



1. NÖ GEOTAGE

Thema

Natursteine und aktuelle Geoprojekte

21. und 22. September 2006
im Schloß Haindorf bei Langenlois



Amt der NÖ Landesregierung in Zusammenarbeit mit der
Bundesinnung der Steinmetze und der Geologischen Bundesanstalt

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Votr.Hofrat Baudirektor Dipl.-Ing. Peter Morwitzer _____ 3

Vorträge

Das Steinmetzgewerbe in Niederösterreich

Kommerzialrat Rudolf Wunsch _____ 7

Geologischer Überblick zu den Natursteinvorkommen in Niederösterreich

Hofrat Dr. Maria Heinrich _____ 10

Qualitätsanforderung bei der Natursteinverwendung

Univ.Prof.Mag.Dr. Andreas Rohatsch _____ 15

Architektur und Natursteine – Eine Betrachtung der Tendenzen in der Gegenwartsarchitektur

Architekt Dipl.-Ing. Franz Sam _____ 17

Naturstein im Straßenbau

Dipl.-Ing. Ernst Renz _____ 20

Naturstein und Kunst

Josef Weinbub _____ 27

Naturstein in der historischen Architektur

Dipl.-Ing.Karl Neubarth _____ 32

Römische Marmorsteinbrüche in Niederösterreich

Mag.Dr. Christian F.Uhlir _____ 36

High tech im Natursteinbereich – transluzenter Granit/dreidimensional verformbarer Naturstein

Dipl.-Ing. Michael Cramer _____ 44

Geologie von Natursteinbrüchen, Granite

Univ.Prof.Dr. Walter Eppensteiner _____ 45

B 31 Citytunnel Waidhofen an der Ybbs Vorprojekt – Geologie	
Dr. Werner Leithner _____	46
Tunnel Rannersdorf – von der Geotechnik zu optimierten Bauweisen	
Dipl.-Ing. Bernhard Schreitl, Dipl.-Ing. Ilse Gartner _____	51
Bisherige baugelogeische Erkenntnisse aus den Vortrieben Wienerwaldtunnel	
Dipl.-Ing. Andreas Bilak _____	64
Bahnausbau Wien/Meidling – St.Pölten Abschnitt West – Tunnelkette Perschling	
Mag. Christian Goritschnig _____	67
Einsatz von Laserscanner für geologische und geotechnische Erkundungen	
Dipl.-Ing. Michael Pregesbauer _____	73
Sanierungskonzept: Steinbruch Spitz an der Donau	
O.Univ.Prof.Dr.mon. Horst Wagner, Dr.mon. Heinrich Mali Dipl.-Ing. Wolfgang Hohl _____	80
Bundesländerkooperationsprojekt – Erkundung von Bauschäden in Ober- und Niederösterreich	
Dr. Rainer Arndt, A.o.Univ.Prof.Dr. Franz Ottner _____	84
Kontaktadressen der Referenten _____	89

Impressum:

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger: Amt der NÖ Landesregierung,
Baudirektion, Abteilung Geologischer Dienst

Redaktion: Mag.Dr.Joachim Schweigl

Inhalt: Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Artikel eigenverantwortlich.

Layout: Hausner Elisabeth

Hersteller: Amt der NÖ Landesregierung, Abt.Gebäudeverwaltung-Druckerei

VORWORT

Die ersten NÖ Geotage werden vom Geologischen Dienst in der NÖ Landesbaudirektion veranstaltet und finden am 21. und 22. September 2006 im Schloss Haindorf in Langenlois statt.

Bei dieser neu ins Leben gerufenen Fachtagung stehen die Themenfelder Bergbau, Geologie, Geotechnik, Hydrogeologie und Umweltgeologie sowohl im weiteren Sinne als auch im Bezug auf unser Bundesland Niederösterreich im Mittelpunkt.

Die diesjährigen Themen dieser Fachtagung sind: „*Natursteine und aktuelle Geoprojekte*“.

Im Rahmen dieser Initiative erscheint mir vor allem wichtig, dass sich Fachleute, Firmen und Behörden die auf geologischen Fachgebieten in Niederösterreich tätig sind, zu einem jährlichen Erfahrungsaustausch treffen können.

Bei der Gestaltung der niederösterreichischen Naturressourcen ist die Partnerschaft mit der Wirtschaft und mit dem Bund ein wesentlicher Gesichtspunkt.

Aus diesem Grund veranstalten wir die NÖ Geotage gemeinsam mit der Bundesinnung der Steinmetze und der Geologischen Bundesanstalt.

Ein weiteres Ziel dieser Veranstaltung ist es, für sämtliche facheinschlägige Berufe und Unternehmen Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben und in der Gesellschaft um Verständnis zu werben. Dies beginnt z. B. beim Steinbruch, der Staub und Lärm erzeugt, aber den Rohstoff für sämtliche Bauwerke liefert und reicht bis zur Vorsorge vor Naturgefahren.

Damit soll die Tatsache bewusster gemacht werden, dass unser gesellschaftliches Leben in vielen Bereichen nicht unmaßgeblich von Tätigkeiten, die mit Boden und Steinen verbunden sind, beeinflusst wird.

Bei der diesjährigen Tagung erstreckt sich der Bogen von zahlreichen Fachvorträgen anerkannter Experten über die Erzeugung, die Qualitätsanforderungen und die Verwendungen von Natursteinen bis zur Vorstellung geologischer und geotechnisch relevanter Projekte des Amtes der NÖ Landesregierung.

Darüber hinaus werden im Rahmen einer Exkursion zu mehreren Steinbrüchen und Betriebsstätten im Waldviertel Einblicke in den Berufsalltag der Steinmetze geboten.

Als Vortragende konnten namhafte Vertreter der öffentlichen Institutionen von Bund, Land und Universitäten sowie aus Industrie und Praxis gewonnen werden.

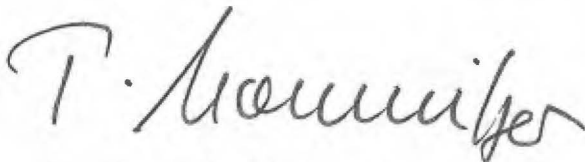
Namens des Bundeslandes NÖ bedanke ich mich bei allen sehr herzlich für das Engagement und für die Bereitschaft, bei den NÖ Geotagen aktiv mitzuwirken.

Mein besonderer Dank gilt der Bundesinnung der Steinmetze, vor allem Herrn Kommerzialrat Rudolf Wunsch, der die Tagung tatkräftig und finanziell unterstützt hat.

Ich hoffe, dass alle Teilnehmer der NÖ Geotage viele nützliche Informationen für ihre weiteren Tätigkeiten mitnehmen können und wünsche allen einen reichhaltigen und konstruktiven Erfahrungsaustausch.

Langenlois, 21. September 2006

Mit den besten Grüßen

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Morwitzer', written in a cursive style.

Dipl.-Ing. Peter Morwitzer
NÖ Landesbaudirektor

Vorträge

(in der Reihenfolge der Veranstaltung; inkl. Curriculum - soweit übermittelt)

Das Steinmetzgewerbe in Niederösterreich

Kommerzialrat Rudolf Wunsch

Recht herzlichen Dank an die geologische Abteilung des Landes NÖ für die Einladung an die Bundesinnung der Steinmetzmeister als Partner an diesen NÖ Geo-Tagen teilnehmen zu dürfen. Im Besonderen möchte ich dem Initiator Dr. Schweigl recht herzlich dafür danken.

Die Bundesinnung der Steinmetzmeister umfasst die Landesinnungen der 9 Bundesländer mit insgesamt ca. 750 Steinmetzetrieben österreichweit. Durchschnittlich werden etwa 5 Mitarbeiter pro Unternehmen beschäftigt. Der Beruf des Steinmetzen ist einer der ältesten. Er ist aus allen Kulturkreisen bekannt und stumme Zeugen der Antike berichten heute ebenso von der Steinmetzkunst wie gotische Bauten aus dem Mittelalter. Und aus den Bauhütten und dem Zunftwesen des Mittelalters wurden die speziellen Kenntnisse des Steinschnittes, das Aufreißen des Maßwerks und die statische Berechnung der Punktlast eines Strebepfeilers in einem jahrelangen Lernprozess weiter vermittelt. Aus diesem Zunftwesen heraus sind auch letztendlich die Innungen entstanden.

