bS		
Einwaage Siebanteil:	736,40 g			767,21 g		
Siebverlust / Unterkorn:	14,4%			24,0%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	464,08	73,58	26,42	342,88	58,84	41,16
1,00	82,17	13,03	13,39	106,16	18,22	22,94
0,50	45,84	7,27	6,12	64,23	11,02	11,92
0,25	38,59	6,12	0,00	69,48	11,92	0,00
Summe	630,68	100,00		582,75	100,00	

Probennummer:	BF05cS			BF12aS		
Einwaage Siebanteil:	512,27 g			489,23 g		
Siebverlust / Unterkorn:	20,0%			30,9%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	275,00	67,10	32,90	92,71	27,42	72,58
1,00	61,16	14,92	17,98	11,05	3,27	69,31
0,50	38,74	9,45	8,52	55,29	16,35	52,95
0,25	34,93	8,52	0,00	179,03	52,95	0,00
Summe	409,83	100,00		338,08	100,00	

Probennummer:	BF12bS			BF12cS		
Einwaage Siebanteil:	499,83 g			514,23 g		
Siebverlust / Unterkorn:	23,8%			23,2%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	133,28	34,99	65,01	15,67	3,97	96,03
1,00	42,70	11,21	53,80	17,25	4,37	91,67
0,50	63,79	16,75	37,05	127,23	32,21	59,45
0,25	141,14	37,05	0,00	234,82	59,45	0,00
Summe	380,91	100,00		394,97	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF02aS			BF02bS		
Einwaage						
Siebanteil:	573,95 g			579,58 g		
Siebverlust / Unterkorn:	9,8%			5,4%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	49,21	9,50	90,50	59,62	10,88	89,12
1,00	128,85	24,88	65,62	203,95	37,22	51,91
0,50	216,90	41,88	23,75	198,21	36,17	15,74
0,25	123,01	23,75	0,00	86,25	15,74	0,00
Summe	517,97	100,00		548,03	100,00	

Probennummer:	BF02cS			BF02dS		
Einwaage						
Siebanteil:	569,94 g			491,96 g		
Siebverlust / Unterkorn:	6,5%			21,9%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	83,61	15,68	84,32	10,80	2,81	97,19
1,00	174,60	32,75	51,57	40,19	10,46	86,73
0,50	177,00	33,20	18,37	148,16	38,57	48,15
0,25	97,92	18,37	0,00	184,97	48,15	0,00
Summe	533,13	100,00		384,12	100,00	

Probennummer:	BF02eS			BF02fS		
Einwaage						
Siebanteil:	541,20 g			519,01 g		
Siebverlust / Unterkorn:	16,0%			22,8%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	45,31	9,97	90,03	17,54	4,38	95,62
1,00	78,07	17,17	72,86	74,11	18,50	77,12
0,50	160,86	35,38	37,48	139,27	34,77	42,35
0,25	170,40	37,48	0,00	169,62	42,35	0,00
Summe	454,64	100,00		400,54	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF10aS			BF10bS		
Einwaage						
Siebanteil:	550,23 g			768,75 g		
Siebverlust / Unterkorn:	15,4%			29,5%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	2,39	0,51	99,49	138,03	25,48	74,52
1,00	1,04	0,22	99,26	13,61	2,51	72,01
0,50	170,68	36,65	62,62	111,56	20,59	51,41
0,25	291,62	62,62	0,00	278,51	51,41	0,00
Summe	465,73	100,00		541,71	100,00	

Probennummer:	BF10cS			BF10dS		
Einwaage						
Siebanteil:	711,44 g			454,41 g		
Siebverlust / Unterkorn:	28,5%			28,4%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	122,09	23,99	76,01	34,85	10,72	89,28
1,00	17,97	3,53	72,48	6,98	2,15	87,14
0,50	90,49	17,78	54,70	63,33	19,47	67,66
0,25	278,39	54,70	0,00	220,06	67,66	0,00
Summe	508,94	100,00		325,22	100,00	

Probennummer:	BF10eS			BF10fS		
Einwaage						
Siebanteil:	524,17 g			561,62 g		
Siebverlust / Unterkorn:	13,7%			17,1%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	1,32	0,29	99,71	7,66	1,65	98,35
1,00	0,83	0,18	99,52	2,05	0,44	97,91
0,50	93,15	20,58	78,94	183,57	39,43	58,48
0,25	357,32	78,94	0,00	272,26	58,48	0,00
Summe	452,62	100,00		465,54	100,00	