Die Haupttätigkeiten eines Steinmetzbetriebes sind in 3 Teilbereiche aufgeteilt:

1. Grab- Denkmal
2. Bau
3. Restaurierung

Der 1. Bereich Grab-Denkmal ist wohl der bekannteste. Hier sind wir als Bundesinnung seit einigen Jahren intensiv bemüht eine individuelle Gestaltung zu forcieren und wirklich geschmackvolles Design mit einem Bezug zum Verstorbenen, seinem Beruf, seinen Neigungen und Vorlieben herzustellen. Mit der erforderlichen Kreativität verbunden sind die entsprechenden handwerklichen Fähigkeiten der Steinmetze diese Ideen auch in Stein umzusetzen. Ergänzt werden diese beiden Faktoren um die entsprechenden Materialkenntnisse, welcher Stein wofür geeignet ist. Laufend werden Seminare im Steinzentrum Hallein, einer Tochter der Bundesinnung, im Gestaltungskreis veranstaltet, mit dem Ziel, geschmackvolle Denkmäler und mustergültige Schriften zu gestalten. Alle zwei Jahre wird auch ein Preis vergeben – der österr. Gestaltungspreis.

Hochqualifizierte Beratungen betreffend die Friedhofsgestaltung speziell das Thema Urnenbestattung werden vom Steinzentrum Österreichweit in der Erstberatung kostenlos angeboten.

Gerade in einer Zeit der Globalisierung ist es entscheidend zu wissen, ob der billige chinesische Granit wirklich für den Außenbereich geeignet ist, ob er tatsächlich keine Flecken bekommt und der Schiefer aus Brasilien auch tatsächlich frostsicher ist. Ob man tatsächlich davon ausgehen kann, dass der blaue oder grüne Einheitsgrabstein, made in India, tatsächlich das gewünschte Denkmal für den Verstorbenen letztendlich zur Trauerbewältigung geeignet ist.

Im Bereich Bau ist im Innenbereich die Ausführung von Treppen, Steinböden und Fensterbänken, in letzter Zeit immer mehr der Einsatz von Steinplatten als Küchenarbeitsplatten und das Marmorbad der Aufgabenbereich für den Steinmetz.

Außen sind es Stiegen, Verkleidungen, Torbögen und Terrassenbeläge, im Garten- und Landschaftsbau sind es Quellsteine, Findlinge, Natursteinmauern genauso wie Bänke, Leuchten usw.

Für besondere Leistungen mit Stein in der Architektur wird von der Bundesinnung der Pilgrampreis vergeben.

Ein spezieller Bereich ist die Restaurierung. Seit Jahren veranstaltet die Steinmetzinnung mit dem Bundesdenkmalamt Seminare zum Thema Steinrestaurierung. In Workshops wird fachlich hochwertige, materialschonende Restaurierungstechnik erlernt und dadurch kostbares Kulturgut erhalten und mögliche Schäden vermieden. Probleme machen uns die selbsternannten Restauratoren, oft ohne entsprechende fachliche Qualifikation und der zunehmende Preisverfall übrigens wie in allen anderen Bereichen unserer Steinmetztätigkeit.

Durch unser Steinzentrum Hallein veranstalten wir jährlich eine Reihe von Kursen und Seminaren zu den verschiedensten Themen um damit eine hochqualifizierte Weiterbildung zu gewährleisten. Jährlich findet eine Bildungswoche statt, seit heuer zusammen mit der bayerischen Landesinnung.

Seit Juni d.J. läuft ein europäisches Pilotprojekt. Die europ. Vereinigung der Natursteinwirtschaft EACD das sind Verbände, Universitäten, Schulen, Dombauhütten, Unternehmungen, bilden den europ. Steinmetzmeister, EMC – European Master of Craft, aus. Möglicherweise richtungsweisend für andere Berufe zum Thema europ. Handwerksmeister.

Durch gezieltes Marketing und Werbung versucht die Bundesinnung der Steinmetzen den Steinmetzmeister als DEN Steinfachmann zu positionieren, der vom Stein das meiste versteht, der das beste daraus macht, der wie schon immer Kulturträger ist und sich dieser Aufgabenstellung auch bewusst ist.

Nicht der Fliesenleger, der Gärtner oder der Baumarkt ist der Steinfachmann – es ist der Steinmetzmeister. Wir sehen uns als Partner des Architekten und des Bauherrn mit denen wir zusammen das Schöne, das Wertvolle, das Unvergängliche mit Naturstein planen und auch umsetzen.

Bei der zur Zeit stattfindenden Kammerreform hat die Bundesinnung der Steinmetze einstimmig beschlossen und gefordert eigenständig bleiben zu wollen und nicht in einem ungewollten Sammelsurium von verschiedenen Innungen unterzugehen.

Ich bitte auch an dieser Stelle um Unterstützung dieses für uns existenziellen Anliegens.

In diesem Sinne wünsche ich den NÖ-Geo-Tagen viel Erfolg und ein herzliches

Glück auf!

Geologischer Überblick zu den Natursteinvorkommen in Niederösterreich

Dr. Maria Heinrich

Aus allen geologischen Großeinheiten des Landes sind Gesteine bekannt, die früher als Bausteine, als Werk- oder auch Dekorsteine genutzt wurden. Ihre Vielfalt an Gesteinsart, Erscheinungsbild und Einsatzmöglichkeiten ist eng mit der erdgeschichtlichen Entwicklung des Landes verknüpft und es soll in diesem Vortrag der Schwerpunkt auf dem Bauwerk der Natur liegen, das die Gesteine in vielen Jahrmillionen und mehreren Gebirgsbildungen aufeinander gesetzt hat und damit einen festen Grundstein für die kulturelle Entwicklung seit der Römerzeit gelegt hat.

Tab. 1: Alter und tektonischer Stellung wichtiger Gesteine und Formationen, die früher und teilweise bis heute als Bau-, Werk- und Dekorstein genutzt wurden und werden

Erläuterung: P/M/S: P: Plutonite, M: Metamorphite, S: Sedimentgesteine; K/NK: K: Karbonatgesteine, NK: nicht-karbonatische Gesteine

Alter [Mio Jahre]	P/M/S	K/NK	Gesteine und Formationen
"Quartär"			
1,8 - heute	S	K	Quelltuffe
Neogen			
23 - 1,8	Wiener Becken und Randbuchten		
	S	NK	Quarzsandsteine (Pannon)
	S	K	Rohrbacher Konglomerat (Pliozän); Triesting-, Piestingschotter (Pannon); Detritäre Leithakalke (Sarmat - Pannon); Kalksandstein, Oolith, Lumachellen des Ober-Sarmat, Atzgersdorfer Stein; Brunner Konglomerat (Sarmat); Leithakalke (Baden); dichte und poröse Algenschuttkalke und poröse Kalksandsteine; Konglomerate (Kalksandsteine des Baden: Vöslauer Konglomerat, Lindabrunner Konglomerat; Brekzien des Baden: Gainfarner Brekzie; Dolomitsbrekzie Mayerling - Heiligenkreuz
	Molassezone und junge Becken auf der Böhmisches Masse		
	S	K	Hollenburg-Karlstettener Konglomerat; Leithakalk der Mailberg-Formation; Sandstein der Grund- und Gaiendorf-Formation (Baden); Lumachellen der Laa-Formation (Karpas); Kalksandstein der Zogelsdorf-Formation (Eggenburg - Ottnang)
	S	NK	Quarzsandsteine der Laa-Formation (Karpas)
S	NK	Kristallsandstein (Eger)	

Paläogen			
65 - 23	Inneralpine Molasse und Waschbergzone		
	S	NK	Sandstein der Rogatsboden-Formation (Ober Eozän - Oligozän)
	S	K	Kalk- und Sandsteine der Reingrub-Formation; Hollingsteinkalk (Ober Eozän)
	Penninikum - Rhenodanubischer Flysch		
	S	NK	Quarzsandstein der Greifenstein-Formation (Paleozän - Eozän)
Kreide	S	NK	Sandsteine der Alltengbach-, Laab- und Sievering-Formation (Maastricht - Paleozän)
145,5 - 65	S	K	Kalksandstein der Kahlenberg-Formation (Oberkreide); Sandstein der Zementmergelserie (Oberkreide)
Jura			
199,6 - 145,5	Helvetikum - Grestener Klippenzone		
	S	K	Konradsheimer Brekzienkalk (Konglomerat)
	Oberostalpin - Nördliche Kalkalpen		
S	K	Bunter (Ober-)Jurakalk, "Ybbsitzer Marmor"; Klauskalk (Dogger); Hierlatzkalk (Lias)	
Trias			
251 - 199,6	S	K	Oberrhätalkalk; Hallstätter Kalk, "Engelsberger Marmor" (Karn - Nor); Kalkstein und Rauhwacken der Opponitz-Formation (Karn); Wettersteinkalk (Ladin - Karn); Kalkstein der Reifling-Formation (Ladin); Gutensteiner Kalk, Steinalmkalk (Anis)
	Kleine Karpaten – Tatrikum (Hainburger Berge)		
	S	K	Mitteltriaskalke, -dolomite; Blockbrekzie (Jura!)
Paläozoikum			
542 - 251	P	NK	Wolfsthaler Granit-Granodiorit
	Oberostalpin - Grauwackenzone		
	M	NK	Grünschiefer, Metagabbro, Metadiorit
	Böhmische Masse		
	P	NK	Ganggesteine: Granit-, Dioritporphyr, Lamprophyre
	P	NK	Gebhartser Diorit ("Gebhartser Syenit"); Eisgarner, Gmünder, Herschenberger, Schremser, Aalfanger Granit; Mauthausener Granit; Rastenberger Granodiorit; Weinsberger Granit, Zelkinger Granit
	M	NK	Wolfshofer Syenitgneis
	M	NK	Gneise: Gföhler Gneis, Dobra-Gneis, Paragneis; Granulit
	M	NK	Amphibolite
M	K	Bändermarmor, Wachauer, Kotteser, Spitzer Marmor, Hartensteiner Marmor	
Proterozoikum			
älter als 542	P	NK	Granite des Thayabatholith ("Maissauer Granit")
	M	NK	Bittescher Gneis; Weitersfelder Stängelgneis
	M	K	Kalksilikatschiefer, -gneise; Moravische Marmore, Pernegger Marmor

Tab. 2: Aktuell genutzte Werk- und Dekorgesteine in Niederösterreich

Gesteine	Verwendung	Lithostratigraphische Einheit	Großtektonische Position
Kalktuff	Gartengestaltung	Quelltuff (Quartär)	Nördliche Kalkalpen - Quartär
Konglomerat	Bau-, Dekor-, Werkstein, Platten, Fassaden	Rohrbacher Konglomerat (Pliozän)	Wiener Becken
	Bau-, Dekor-, Werkstein, Platten, Fassaden	Lindabrunner Konglomerat (Baden)	Wiener Becken
Kalk(sand)stein	Platten, Werkstein, Restaurierungen	Leithakalk	Wiener Becken
Kalkstein, tw. dolomitisch	Werkstein	Blockbrekzie (Jura)	Kleine Karpaten - Tatrikum
Marmor	Grabsteine, Werksteine	Kotteser-, Wachauer-, Spitzer- Waldviertler Marmor	Drosendorf-Einheit (Moldanubikum) der Böhmisches Masse
Diorit	Grab-, Werk-, Pflastersteine, Platten, Fassaden	Gebhartser Diorit	Südböhmischer Pluton der Böhmisches Masse
Granit	Werk-, Plaster-, Grab-, Dekorstein, Platten, Stufen	Gmünder-, Schremser-, Aalfanger-, Weinsberger Granit	Südböhmischer Pluton der Böhmisches Masse
	Grenz-, Werkstein	Thayabatholith	Moravikum der Böhmisches Masse
Granulit	Garten-, Mauerplatten	Granulite	Gföhl-Einheit (Moldanubikum) der Böhmisches Masse
Gneis	Platten	Bittescher Gneis	Moravikum der Böhmisches Masse

Von den zahlreichen Gesteinen verschiedenster geologischer Einheiten in allen tektonischen Großeinheiten Niederösterreichs, die früher als Bau-, Werk- und Dekorsteine Verwendung fanden, sind heute nur noch die neogenen Konglomerate (Rohrbacher und Lindabrunner Konglomerat), die Waldviertler Marmore mit Zentrum um Kottes-Marbach und insbesondere die Granite im nordwestlichen Waldviertel und im Amstettener Bergland von überregionaler Bedeutung. Daneben finden Granulite und Gneise als Garten- und Mauerplatten Verwendung und Leithakalk wird im Raum Mannersdorf in kleinem Stil für Restaurierungen und Bildhauerarbeiten abgebaut. Für Bildhauerarbeiten wird aktuell auch die im Steinbruch Deutsch-Altenburg anstehende jurassische Blockbrekzie verwendet. In einem bäuerlichen Familienbetrieb wird der Kalktuff von Gaissulz bei Ybbsitz für Gartengestaltungen gewonnen.



Abb. 1: Verbreitung wichtiger historischer und aktueller Abbaue von Bau-, Werk- und Dekorgesteinen in Niederösterreich

In der Übersichtskarte sind neben den in Betrieb befindlichen Werk- und Dekorsteinbrüchen auch eine Reihe von alten, teilweise längst aufgelassenen Abbaueingetragenen um die regionale Vielfalt der ehemals genutzten Bau-, Werk- und Dekorsteinvorkommen zu zeigen. Aber auch bei der Vielzahl der dargestellten Steinbrüche ist eine Vollständigkeit längst nicht erreicht, insbesondere was die Nutzung der Flysch- und Grauwackengesteine (Grünschiefer) betrifft.

Literatur (mit weiterführenden Zitaten)

- KRENMAYR, H.G. (Red.), HOFMANN, Th., MANDL, G.W., PERESSON, H., PESTAL, G., PISTOTNIK, J., REITNER, J., SCHARBERT, S., SCHNABEL, W. & SCHÖNLAUB, H.P.: Rocky Austria. Eine bunte Erdgeschichte von Österreich. – 2., verb. Aufl., Geol. Bundesanst., 63 S., illustr., 1 geol. Kte. 1: 1,5 Mio., Wien, 2002.
- ROETZEL, R. m. Beitr. v. FUCHS, G., HAVLÍČEK, P., ÜBL, Ch. & WRBKA, Th.: Geologie im Fluss. Erläuterungen zur Geologischen Karte des National-parks Thayatal und Podyjí. – Geol. Bundesanst., 92 S., 101 Abb., Wien, 2005.
- ROHATSCH, A.: Neogene Bau- und Dekorgesteine Niederösterreichs und des Burgenlandes. – In HOFMANN, Th., SCHWAIGHOFER, B. & ROHATSCH, A. (Red): Nutzbare Gesteine von Niederösterreich und Burgenland, "Junge" Kalke, Sandsteine und Konglomerate - Neogen, Mitt. IAG BOKU, S. 9 - 56, 53 Abb., Wien, 2005.
- SCHNABEL, W. (Koord.) und reg. Mitarb. FUCHS, G., MATURA, A., BRYDA, G., EGGER, J., KRENMAYER, H.G., MANDL, G.W., NOWOTNY, A., ROETZEL, R., SCHNABEL, W. & SCHARBERT, S.: Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 mit Legende und Kurzerläuterung. – Geol. Bundesanst. - Land Niederösterreich, 3 Bl., Wien, 2002.
- SCHWAIGHOFER, B. & EPPENSTEINER, W. (Hrsg.) m. Beitr. v. WEIXELBERGER, G. & CLAAS, E., ROHATSCH, A., EPPENSTEINER, W., STRASSER, W., SCHUMACHER, G., HOFMANN, Th. & KRENMAYR, H.G.: Gesteine – Gewinnung & Verarbeitung. – Mitt. IAG BOKU, Reihe: Nutzbare Gesteine von Niederösterreich und Burgenland, 91 S., 53 Abb., Anh., Wien, 2003.
- SEEMANN, R. & SUMMESBERGER, H.: Wiener Steinwanderwege: Die Geologie der Großstadt. – Christian Brandstätter Verlagsges.m.b.H., 159 S., illustr., Wien, 1999.
- STEININGER, F. (Hrsg.) m. Beitr. v. FRANK, Ch., HÖCK, V., HOFMANN, Th., HUBER, K.H., KOLLER, F., MARSCHALLINGER, R., NEUGEBAUER-MARESCH, Ch., PETRAKAKIS, K., RABEDER, G., ROETZEL, R., RICHTER, W. et al.: Erdgeschichte des Waldviertels. – 2., erweiterte Auflage, Schriftenreihe des Waldviertler Heimatbundes, Bd. 38., 200 S., illustr., 1 geol. Karte, Horn, 1999.
- WESSELY, G. mit Beitr. v. DRAXLER, I., GANGL, P., GOTTSCHLING, P., HEINRICH, M., HOFMANN, Th., LENHARDT, W., MATURA, A., PAVUZA, R., PERESSON, H. & SAUER, R.: Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer. – Geol. Bundesanst., 416 S., illustr., Wien, 2006.

Unterlagen aus dem Archiv der Geologischen Bundesanstalt.

Zur Autorin:

Anschrift: **Dr. Maria HEINRICH**, Geologische Bundesanstalt, 1030 Wien,
Neulinggasse 38, maria.heinrich@geologie.ac.at

Kurzer Lebenslauf: Studium der Geologie an der Universität Wien, seit 1976
an der Geologischen Bundesanstalt mit Schwerpunkt
Rohstoffgeologie (Baurohstoffe) tätig.