Korngrößenverteilung: Bodenproben

Probennummer:	BF01aS			BF01bS		
Einwaage						
Siebanteil:	426,46 g			379,92 g		
Siebverlust / Unterkorn:	37,3%			37,9%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	38,38	14,35	85,65	27,73	11,75	88,25
1,00	52,87	19,77	65,87	47,89	20,28	67,97
0,50	88,81	33,21	32,66	83,20	35,24	32,73
0,25	87,32	32,66	0,00	77,28	32,73	0,00
Summe	267,38	100,00		236,10	100,00	

Probennummer:	BF01cS			BF01dS		
Einwaage						
Siebanteil:	404,33 g			374,90 g		
Siebverlust / Unterkorn:	37,4%			39,3%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	43,27	17,08	82,92	34,76	15,27	84,73
1,00	50,37	19,89	63,03	48,84	21,45	63,29
0,50	76,57	30,23	32,80	73,00	32,06	31,23
0,25	83,06	32,80	0,00	71,10	31,23	0,00
Summe	253,27	100,00		227,70	100,00	

Probennummer:	BF06S			BF07dS		
Einwaage						
Siebanteil:	566,07 g			540,66 g		
Siebverlust / Unterkorn:	14,0%			27,6%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	160,29	32,93	67,07	136,59	34,89	65,11
1,00	50,50	10,38	56,69	55,74	14,24	50,87
0,50	110,17	22,64	34,06	94,42	24,12	26,74
0,25	165,76	34,06	0,00	104,69	26,74	0,00
Summe	486,72	100,00		391,44	100,00	

Probennummer:	BF14S		
Einwaage			
Siebanteil:	413,95 g		
Siebverlust / Unterkorn:	27,1%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	186,97	61,96	38,04
1,00	60,16	19,94	18,10
0,50	30,33	10,05	8,05
0,25	24,30	8,05	0,00
Summe	301,76	100,00	

Korngrößenverteilung: Bachsedimentproben

Probennummer:	BF08aS			BF11bS		
Einwaage						
Siebanteil:	612,66 g			672,06 g		
Siebverlust / Unterkorn:	10,0%			4,6%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	2,31	0,42	99,58	371,21	57,92	42,08
1,00	13,22	2,40	97,18	100,51	15,68	26,40
0,50	244,17	44,27	52,91	95,49	14,90	11,50
0,25	291,81	52,91	0,00	73,71	11,50	0,00
Summe	551,51	100,00		640,92	100,00	

Korngrößenverteilung: Verwitterungsproben

Probennummer:	BF03aS			BF03bS		
Einwaage						
Siebanteil:	452,11 g			434,67 g		
Siebverlust / Unterkorn:	21,7%			40,1%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	11,05	3,12	96,88	5,97	2,29	97,71
1,00	35,90	10,14	86,74	14,05	5,40	92,31
0,50	115,35	32,57	54,18	66,52	25,57	66,74
0,25	191,88	54,18	0,00	173,63	66,74	0,00
Summe	354,18	100,00		260,17	100,00	

Probennummer:	BF03cS			BF03dS		
Einwaage						
Siebanteil:	568,68 g			520,35 g		
Siebverlust / Unterkorn:	17,0%			21,9%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	334,48	70,85	29,15	275,60	67,78	32,22
1,00	63,72	13,50	15,65	70,68	17,38	14,84
0,50	38,54	8,16	7,48	35,05	8,62	6,22
0,25	35,33	7,48	0,00	25,28	6,22	0,00
Summe	472,07	100,00		406,61	100,00	

Probennummer:	BF13aS			BF13bS		
Einwaage						
Siebanteil:	482,08 g			618,72 g		
Siebverlust / Unterkorn:	19,5%			3,5%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	262,46	67,67	32,33	250,76	42,02	57,98
1,00	37,86	9,76	22,57	184,30	30,88	27,10
0,50	31,04	8,00	14,57	100,97	16,92	10,19
0,25	56,50	14,57	0,00	60,79	10,19	0,00
Summe	387,86	100,00		596,82	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF13cS			BF09aS		
Einwaage						
Siebanteil:	503,67 g			643,56 g		
Siebverlust / Unterkorn:	9,1%			31,6%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	250,53	54,70	45,30	286,41	65,06	34,94
1,00	102,03	22,28	23,02	38,64	8,78	26,17
0,50	58,72	12,82	10,20	35,63	8,09	18,07
0,25	46,70	10,20	0,00	79,56	18,07	0,00
Summe	457,98	100,00		440,24	100,00	