Qualitätsanforderungen bei der Natursteinverwendung

Univ.Prof.Mag.Dr. Andreas Rohatsch

Kurzfassung

Die Verwendung von Naturstein im Bauwesen und in der bildenden Kunst erfordert umfangreiche Kenntnisse über geologische, petrologische und physikalische Zusammenhänge, um eine erfolgreiche und dauerhafte Anwendung zu gewährleisten. Die klimatischen Zustände am Bauwerk oder Einzelobjekt sowie die Kombination mit anderen Baustoffen, schaffen komplexe Bedingungen und Wechselbeanspruchungen, denen der Naturstein ausgesetzt wird, die nur durch eine interdisziplinäre Betrachtungsweise durchschaubar werden. Neben der lithologischen Zusammensetzung und den Gefügeeigenschaften eines Gesteines, sind die grundlegenden physikalischen Eigenschaften (Dichte, Härte, Festigkeit) für die Resistenz gegenüber diesen Einflüssen verantwortlich.

Die Gesteinsverwitterung als ein natürlicher, nicht vermeidbarer Prozess kann bekanntlich prinzipiell in chemische und physikalische Mechanismen eingeteilt werden, wobei die klimatischen Rahmenbedingungen die Verwitterungsbeanspruchung einmal eher in Richtung physikalisch - sprengend und das andere Mal eher in Richtung chemisch - lösend lenken.

An Bauwerken ist die mikroklimatische Situation, je nach Exposition der Bauteile zu Himmelsrichtung und Insolation noch viel komplizierter und vielfältiger ausgeprägt. Vom ariden Wüstenklima bis zum tropischen Treibhausklima existieren alle Übergänge im Kleinstbereich und führen so zu komplexen Verwitterungssituationen, deren korrekte Interpretation häufig recht schwierig ist, um so mehr als chemische und physikalische Prozesse meist in Wechselwirkung zueinander, unter wesentlicher Mitwirkung von Wasser auftreten.

Die Ermittlung der physikalischen Eigenschaften von Naturstein wird durch das Normenwesen vereinheitlicht, wobei die Bewertung der ermittelten Kennwerte und die Umsetzung für die praktische Anwendung, unbedingt Erfahrung und Wissen über naturwissenschaftliche Zusammenhänge erfordert. Eine rein technische Interpretation der physikalischen Kennwerte führt zwingend zu Fehlschlägen.

Curriculum

Andreas Rohatsch

- | | |
|--------------|---|
| 08. 03. 1962 | geboren in Wien |
| 1981 - 1988 | Studium der Geologie an der Universität Wien. Titel der Diplomarbeit: "Die Geologie der Ebenforstmulde (Reichraminger Hintergebirge; Oberösterreich)" |
| 20. 12. 1988 | Sponsion zum Mag. rer. nat. |
| 1989 - 1991 | Forschungsstipendium und Doktoratsstudium am Institut für Angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur Wien |
| 28. 06. 1991 | Promotion zum Dr. nat. techn. |
| 1991 - 1993 | Vertragsassistent am Institut für Angewandte Geologie der Universität für Bodenkultur Wien |
| 1993 - 1994 | Vertragsassistent am Institut für Geologie der TU-Wien |
| 1995 - 1998 | Universitätsassistent am Institut für Geologie der TU-Wien |
| 02. 04. 1998 | Habilitation - Verleihung der Lehrbefugnis für „Technische Geologie unter besonderer Berücksichtigung der angewandten Gesteinskunde“. |
| 1998 – | ao.Uni.Prof. am Institut für Ingenieurgeologie der TU-Wien |

Architektur und Natursteine –

Eine Betrachtung der Tendenzen in der Gegenwartsarchitektur

Dipl.-Ing. Franz Sam

Was wäre wenn wir steinreich wären? Wären dann nur die Steine, die uns umgeben, wertvoll? Oder könnte es auch die Architektur sein? Muss es ein Haus aus Lapis sein, wie die oberste Kammer des Stufenturmes von Borsippa? Oder ist es die Aura von Form und Material der Steine, die einem hilft, etwas Unangreifbares und schwer Fassbares für sich zu gewinnen.

Muss ein Haus wirklich mit teurem Stein verkleidet sein oder ist es innerhalb seiner Gesamtform die Aura, ausgehend vom Material und dessen Oberfläche, die eine einmalige Stimmung garantiert?

In der heutigen Zeit ist vorab nicht immer einfach erkennbar, welche Wirkung die eingesetzten Materialien in Zusammenhang mit Raumgewinnung und Konstruktion ausüben. Dieser Umstand war nicht immer so, wie man durch einen Rückblick in die Architekturgeschichte feststellen kann.

Stein war lange Zeit, neben Holz und Erde der primäre Konstruktionswerkstoff um Räume zu schaffen. Nicht dass es gerade die Dauerhaftigkeit gewesen wäre, sondern vielmehr die Verfügbarkeit des Materials muss ausschlaggebend gewesen sein für dessen Verwendung.

Verfügbarkeit in fast beliebiger Menge war also die Voraussetzung um das Steinmaterial aufeinander zu schichten und dazwischen mit Lehm zu vermauern oder nur als Fundamentreihe aufzusetzen um darüber mit Lehm zu bauen.

Aus der entstandenen Materialmischung tat sich der Stein für bestimmte Aufgaben als reiner Konstruktionswerkstoff hervor. Bei Konstruktionen von Wänden, Bögen und Gewölben mit Stein zeigte sich das Material damit in der reinsten Form der gleichzeitigen Gewinnung von Raum und Konstruktion.

Dieser Umstand ist auch entscheidend, eine Vorstellung darüber zu bekommen, warum beim Material Stein die Oberfläche der Form und die erfüllbare Haptik ein einnehmendes Stimmungsbild entstehen lassen. Es ist die Kombination von Fläche, gemeinsam mit der Oberflächenqualität derselben,

begleitet von Farbe und Textur, welche die faszinierende Kraft auszuüben imstande ist.

Sei es die im Halbdunkel eingebettete Höhle einer Krypta, oder die kräftig skulptural gestaltete Halle einer Kreuzritterburg, oder der strahlend helle Boden eines Besprechungsraumes in einem Dachgeschoßausbau - alle diese Beispiele beziehen ihre Kraft aus der gemeinsamen Wirkung von Fläche und Materialität.

In der heutigen Zeit, wo der Konstruktionswerkstoff Stein längst von Materialien wie Stahl und Glas verdrängt wurde, ist es auch Ziel der Architekten und Gestalter, diese Stimmungskraft wiederzugewinnen und sich eine Umgebung zu schaffen, in der die Möglichkeiten des Materials gezielt eingesetzt werden können.

Kann es der spaltraue Steinbrocken alleine sein, wird die Oberfläche geglättet und geschliffen, oder wird das Gegenteil durch Aufrauen versucht, um die angestrebte Wirkung zu erzielen? Es ist nicht nur die Sortenvielfalt, sondern auch der gezielt einsetzbare Zugriff auf die Oberflächentextur, welche einem Architekten eine Reihe von Möglichkeiten eröffnet, kräftige Räume zu schaffen. Die gestalterische Möglichkeit von Naturstein als „Stimmungspflaster“ in Innenräumen aller Art ist es also, die den Stein über seinen Materialwert hinaus erhebt.

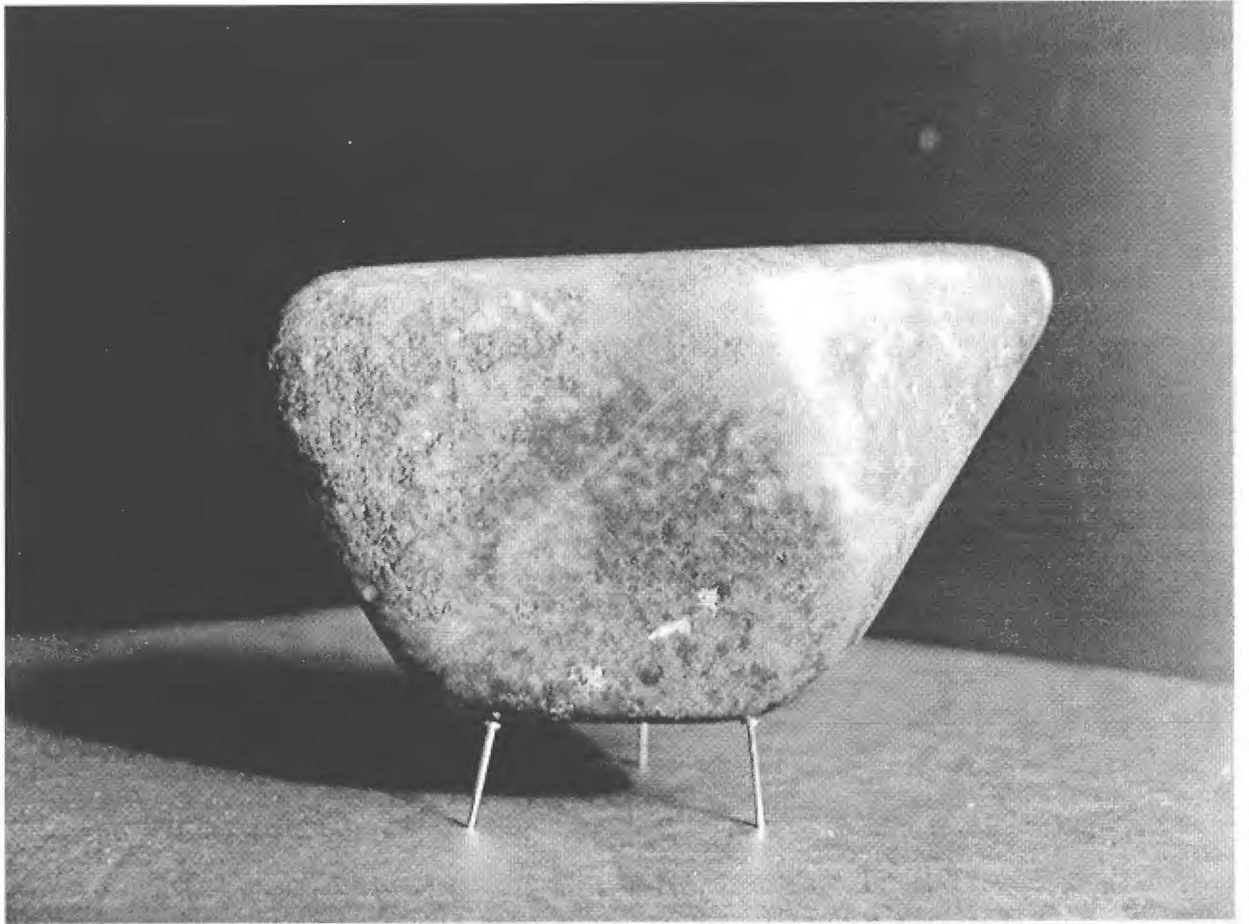
Es ist aber nicht nur das „Stimmungspflaster“, welches ein Abbild der Sehnsucht nach der archaischen Kraft im Raum darstellt, sondern es sind auch Tendenzen in der Gegenwartsarchitektur klar ausgeprägt, die über die skulpturale Ausformung des Architekturkörpers, die Kraft der Steine wiederzugewinnen versuchen.

Da sich die primären Bautechnologien so verändert haben, dass das Haus nicht mehr aus Stein sein kann, wird das Haus zum Stein.

Die skulpturale Expression ist als formale Analogie zu natürlichen geologischen Steinstrukturen zu sehen. Die Gesamtheit des Baukörpers ist in sich gegliedert durch scheinbar tektonische Sprünge, die Wirkung von Masse bewusst einsetzend. Dabei rangiert die Bandbreite zwischen mächtigen, tektonisch skulptural bearbeiteten Formen bis hin zu kiesel-weich schwebenden Wolken.

Alle diese Tendenzen haben jedoch eines gemeinsam: Jenen Mehrwert für sich wiederzugewinnen, welcher das Haus aus Lapis hätte, ohne aus Lapis zu sein:

Es schillert, strahlt, sendet Kraft aus, wirkt einfach raumeinnehmend.

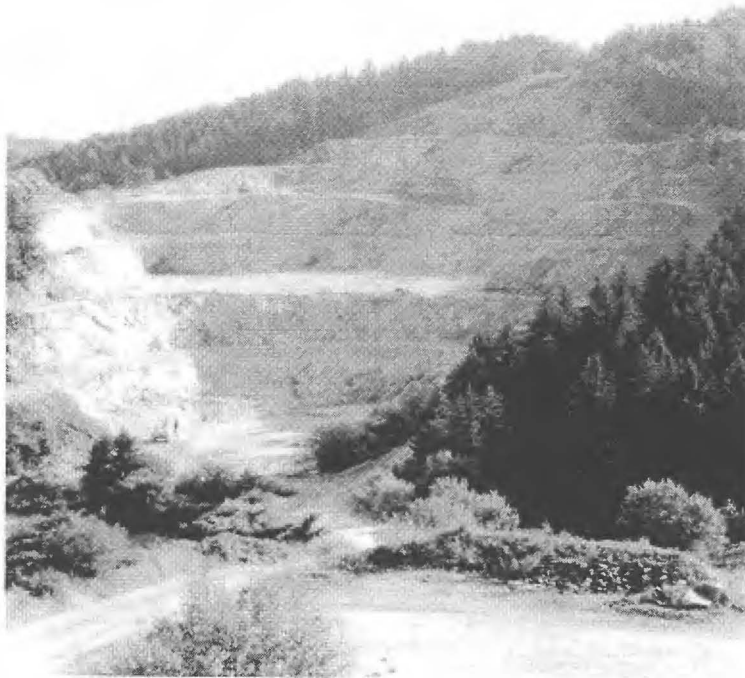


Naturstein im Strassenbau

Dipl.-Ing. Ernst Renz

Die Ernest Renz GesmbH betreibt einen Steinbruch in Elsenreith im südl. Waldviertel. Sie beschäftigt sich im Wesentlichen mit dem Abbau von Kalkmarmoren, versch. Transporten und ist im Erdbau tätig.

In Elsenreith werden jährlich ca. 250.000 to Gesteinsmaterialien abgebaut und größtenteils als Schütt- u. Frostschutzmaterial für den Straßenbau und Splitte für Asphaltmischwerke und Betonwerke verwendet. Als Kunden dürfen wir verschiedenste Straßenmeistereien, Güterwegbauabteilungen, Baufirmen und auch sehr viele Private sowie Land u. Bund betreuen.



Der Abbau erfolgt auf unseren verschiedenen Plateaus mittels Bohren und Sprengen. Hier fällt bereits durch die Wahl des Sprengrasters die Entscheidung ob Frostschutzmaterialien oder Natursteine für etwaige Steinschichtungen produziert werden. Die Entscheidung dahingehend wird natürlich auch durch die Wahl der Wand die geschossen werden soll beeinflusst. Nach dem Laden des Hauwerks wird das geschossene Material zum Brecher transportiert.

Gesteinsblöcke mit geraden Kanten oder spezieller Struktur werden bereits unten an der Wand während des Ladens aussortiert. Blöcke die nicht für Schichtungen verwendet werden können werden mittels Hydromeisl zerkleinert und danach auch zum Brecher transportiert.



Als erste Brechstufe verwenden wir einen Einschwingenbackenbrecher mit einer Maulweite von 110 x 80 cm, der eine grobe Zerkleinerung bis 150 mm durchführt. Anschließend wird das gebrochene Material mittels zweier Doppeldeckersiebe auf die Körnungen 0/16, 16/32, 32/45 und 45/63 aufgesiebt.

Aus diesen Körnungen werden dann die Frostschutzmaterialien FS 0/32 und FS 0/63 wieder entsprechend einer Sieblinie zusammengemischt.

Der Überlauf also das Korn 63/X wird dann in einer zweiten Brechstufe wieder mittels eines Prallbrechers nachzerkleinert. Hier entstehen die Körnungen 0/4, 4/8, 8/11, 11/16, 16/22 und 22/32. Diese Materialien werden für Betonwerke und Asphaltmischwerke verwendet. Weiters haben wir die Möglichkeit die verschiedenen Fraktionen unterirdisch aus den Boxen wieder abzuziehen und mit einer Dosieranlage zusammenzumischen. Wir können daher für jede Kunde eine spezielle Sieblinie erzeugen, was den Vorteil bringt, dass das jeweilige Abnehmerwerk das ganze Jahr ein genau gleiches Produkt bekommt und dadurch unsere Produkte direkt in den Produktionsprozess über Rezept einfließen können.

Weiters befassen wir uns in anderen Produktionsabläufen mit der Herstellung von 2/4 Splitten und 0/1 und 0/2 Sanden.