Probennummer:	BF15aS			BF15bS		
Einwaage						
Siebanteil:	501,98 g			537,11 g		
Siebverlust / Unterkorn:	19,1%			36,0%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	266,29	65,54	34,46	210,37	61,17	38,83
1,00	84,23	20,73	13,73	71,75	20,86	17,96
0,50	33,27	8,19	5,54	33,63	9,78	8,19
0,25	22,53	5,54	0,00	28,15	8,19	0,00
Summe	406,32	100,00		343,90	100,00	

Probennummer:	BF15cS			BF15dS		
Einwaage						
Siebanteil:	576,61 g			469,07 g		
Siebverlust / Unterkorn:	37,8%			23,4%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	182,11	50,77	49,23	194,54	54,16	45,84
1,00	98,40	27,43	21,80	91,64	25,51	20,32
0,50	45,77	12,76	9,04	42,36	11,79	8,53
0,25	32,41	9,04	0,00	30,64	8,53	0,00
Summe	358,69	100,00		359,18	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF16aS			BF16bS		
Einwaage						
Siebanteil:	474,03 g			730,44 g		
Siebverlust / Unterkorn:	16,9%			15,1%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	266,82	67,76	32,24	482,66	77,86	22,14
1,00	67,53	17,15	15,09	76,97	12,42	9,72
0,50	32,63	8,29	6,80	31,65	5,11	4,62
0,25	26,79	6,80	0,00	28,61	4,62	0,00
Summe	393,77	100,00		619,89	100,00	

Probennummer:	BF16cS			BF17S		
Einwaage						
Siebanteil:	460,35 g			384,43 g		
Siebverlust / Unterkorn:	13,4%			43,4%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	289,40	72,63	27,37	51,38	23,63	76,37
1,00	59,14	14,84	12,52	24,02	11,05	65,32
0,50	26,65	6,69	5,84	47,04	21,63	43,69
0,25	23,25	5,84	0,00	94,99	43,69	0,00
Summe	398,44	100,00		217,43	100,00	

Probennummer:	BF18aS			BF18bS		
Einwaage						
Siebanteil:	503,08 g			511,43 g		
Siebverlust / Unterkorn:	35,5%			16,8%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	186,21	57,43	42,57	277,43	65,19	34,81
1,00	79,21	24,43	18,14	80,74	18,97	15,83
0,50	33,47	10,32	7,82	35,50	8,34	7,49
0,25	25,35	7,82	0,00	31,88	7,49	0,00
Summe	324,24	100,00		425,55	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF18cS			BF19aS		
Einwaage						
Siebanteil:	383,46 g			486,21 g		
Siebverlust / Unterkorn:	33,8%			21,9%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	141,53	55,77	44,23	255,09	67,19	32,81
1,00	54,19	21,35	22,88	72,17	19,01	13,80
0,50	26,83	10,57	12,31	26,65	7,02	6,78
0,25	31,24	12,31	0,00	25,72	6,78	0,00
Summe	253,79	100,00		379,63	100,00	

Probennummer:	BF19bS			BF19cS		
Einwaage						
Siebanteil:	486,21 g			558,54 g		
Siebverlust / Unterkorn:	26,9%			17,4%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	226,68	63,80	36,20	331,76	71,90	28,10
1,00	65,10	18,32	17,87	83,58	18,11	9,98
0,50	33,40	9,40	8,47	19,11	4,14	5,84
0,25	30,09	8,47	0,00	26,94	5,84	0,00
Summe	355,27	100,00		461,39	100,00	

Probennummer:	BF20aS			BF20bS		
Einwaage						
Siebanteil:	432,00 g			459,29 g		
Siebverlust / Unterkorn:	31,0%			27,3%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	64,09	21,49	78,51	74,99	22,47	77,53
1,00	110,52	37,06	41,45	112,57	33,73	43,80
0,50	64,28	21,56	19,89	79,49	23,82	19,98
0,25	59,32	19,89	0,00	66,66	19,98	0,00
Summe	298,21	100,00		333,71	100,00	

Waldglas und Waldglasrohstoffe (Quarzsande) im nördlichen Waldviertel

Probennummer:	BF20cS			BF21aS		
Einwaage						
Siebanteil:	502,54 g			517,17 g		
Siebverlust / Unterkorn:	31,8%			23,2%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	103,89	30,32	69,68	284,18	71,54	28,46
1,00	116,56	34,01	35,67	57,45	14,46	14,00
0,50	68,81	20,08	15,59	27,63	6,96	7,04
0,25	53,42	15,59	0,00	27,97	7,04	0,00
Summe	342,68	100,00		397,23	100,00	