Bei allen Produkten ist ein wesentliches Augenmerk auf das Vorhandensein eines CE – Zertifikates zu legen. Das CE - Zertifikat garantiert uns, dass die Produkte den entsprechenden Normen zB.: der EN 13 242, „Gesteinkörnungen für ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische für Ingenieur und Straßenbau“ genügen. Diese Normen gibt es auch für Splitte und Sande für den Betonbau und Asphalt. Durch das CE – Zeichen ist es auch möglich unsere Produkte EU weit zu vergleichen, was natürlich auch große Vorteile bringen kann. Das Schwierige bei der Zertifizierung ist natürlich die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems das heißt eine genaue Beschreibung der Arbeitsabläufe, Bestellung von verantwortlichen Personen und Erstellung von Verfahrensanweisungen. Weiters müssen wir unsere Produkte auch eigenüberwachen, das heißt, es ist ein Labor einzurichten und das Produkt hinsichtlich Sieblinie, Bruchfestigkeit, Abschlämmbaren und Kornform zu prüfen. Zusätzlich sind noch die Ergebnisse der jährlichen Prüfung durch zertifizierte Stellen in einem Datenblatt zu einzutragen und dieses den Kunden zur Verfügung zu halten. Alle dort angeführten Kriterien wie zB. Rohdichte, Kornform, Los Angeles Wert, Anteil an Feinteilen, Erfüllung des Mineralkriteriums sind in diesem Datenblatt zusammenzufassen um das verwendete Produkt mit anderen vergleichbar zu machen.

Der eindeutige Vorteil der CE – Zertifizierung liegt natürlich darin, dass wenn es einmal zu Beanstandungen kommen sollte, man über die Protokolle der Eigenüberwachung beweisen kann, dass das Produkt zum Zeitpunkt der Auslieferung in Ordnung war.

Es stellt sich hier aber die Frage wie weit die Einführung eines solchen Zeichens sinnvoll ist, wenn zB.: auch öffentliche Institutionen nicht wirklich darauf achten ob ein Produzent ein CE – Zeichen führt und dem entsprechende Produkte mit riesigen Auflagen liefert sondern Aufträge auch an Firmen vergibt die keine CE – konformen Produkte liefern.

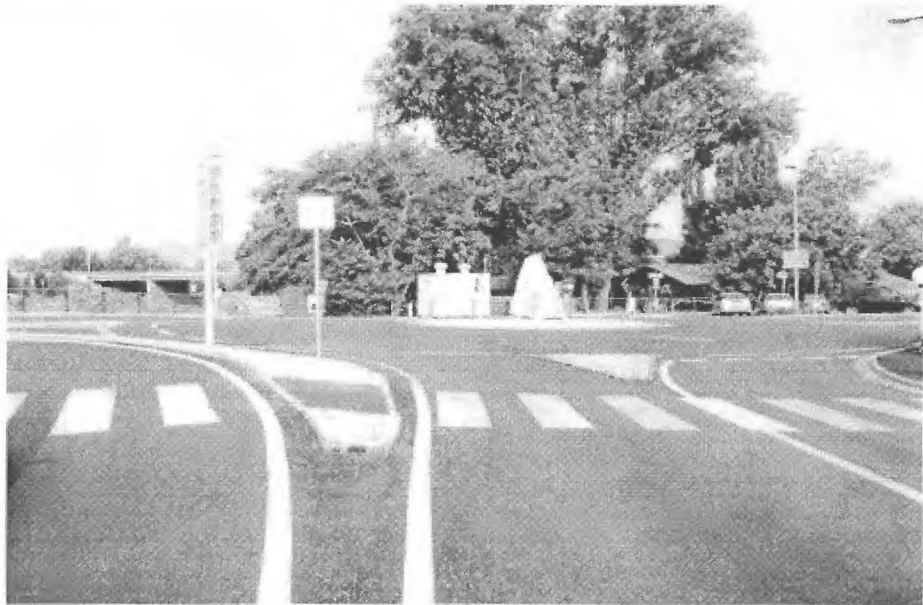
Der Straßenbauer begegnet dem Naturstein im Zuge der gesamten Planungs- und Bauperiode einer Straße. Sei es als technisches Element wie zum Beispiel als Frostschutzmaterial für den Unterbau einer Straße als auch als Verkehrsleitelement, wie zum Beispiel Pflasterungen bei Kreisverkehren, und als gestalterisches Element für den ruhenden Verkehr und Fußgängerleitsystemen. Weiters findet der Naturstein auch Anwendung bei Straßennebenanlagen zB.: die Steinschichtung als Böschungssicherung oder das Natursteinpflaster zur Erosionssicherung bei Brückenwiderlagern od. Regenrückhaltebecken.

Das heute im Straßenunterbau verwendete Frostschutzmaterial der Körnungen 0/63 mm, 0/32 mm muss nicht nur strengen Frostsicherheitskriterien genügen sondern muss auch CE zertifiziert sein.

Das auf die Baustelle gelieferte Material wird in geforderten Schichtstärken, je nach Rangordnung der Straßen, mittels Grader und Walze auf das Rohbauplanum eingebaut wobei eine Mindestverdichtung einzuhalten ist.

Der Naturstein findet dann auch im Abschluss bei Asphalt oder Betondecken seine Verwendung wobei er dort als Zuschlagstoff wieder seinen Normen gerecht werden muss.

Dem Naturstein in Form von Pflastersteinen kommt auch immer mehr als Verwendung für Verkehrsleiteinrichtung Bedeutung zu. Es ist hier nämlich möglich mit Pflastersteinen verschiedener Größen zB. Einfahrtsspuren für Kreuzungen oder Kreisverkehre zu markieren. Wobei es hier natürlich verschiedenste gestalterische Möglichkeiten gibt um diese Übersichtlich zu machen. (siehe Bilder).



Wesentlich ist hier auch die Markierung von Straßenrändern mit Randsteinen als Hoch-, Schräg- oder Tiefbord.

Der wirkliche Vorteil des Pflastersteines liegt natürlich bei den Gestaltungsmöglichkeiten für den ruhenden Verkehr und den Fußgängerleitsystemen wobei uns hier auch farblich kaum Grenzen gesetzt sind.



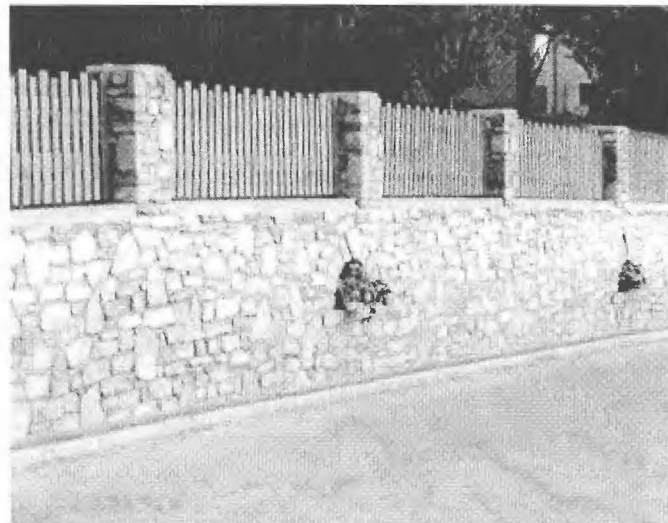
Neben den früher oft im Wasserbau verwendeten Steinwürfen als Ufersicherung mit Wurfsteinen in der Größenordnung von 1.000 kg und mehr gewinnen heute Steinschichtungen als Böschungssicherung immer mehr an Bedeutung. Sie haben vor allem den Vorteil gegenüber den bisher verwendeten Betonstützmauern, dass sie wesentlich billiger sind und auch geringen Platzbedarf haben. Der Nachteil einer trocken verlegten Steinschichtung ist der, dass sie mit einer maximalen Höhe von 3 m ausgeführt werden sollte, da ja der Steinverband selbst nur durch steinfreie Erde passiert. Wird die Steinschichtung mit Beton verbunden sind nach Angaben eines Baustatikers natürlich größere Höhen möglich.





Die Steinschichtung sollte so aufgebaut sein, dass in den unteren Reihen Blöcke mit mind. 1.000 – 1.500 kg verlegt werden sollten und man erst in den oberen Reihen, sprich den letzten Meter, auf Blockgrößen von 500 – 800 kg zurückgehen kann. Es ist natürlich wesentlich die Standfestigkeit des Materials, das zu stützen ist, richtig zu beurteilen. Zwischen den Blöcken ist steinfreies Material zum Beispiel Erde einzubringen, um zu gewährleisten, dass die Blöcke satt aufliegen und ein „wackeln“ von vornherein ausgeschlossen werden kann. Weiters sind die Steine mit einem Anzug von 15 – 20 cm nach oben zu verlegen.

Weiters finden wir den Naturstein auch noch bei Steinmauern, die mit Steingrößen von 30 – 50 kg gemauert werden. Diese Mauern sind nicht nur optisch schön sondern geben uns auch noch freie Gestaltungsmöglichkeiten und fügen sich sehr gut in die Landschaft ein (siehe Bilder).



Der Naturstein ist auch zu einem wichtigen Bestandteil bei Erosionssicherungen bei Brückenwiderlagern und Regenrückhaltebecken geworden. Im Mörtelbett verlegt überzeugt der Naturstein nicht nur durch seine Dauerhaftigkeit sondern auch durch die gestalterischen Möglichkeiten im naturnahen Straßenbau.

Grundsätzlich wäre noch zu sagen, dass Natursteinbauten uns von ihrer Haltbarkeit in der Regel überleben und daher Bauten sein sollten die sich harmonisch in das Landschaftsbild einfügen. Gerade diesem Umstand ist es zu verdanken, dass das antroposophische Gedankengut, dem ein Straßenbauer folgen sollte, auch wirklich zur Anwendung kommt. Es hat nämlich keinen Sinn für Natursteinbauten Gesteinsmaterial zu verwenden, dass vorher um den Globus gekarrt werden musste und eingebaut wird nur weil es billiger ist. Es sollte uns nämlich wirklich ein Anliegen sein Gesteinsmaterial aus der direkten Umgebung einer Baustelle zu verwenden. Solche Bauten werden sich immer harmonisch in die Landschaft einfügen und uns auch ein Leben lang nicht als störend auffallen. Man muss hierzu nur Bedenken, dass wenn man zum Beispiel für den Bau der Weingartenmauern in der Wachau einen chinesischen Granit verwenden würde uns wahrscheinlich das „Weltkulturerbe Wachau“ enterben würde.

Lebenslauf

Dipl.-Ing. Ernst Renz

Adresse: Marbach an der kl. Krems 25, 3613 Albrechtsberg

Geburtsort: Marbach an der kl. Krems 25, am 07.03.1965

Familienstand: Verheiratet

Schulbildung: 1971 - 1975 Volksschule Albrechtsberg

1975 – 1979 Piaristengymnasium Krems

1979 – 1984 HTL Krems Tiefbau

1984 – 1995 TU – Wien, Bauingenieurwesen

22. 06. 1995 Sponsion

Beruf:

seit 1990 Teilzeit in der Ernest Renz GesmbH als Sprengbefugter.

Seit 1995 Vollbeschäftigt.

1.1.2000 Geschäftsführer der Ernest Renz GesmbH.

2003 Ankauf von zwei Steinbrüchen aus der Karl Stangl GesmbH gemeinsam mit der Fa. Swietelsky. Diese werden nun als Schotter und Recycling GesmbH (SRG) betrieben.

Seit 1.9.2004 auch Geschäftsführer der SRG.

Naturstein und Kunst

Josef Weinbub

Steine erzählen eine Geschichte – sie vermitteln uns Botschaften und geben Aufschluss über Lebenseinstellung und Kulturbewusstsein einer bestimmten Zeit.

Dieser Gedanke kommt einem zwangsläufig, wenn man durch die Straßen und Plätze unserer Städte geht. Wer waren die Auftraggeber, was hat sie dazu bewogen, diese Werke errichten zu lassen, wer waren die Meister und Gesellen, wie lebten diese Menschen damals? Tatsache ist jedenfalls, dass wir vor vielen Bauten und Denkmälern aus früherer Zeit mit größtem Respekt und voller Hochachtung stehen, an denen Bildhauer und Steinmetze gewirkt haben.

Gestatten Sie mir zur Illustration einen kurzen historischen Rückblick:

Romanik

Kirche in Schöngrabern, erbaut ca. 1200 n. Chr. Sehr frühe Bildhauerarbeit an der Außenfassade (Apsis) „Der Sündenfall“.

Man verwendete den zwischen Hollabrunn und Haugsdorf vorhandenen Quarzsandstein (Laa – Formation).

Die Menschen konnten weder lesen noch schreiben, ihr Weltbild wurde durch die Kirche geprägt. Glaubensinhalte wurden durch steinerne Symbole vermittelt, wer nicht den Weg mit Gott ging, für den sollte es „Heulen und Zähneknirschen“ geben. (Siehe Sündenfall!)

Gotik

Hier hat sich der schwere gedrungene Baustil der Romanik wesentlich verändert, d.h. die Kirchen wurden wesentlich größer vor allem höher. Man betrat mit dem Bau der gotischen Kathedralen Neuland. Die Bildhauer, die meistens aus dem Steinmetzhandwerk kamen, hatten hier sehr viel Arbeit. Der Bedarf an Naturstein wurde durch die vermehrte Bautätigkeit immer größer, der Steinbruch sollte möglichst nahe der Baustelle sein.

Es wurden daher im Wiener Raum, bzw. von Baden bis zum Leithagebirge viele Steinbrüche eingerichtet, die das Material für jeden Bedarf liefern

konnten. In dieser Zeit wurden auch die Dombauhütten eingerichtet, die bis heute die Restaurierung der Gebäude wahrnehmen. Aber auch Rathäuser und Bürgerhäuser sind Zeugen eines neuen Wertebewusstseins und eines aufstrebenden, selbstbewussten Bürgertums.

Renaissance

Aufgrund der politischen Entwicklung und der Glaubenskriege war die Bautätigkeit sehr zurückgestellt.

Barock

In der Barockzeit setzte wieder ein regelrechter Bauboom ein, zahlreiche Kirchen und Klöster auch in unserer Umgebung beweisen dies. Pestmarterl und Säulen geben Zeugnis von der Dankbarkeit, diese Seuche besiegt zu haben, Glaubenskriege und Türkeengefahr waren ausgestanden. Kunst sollte Macht, Reichtum und Lebensfreude zeigen, prachtvolle Schlossanlagen, Theaterbauten, französische Gärten mit zahlreichen Brunnen und Statuen drücken dies aus.

Am Beispiel des Zogelsdorfer Sandsteinbruches ist der gewaltige Bedarf zu erkennen. Der „Weiße Stein von Eggenburg“, wie der Stein bezeichnet wurde, war als Material überaus geschätzt. Annähernd 100 Steinmetzmeister waren in Zogelsdorf beschäftigt.

In dieser Zeit kamen auch zahlreiche italienische Bildhauer ins Land, darunter die berühmten Lorenzo Mattielli (Heraklesfiguren, Hofburg; Figuren an der Karlskirche; Figuren Stift Melk etc.) und Giovanni Giuliani (Palais Liechtenstein)

19. Jahrhundert

Der Bau der Wiener Ringstraße bzw. der Historismus in der 2. Hälfte des 19. Jhdts. bescherte den Steinbildhauern nochmals eine gewaltige Auftragslage.

Doch um die Jahrhundertwende schrieb der Schriftsteller Hermann Bahr: *“Das Leben hat sich geändert, jeder Gedanke, jedes Gefühl - also müssen sich auch die Häuser ändern“*

Die Kunst suchte nach neuen Formen. Ihr Protest richtete sich gegen den leeren Schönheitskult und den Historismus der Jahrhundertwende.

Durch die beiden Weltkriege veränderte sich nicht nur die politische Landschaft, sondern auch das Weltbild der Menschen und somit auch die Ansprüche an Kunst und Kultur.

Nach dem 2. Weltkrieg

Gab es eine völlig geänderte Situation. Viele Steinbrüche waren geschlossen worden, die Werkstätten waren vorwiegend Steinmetzbetriebe, wo bestenfalls der eine oder andere Bildhauer eine Betätigung fand.

Neue Perspektiven ergaben sich für Steinbildhauer durch die Gründung von Symposien in einigen noch betriebenen Steinbrüchen. (St. Margarethen, Lindabrunn -1966, M.Hietz)

Als Beispiel, wie ein Bildhauer heute lebt und arbeiten kann, will ich Ihnen nun einige Stationen aus meiner Berufslaufbahn schildern und Ihnen etwas von meinen Erfahrungen und Visionen berichten.

Persönliches

Josef Weinbub Bildhauermeister

3721 Limberg, Schlosstr. 8, Tel. 02958/83166

3430 Tulln, An der Wehr 6, Tel + Fax 02272/67202

Kurz zu meinem Werdegang:

Ich habe die Wiener Kunstschule , Klasse Bildhauerei und Keramik besucht, Steinmetz und Bildhauerlehre bei der Fa. Ecker in Wien,

1981 Holz und Steinbildhauermeisterprüfung,

1982 Beginn der selbständigen Tätigkeit als Steinbildhauermeister,

1986 Ankauf des alten Lagerhauses in Limberg und beginnender Umbau zu einer Werkstätte.

Mit der Meisterprüfung und der selbständigen Tätigkeit habe ich mir sehr wohl einen Traum erfüllt, selbst Hand anzulegen und auch schöpferisch tätig zu sein. Die Wahl des Standortes der Werkstätte in Limberg war optimal – befindet sich doch ein großer Steinbruch (Fa. Hengl) im Ort. In diesem Steinbruch wird vorwiegend Granit abgebaut, dieser wird zu Schotter und Kies verarbeitet.