Probennummer:	BF21bS			BF21cS		
Einwaage						
Siebanteil:	583,59 g			548,78 g		
Siebverlust / Unterkorn:	44,2%			38,0%		
Maschenweite mm	Rückstand g	Rückstand %	Summe %	Rückstand g	Rückstand %	Summe %
2,00	190,98	58,66	41,34	213,35	62,71	37,29
1,00	57,77	17,74	23,60	64,37	18,92	18,37
0,50	37,57	11,54	12,06	33,80	9,93	8,44
0,25	39,27	12,06	0,00	28,70	8,44	0,00
Summe	325,59	100,00		340,22	100,00	

Anhang C: AAS Daten

Glasproben

Probe	Na2O (%)	K2O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al2O3 (%)	SiO2 (%)
BF00aG	3,66	10,48	0,44	0,40	6,72	3,11	75,18
BF00bG	4,38	10,34	0,50	0,20	6,95	2,14	75,47
BF00cG	3,85	10,22	0,48	0,57	6,66	3,53	74,67
BF00dG	7,71	6,96	0,12	0,39	5,19	4,33	75,24
BF04aG-1	17,44	1,74	0,18	0,06	6,13	0,27	74,16
BF04aG-2	17,46	1,87	0,17	0,06	6,11	0,25	74,06
BF04aG-3	17,52	2,14	0,17	0,06	6,16	0,26	73,67
BF04bG-1	1,27	15,25	2,89	0,70	15,31	2,55	61,44
BF04bG-2	1,98	11,72	1,87	0,11	11,01	0,39	72,68
BF04bG-3	2,69	13,82	2,43	0,25	16,91	0,90	62,46
BF04cG-1	0,69	16,97	0,57	0,08	8,28	0,19	73,07
BF04cG-2	0,55	19,04	0,75	0,10	10,69	0,40	68,37
BF04dG-1	1,32	16,75	0,47	0,23	10,56	0,39	70,21
BF04dG-2	1,16	15,22	1,63	7,92	13,98	1,75	57,60
BF04dG-3 (a)	1,56	4,18	0,17	0,26	0,59	0,28	92,61
BF04dG-3 (b)	0,72	4,06	0,19	0,20	0,87	0,14	93,44
BF04dG-4	1,12	15,28	2,34	0,52	16,06	2,23	61,97
BF04eG-1	1,37	11,63	1,97	4,36	13,27	1,68	62,20
BF04eG-2	1,97	16,99	3,48	0,54	11,39	1,54	63,60
BF04eG-3	2,40	16,28	3,67	0,61	14,50	1,67	60,64
BF04eG-4	1,97	12,32	2,49	0,85	15,94	1,80	63,79
BF04eG-5	10,02	2,62	3,31	0,67	11,48	1,61	69,65
BF26aG	6,02	5,42	0,23	0,79	5,39	7,30	74,79
BF26bG	3,66	11,94	0,42	0,23	6,86	2,14	74,73
BF26cG	13,71	3,97	0,11	0,05	6,25	0,43	75,48
BF26dG	13,78	3,74	0,10	0,04	6,40	0,11	75,83
BF26eG	12,97	4,93	0,11	0,06	5,97	0,23	75,68
BF26fG	7,20	8,27	0,17	0,50	4,36	4,94	74,52
BF26gG	6,75	6,89	0,19	0,45	4,75	7,99	72,96
BF26hG	8,58	9,30	0,31	2,34	5,54	0,16	72,98
BF26iG	8,57	7,33	0,18	0,24	4,56	3,47	75,63

Glasproben

Probe	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
Holzascheglas* (Frühmittelalter)	1,53	10,53	4,42		17,43	2,94	56,42
Holzascheglas* (Hoch- & Spätmittelalter)	0,49	19,03	3,80		19,73	1,78	50,28
Holzascheglas* (Spätmittelalter)	1,63	7,75	3,79		23,15	2,37	55,20
Holzascheglas* (Deutschland)	0,45	18,39	4,00		19,50	1,90	50,28
Holzascheglas* (Frankreich)	1,76	14,10	6,00		13,90	1,26	56,00
Holzascheglas* (England)	2,41	14,63	5,89		19,30	1,40	53,17

* WEDEPOHL 2003

Glasproben

Probe	Mn (ppm)	Co (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)
BF00aG	47	12	55	22	18
BF00bG	46	14	48	20	14
BF00cG	60	18	62	23	25
BF00dG	328	17	23	28	15
BF04aG-1	25	11	25	17	225
BF04aG-2	24	8	20	22	215
BF04aG-3	22	10	30	16	218
BF04bG-1	5.747	21	103	36	10
BF04bG-2	2.337	4	47	28	2
BF04bG-3	5.289	18	75	24	14
BF04cG-1	1.492	17	28	124	13
BF04cG-2	891	19	21	95	10
BF04dG-1	318	263	75	110	12
BF04dG-2	4.317	41	2.943	80	8
BF04dG-3 (a)	32	63	3.405	42	21
BF04dG-3 (b)	38	23	3.512	31	38
BF04dG-4	4.706	30	75	40	11
BF04eG-1	3.810	34	31.329	159	6
BF04eG-2	3.957	489	168	150	10
BF04eG-3	1.622	341	79	123	18
BF04eG-4	5.727	1.975	219	450	10
BF04eG-5	6.209	23	37	37	19
BF26aG	462	21	44	39	23
BF26bG	38	15	40	24	5
BF26cG	9	15	4	17	9
BF26dG	10	16	4	16	6
BF26eG	58	405	124	24	11
BF26fG	313	14	32	30	14
BF26gG	85	19	23	29	21
BF26hG	7.978	13	22	19	7
BF26iG	38	15	16	27	11

Sedimentproben / Gesteinsproben

Probe	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
BF07aQ-G	0,30	6,04	0,13	1,00	0,003	17,04	75,48
BF07cQ-G	0,23	3,87	0,12	0,43	0,007	7,24	88,10
BF07aQ-Q	0,14	0,13	0,03	0,02	0,01	0,23	99,44
BF07cQ-Q	0,15	0,47	0,03	0,03	0,008	0,15	99,16
BF02aS (0,5-0,25)	0,77	2,76	0,03	0,25	0,07	5,12	90,98
BF02aS (1-0,5)	0,62	2,33	0,02	0,17	0,04	3,76	93,06
BF02aS (2-1)	0,48	3,15	0,06	0,12	0,03	3,41	92,75
BF02bS (0,5-0,25)	0,77	2,77	0,03	0,26	0,07	4,93	91,17
BF02bS (1-0,5)	0,63	2,39	0,02	0,16	0,05	3,87	92,88
BF02cS (0,5-0,25)	0,78	2,82	0,03	0,21	0,07	5,04	91,06
BF02cS (1-0,5)	0,66	2,45	0,02	0,14	0,05	3,98	92,71
BF02dS (0,5-0,25)	0,77	2,67	0,03	0,22	0,07	4,64	91,60
BF02dS (1-0,5)	0,59	2,26	0,02	0,15	0,04	3,71	93,23
BF02eS (0,5-0,25)	0,74	2,71	0,03	0,21	0,07	4,52	91,72
BF02eS (1-0,5)	0,64	2,33	0,02	0,15	0,05	3,69	93,12
BF02fS (0,5-0,25)	0,76	2,80	0,03	0,23	0,08	4,81	91,29
BF02fS (1-0,5)	0,59	2,35	0,02	0,16	0,04	3,84	93,00
BF05aS (0,5-0,25)	5,63	4,01	0,10	0,97	0,03	23,66	65,60
BF05aS (1-0,5)	4,64	5,19	0,11	0,88	0,03	23,51	65,65
BF05bS (0,5-0,25)	5,69	4,15	0,12	1,23	0,04	24,57	64,20
BF05bS (1-0,5)	0,39	5,92	0,13	0,97	0,03	22,90	69,67
BF05bS (2-1)	2,06	7,00	0,17	0,54	0,02	14,63	75,59
BF05cS (0,5-0,25)	5,94	3,80	0,10	0,87	0,04	23,26	65,99
BF05cS (1-0,5)	4,76	5,36	0,12	0,84	0,03	0,23	88,65
BF10aS (0,5-0,25)	0,44	1,21	0,02	0,09	0,04	1,90	96,30
BF10aS (1-0,5)	0,46	1,06	0,01	0,09	0,02	1,62	96,74
BF10bS (0,5-0,25)	0,56	1,39	0,02	0,13	0,05	2,15	95,70
BF10bS (1-0,5)	0,49	1,21	0,02	0,11	0,03	2,08	96,06
BF10cS (0,5-0,25)	0,57	1,46	0,02	0,14	0,04	2,31	95,46
BF10cS (1-0,5)	0,58	1,30	0,02	0,13	0,03	2,37	95,57
BF10cS (2-1)	1,88	6,48	0,13	0,25	0,06	11,11	80,08
BF10dS (0,5-0,25)	0,54	1,47	0,02	0,12	0,04	2,36	95,45
BF10dS (1-0,5)	0,66	1,52	0,02	0,13	0,03	2,95	94,70
BF10eS (0,5-0,25)	0,46	1,24	0,01	0,10	0,04	1,94	96,21
BF10eS (1-0,5)	0,56	1,30	0,01	0,09	0,03	2,09	95,92
BF10fS (0,5-0,25)	0,46	1,31	0,01	0,10	0,04	2,10	95,98
BF10fS (1-0,5)	0,45	0,99	0,01	0,09	0,02	1,50	96,94
BF12aS (0,5-0,25)	0,50	1,45	0,02	0,16	0,04	2,40	95,42
BF12aS (1-0,5)	0,58	1,31	0,03	0,15	0,03	2,29	95,62
BF12bS (0,5-0,25)	0,54	1,42	0,03	0,18	0,05	2,51	95,28
BF12bS (1-0,5)	0,82	1,86	0,04	0,21	0,05	4,09	92,92
BF12bS (2-1)	2,13	5,20	0,17	0,49	0,10	12,32	79,60
BF12cS (0,5-0,25)	0,48	1,43	0,02	0,14	0,05	2,33	95,55
BF12cS (1-0,5)	5,43	1,21	0,02	0,14	0,03	2,00	91,16

Sedimentproben / Gesteinsproben

Probe	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
BF01aS (0,5-0,25)	1,05	2,36	0,01	0,14	0,04	4,99	91,40
BF01aS (1-0,5)	0,85	2,15	0,01	0,10	0,03	3,67	93,19
BF01bS (0,5-0,25)	1,04	2,37	0,01	0,12	0,05	4,50	91,91
BF01bS (1-0,5)	0,77	2,03	0,01	0,09	0,03	3,63	93,44
BF01bS (2-1)	1,20	3,48	0,07	0,13	0,03	5,24	89,84
BF01cS (0,5-0,25)	1,06	2,61	0,02	0,17	0,05	5,69	90,39
BF01cS (1-0,5)	0,90	2,41	0,01	0,14	0,03	4,43	92,08
BF01dS (0,5-0,25)	1,16	2,51	0,01	0,14	0,05	5,23	90,91
BF01dS (1-0,5)	1,08	2,35	0,01	0,11	0,03	4,64	91,78
BF06S (0,5-0,25)	0,60	1,53	0,01	0,06	0,04	2,39	95,37
BF06S (1-0,5)	0,67	1,92	0,01	0,06	0,03	3,08	94,23
BF06S (2-1)	1,24	6,16	0,06	0,10	0,04	8,56	83,84
BF07dS (0,5-0,25)	1,07	1,91	0,03	0,12	0,04	4,18	92,66
BF07dS (1-0,5)	0,85	1,90	0,02	0,11	0,02	3,68	93,44
BF07dS (2-1)	1,43	5,12	0,10	0,23	0,02	7,90	85,21
BF14S (0,5-0,25)	3,83	4,82	0,01	3,92	0,17	21,87	65,39
BF14S (1-0,5)	3,17	5,20	0,18	0,89	0,10	17,62	72,84
BF14S (2-1)	2,14	5,93	0,20	0,44	0,07	13,29	77,94
BF03aS (0,5-0,25)	0,94	2,77	0,04	0,21	0,12	5,39	90,53
BF03aS (1-0,5)	0,63	2,20	0,02	0,16	0,04	3,78	93,16
BF03aS (2-1)	0,60	3,24	0,06	0,18	0,03	3,89	91,99
BF03bS (0,5-0,25)	1,01	3,10	0,05	0,32	0,13	6,22	89,17
BF03bS (1-0,5)	0,55	3,05	0,10	0,25	0,05	4,43	91,57
BF03cS (0,5-0,25)	3,93	4,33	0,12	0,60	0,09	18,48	72,44
BF03cS (1-0,5)	3,80	4,84	0,11	0,46	0,09	19,25	71,46
BF03dS (0,5-0,25)	0,77	7,58	0,25	0,87	0,03	19,52	70,98
BF03dS (1-0,5)	0,78	8,37	0,18	0,72	0,02	19,58	70,35
BF03dS (2-1)	0,51	9,51	0,25	0,55	0,01	16,26	72,90
BF09aS (0,5-0,25)	0,97	1,97	0,05	0,24	0,07	4,79	91,91
BF09aS (1-0,5)	1,68	3,57	0,08	0,40	0,08	10,17	84,02
BF09aS (2-1)	1,95	8,10	0,15	0,41	0,06	13,52	75,81
BF13aS (0,5-0,25)	1,51	3,09	0,08	0,42	0,13	8,39	86,37
BF13aS (1-0,5)	1,76	3,54	0,09	0,47	0,11	10,10	83,92
BF13aS (2-1)	2,35	4,96	0,20	0,64	0,12	12,34	79,40
BF13bS (0,5-0,25)	1,16	2,86	0,03	0,16	0,09	6,35	89,36
BF13bS (1-0,5)	1,42	3,80	0,04	0,18	0,07	8,89	85,61
BF13cS (0,5-0,25)	1,26	3,19	0,04	0,19	0,10	7,83	87,40
BF13cS (1-0,5)	1,50	4,02	0,04	0,20	0,08	9,54	84,62
BF13cS (2-1)	1,50	5,15	0,09	0,19	0,12	9,66	83,28

Sedimentproben / Gesteinsproben

Probe	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
BF15aS (0,5-0,25)	3,66	4,63	0,01	4,14	0,24	20,43	66,90
BF15aS (1-0,5)	2,75	4,63	0,23	0,83	0,15	17,40	74,02
BF15aS (2-1)	1,97	5,31	0,21	0,72	0,11	11,75	79,92
BF15bS (0,5-0,25)	3,85	4,21	0,01	4,76	0,42	20,73	66,03
BF15bS (1-0,5)	3,31	4,11	0,30	1,57	0,20	18,43	72,08
BF15cS (0,5-0,25)	3,71	4,87	0,01	4,16	0,28	21,62	65,36
BF15cS (1-0,5)	2,80	5,16	0,24	1,19	0,14	17,10	73,38
BF15dS (0,5-0,25)	1,66	1,53	0,16	0,66	0,10	11,22	84,68
BF15dS (1-0,5)	3,10	5,77	0,20	1,21	0,11	17,96	71,66
BF15eS (0,5-0,25)	3,94	5,45	0,23	3,07	0,09	22,22	65,01
BF15eS (1-0,5)	3,04	5,89	0,16	1,00	0,08	18,02	71,82
BF15fS (0,5-0,25)	3,79	5,59	0,18	2,67	0,08	21,99	65,70
BF15fS (1-0,5)	2,89	6,06	0,13	0,87	0,06	18,24	71,76
BF15fS (2-1)	1,82	6,66	0,17	0,51	0,06	13,47	77,32
BF16aS (0,5-0,25)	3,21	4,80	0,01	5,15	0,22	21,23	65,38
BF16aS (1-0,5)	3,26	4,38	0,30	4,95	0,16	16,98	69,96
BF16aS (2-1)	2,67	5,33	0,17	0,60	0,13	13,10	77,99
BF16bS (0,5-0,25)	3,33	4,37	0,01	4,97	0,26	20,87	66,21
BF16bS (1-0,5)	3,19	3,90	0,29	5,17	0,19	18,73	68,53
BF16cS (0,5-0,25)	3,42	4,45	0,01	4,29	0,31	21,96	65,56
BF16cS (1-0,5)	3,45	3,81	0,27	4,58	0,21	16,98	70,70
BF17S (0,5-0,25)	0,59	1,58	0,03	0,19	0,04	3,08	94,49
BF17S (1-0,5)	0,85	1,93	0,04	0,22	0,04	4,01	92,91
BF17S (2-1)	1,57	6,23	0,13	0,41	0,06	10,70	80,89
BF18aS (0,5-0,25)	2,00	5,21	0,14	1,01	0,13	15,97	75,53
BF18aS (1-0,5)	1,36	5,08	0,09	0,52	0,06	14,25	78,65
BF18aS (2-1)	1,02	6,76	0,07	0,28	0,03	10,22	81,62
BF18bS (0,5-0,25)	3,74	4,19	0,34	3,81	0,27	20,85	66,80
BF18bS (1-0,5)	8,14	4,19	0,32	4,89	0,23	19,58	62,65
BF18cS (0,5-0,25)	2,05	5,42	0,14	1,04	0,11	16,52	74,70
BF18cS (1-0,5)	1,36	4,95	0,09	0,54	0,05	13,39	79,61
BF19aS (0,5-0,25)	3,31	4,54	0,26	3,92	0,11	20,96	66,90
BF19aS (1-0,5)	2,83	4,80	0,22	4,58	0,09	17,86	69,62
BF19aS (2-1)	2,14	7,06	0,20	0,97	0,05	14,38	75,20
BF19bS (0,5-0,25)	3,39	4,16	0,26	4,38	0,11	21,49	66,21
BF19bS (1-0,5)	2,86	4,29	0,18	3,70	0,08	16,93	71,96
BF19cS (0,5-0,25)	3,62	3,03	0,41	3,43	0,84	16,40	72,28
BF19cS (1-0,5)	2,58	3,07	0,26	3,81	0,24	15,20	74,85
BF19cS (2-1)	1,97	5,20	0,29	1,20	0,12	11,21	80,02

Sedimentproben / Gesteinsproben

Probe	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	FeO (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
BF20aS (0,5-0,25)	5,11	4,64	0,14	0,59	0,10	18,70	70,72
BF20aS (1-0,5)	3,09	4,21	0,04	0,41	0,09	15,76	76,40
BF20bS (0,5-0,25)	5,72	4,62	0,13	0,66	0,10	17,68	71,09
BF20bS (1-0,5)	3,74	4,10	0,03	0,43	0,03	17,30	74,37
BF20bS (2-1)	2,59	5,23	0,07	0,40	0,10	11,24	80,37
BF20cS (0,5-0,25)	4,87	4,93	0,14	0,60	0,05	18,88	70,53
BF20cS (1-0,5)	2,69	4,32	0,05	0,43	0,05	16,46	76,01
BF21aS (0,5-0,25)	5,73	4,04	0,11	0,61	0,08	22,57	66,87
BF21aS (1-0,5)	3,72	4,96	0,13	0,63	0,05	20,71	69,80
BF21bS (0,5-0,25)	3,37	5,17	0,10	0,38	0,07	13,37	77,53
BF21bS (1-0,5)	2,63	4,74	0,05	0,38	0,04	16,53	75,63
BF21bS (2-1)	1,98	6,21	0,10	0,33	0,06	11,43	79,89
BF21cS (0,5-0,25)	4,20	5,76	0,16	0,49	0,05	16,99	72,35
BF21cS (1-0,5)	2,91	5,58	0,07	0,41	0,05	19,99	70,98
BF08S (0,5-0,25)	0,65	1,66	0,02	0,07	0,04	2,79	94,78
BF08S (1-0,5)	0,58	1,49	0,01	0,08	0,02	2,37	95,45
BF08S (2-1)	1,43	5,00	0,13	0,24	0,05	7,83	85,31
BF11S (0,5-0,25)	0,66	1,47	0,02	0,14	0,05	2,64	95,02
BF11S (1-0,5)	0,91	1,81	0,03	0,13	0,05	4,07	92,99
BF11S (2-1)	1,97	4,48	0,11	0,23	0,09	10,72	82,40
Litschauer Quarzsand			0,10		0,10	4,80	92,40
Eisgarn Granit*	3,20	5,40	0,37	0,80	0,87	14,50	72,30
Phyrabruck (2478)*	3,53	3,81	0,04	0,60	0,30	14,87	74,55
Galthof (2630)*	4,70	3,99	0,06	0,45	0,46	15,62	71,96
Homolka Granit (2103)*	4,34	3,55	0,02	0,75	0,61	14,64	72,86
Josefsthal Ganggranit (2407)*	3,80	3,84	0,04	0,81	0,54	13,89	74,40

* BREITER & SCHARBERT 1995

Danksagung

Meinen Dank möchte ich hiermit allen aussprechen, die mich bei dieser Masterarbeit und im Studium unterstützt haben, besonders meinen Eltern, meiner Familie, meinen Freunden und Studienkollegen.

Zu Dank bin ich besonders Ao.Univ.Prof.Dr.phil. Walter Prochaska verpflichtet, der die Betreuung dieser Arbeit übernommen hat.

Frau Sabine Feuchter gilt auch ein herzlicher Dank für die Hilfe bei der Probenpräparation, wohlwollenden Ratschlägen und Hilfsbereitschaft.

Ein ganz besonderer Dank gilt Helga und Siegfried Bernhart sowie Gerhard Schindel für die Bereitstellung ihrer umfangreichen Literatur und ihres Wissens zu historischen Glashütten und Geschichte der Region.

Für die freundliche Unterstützung und besonders für die Glasproben, die in dieser Arbeit analysiert wurde, danke ich Herrn Guttmann von der Stadtgemeinde & Museum Gmünd und den Herren Apfelthaler sen. & jun. vom Glasmuseum Altnagelberg. Von der Gemeinde Brand-Nagelberg danke ich herzlich Herrn Enzinger sowie Herrn Hanauer, Herrn Michtner und Herrn Weinberger von der Firma Stötzle.

Für wertvolle Ratschläge gilt mein Dank auch Herrn Böhm von der Gemeinde Litschau und dem Forstamt Litschau, hier besonders Herrn Oberforstmeister Göd und Herrn Grafen von Seilern-Aspern für ihre Zeit und das ausführliches Gespräch zur Thematik der Arbeit.

We shall not cease from exploration
And the end of all our exploring
Will be to arrive where we started
And know the place for the first time.

Wir lassen nie vom Suchen ab
Und doch, am Ende alles unseres Suchens
Werden wir am Ausgangspunkt zurück sein
Und jenen Ort zu ersten Mal erfassen.

LITTLE GIDDING (No. 4 of 'Four Quartets') by T.S. Eliot