Eine zum Teil mächtige Sedimentdecke (Meeresablagerung) hat sich für mich als sehr brauchbar erwiesen. Für das Schotterwerk war dieser Sandstein nutzlos, ich wurde aber neugierig und begann einmal einen Block aufzuschneiden. Dabei stellte sich heraus, dass dieses Material sehr interessant war und sich hervorragend für Volksaltäre in Kirchen als Ergänzung zum Kehlheimer Pflaster eignete – ganz im Sinne der alten Tradition: die Steine, die in unmittelbarer Nähe vorkamen, zu verwenden.

Mit dem Ankauf einer Seilsäge ist es mir gelungen, auch große Blöcke zu zerschneiden und weiter zu verarbeiten. Natürlich ist es auch die Werkzeugtechnik, die ich nützte, mir die Arbeit zu erleichtern – harte Arbeit ist es aber dennoch geblieben. Das zeigte sich vor allem bei der Bearbeitung des Limberger Granits. Da meine Vorliebe und Neugierde immer den einheimischen Steinen galt, ging ich auf Suche in die Steinbrüche der Umgebung.

Das Ergebnis dieser „Neugierde“ konnte ich bei der Landesausstellung 2005 am Heldenberg in Wetzdorf präsentieren.

Ich habe dieser meiner Ausstellung den Titel „Der Boden unter meinen Füßen“ gegeben.

Da ich in meinem Betrieb alleine war und keine Mitarbeiter angestellt hatte, konnte ich mir auch fallweise den Luxus leisten, mich mit den Steinen intensiver zu beschäftigen. Sie können sich vielleicht vorstellen, dass es für mich immer ein besonderes Erlebnis war, einen Block aufzuschneiden und zu polieren, wo ich der Meinung war, dass dies vor mir noch niemand gemacht hat - und ich empfand dabei immer unendliche Demut und Achtung vor den Kräften der Natur. Daher auch die Wahl dieses Titels, der sicherlich auch anders zu interpretieren wäre. Sie sehen also, dass mein Hobby und mein Beruf eins sind.

Da ich die Begeisterung für den Naturstein und die Bildhauerei auch weitergeben wollte, begann ich gemeinsam mit meiner Frau einen 10tägigen Workshop für Bildhauerei und Malerei zu veranstalten, der heuer bereits zum achten Mal stattfand. Die rege Nachfrage und die Auslastung zeigen, dass sehr wohl Bedarf an kreativer Betätigung besteht und die Beschäftigung mit Naturstein sowohl für gestresste Manager als auch für Menschen in Krisensituationen Entspannung und Ausgleich bedeuten kann.

Natürlich musste ich auch Geld verdienen, dabei kam mir meine handwerkliche Ausbildung und Erfahrung sehr zugute.

Meine Auftraggeber kamen sowohl aus dem kirchlichen, dem öffentlichen als auch dem privaten Bereich.

In modernen Kirchen waren Altar, Ambo und Tabernakel neu zu errichten –

z. B. Pfarrkirche St. Severin in Tulln aus Limberger Sandstein (Arbeitsablauf: eigener Entwurf, Stein aus Steinbruch abholen, aufschneiden, bearbeiten, versetzen).

Ein weiteres Projekt war eine 2,4m hohe Severin-Statue für einen Kreisverkehr. Für diesen Auftrag wählte ich als Material Wachauer Marmor, entgegen der üblichen Gepflogenheit, Sandstein zu verwenden, weil ich der Meinung war, dass Farbe und Struktur dieses Steins optimal zur Umgebung passen würden. Außerdem finde ich, dass dieser Stein aus unserer Gegend wieder mehr Verwendung finden könnte, weil er mit den modernen Baustoffen wie Glas und Nirostahl bestens harmoniert.

Ich habe bei allen meinen Aufträgen - im privaten wie im öffentlichen Bereich – versucht, mit heimischem Naturstein zu arbeiten und ihn zumindest auf meine bescheidene Weise wieder populär zu machen. Es war und ist einerseits mein Anliegen, der Einfuhr ausländischen Materials und sogenannten Kunsthandwerks zumindest im Kleinen etwas entgegenzusetzen. Dass Globalisierung und wirtschaftliches Denken Zwänge auferlegen, ist völlig klar, aber ich wollte zeigen, welche Schätze und Möglichkeiten wir trotz alledem haben.

Andererseits ist es mir zum Abschluss noch ein Anliegen, auf die Freiheit der Kunst kurz einzugehen. Kunst kann erfreuen, mahnen, Missstände aufzeigen. Für mich bedeutet diese Freiheit aber auch ein großes Maß an Verpflichtung. Diese Freiheit muss meiner Meinung nach dort aufhören, wo sie verletzt oder beleidigt.

Wenn ich mein Referat mit dem Satz begonnen habe: Steine erzählen eine Geschichte – so möchte ich mit dem Gedanken bzw. mit der Frage schließen:

***Welche Botschaft können wir mit „unseren Steinen“
künftigen Generationen vermitteln ???***

Naturstein in der historischen Architektur

Dipl.-Ing. Karl Neubarth

Die österreichische Architekturgeschichte meidet seit langem die Befassung mit dem Grundstoff ihres Arbeitsfeldes. Obwohl Alois Kieslinger schon in der Mitte des 20. Jh. immer wieder auf die Wechselwirkung von Naturstein und dem Werk in seiner formalen Ausprägung hingewiesen hat, fand sich in der österreichischen Kunstgeschichte kaum ein Niederschlag. In anderen europäischen Ländern sind Wissen und Kenntnisse über Naturstein längst über die Fachdisziplin hinaus Allgemeingut geworden – die Sandsteine von Florenz kann man in fast allen Reiseführern erwähnt finden. Erst in letzter Zeit scheint sich von seiten der Kunstgeschichte ein Interesse an dem Werkstoff Naturstein anzubahnen, wobei es die Bemühungen einzelner Persönlichkeiten aus den Geowissenschaften und des Denkmalamtes sind, die zu offenen Diskussionen einladen.

Es ist daher eine Frage der Zeit bis auch bei uns der enge Zusammenhang zwischen Gestalt und Stoff erkannt und entsprechend beachtet wird.

Mit dem Thema Baustein hat sich Adreas Rohatsch seit Jahren intensiv beschäftigt. Es wäre müßig hier eine Auflistung der in N.Ö. verwendeten Gesteinsarten zu versuchen, wo er doch eine reiche Bearbeitung von Regionen und einzelnen bedeutenden Baukomplexen vorgelegt hat. Es sei hier lediglich erinnert, dass bis zur Einführung des Bahntransportes gewissen Regeln für die Verwendung durch alle Zeiten gültig waren. So ist bei größeren Anlagen, wie Klöster oder Burgen, die Nähe zu Gewinnungsstätten von geeigneten Natursteinen eine wesentliche Voraussetzung. Die Werkmeister hatten durch Erfahrung auch die Fähigkeit, die Eignung des Steines für den jeweiligen Einsatzort auszuwählen. Die Bearbeitbarkeit, die Verwitterungsbeständigkeit, die erforderliche Druckfestigkeit, die Gewinnbarkeit der entsprechenden Formate im Bruch – diese Faktoren waren sehr bewusst beachtete Eigenschaften im Umsetzen der Bauaufgaben.

Der Einsatz von so genanntem Dekorgestein – landläufig sind damit weitgehend die bekannten Marmorarten gemeint – ist allerdings von anderen Vorgaben abzuleiten: Das Material kann auch von weit hergeholt worden sein, die höheren Kosten wurden in Kauf genommen. Wir wissen aus Ab-

rechnungen, dass die Fracht wesentlich teurer als der Stein vom Bruch weg war. Es müssen besondere Gründe vorgelegen haben, diesen höheren Aufwand zu unternehmen und zu finanzieren. Zu näherem Erkennen der Motivation wäre eine Differenzierung der Auftraggeber erforderlich. Die großen Stifte als Bauherren sehen ihr Kloster als in sich geschlossenen Kosmos, als symbolische Darstellung von Welt und Paradies. Der Kreuzgang steht als Nahtstelle zwischen diesen Bereichen und wird daher neben der Kirche in besonderer Weise ausgestattet. Im Kirchenbau selbst als Höhepunkt des Aufwandes steigert sich die Architektur vom Portal über den Lettner zum eigentlichen Altar in immer kostbareren Materialien. Aber schon im Mittelalter war die Imitation nicht Vortäuschung eines edleren Materials, sondern gleichberechtigte Gestaltung.

Welche Elemente waren nun die Träger jener Bedeutung, die man durch Einsatz von Marmor hervorgehoben hat?

Angeregt durch die Beschreibung des Salomonischen Tempels und des Himmlischen Jerusalems markiert das Portal die Grenze zwischen der Außenwelt und dem Heiligen Ort.

Erst in jüngster Zeit hat man die polychromen Fassungen der französischen Kathedralen erfasst und man kann davon ausgehen, dass neben den plastischen, figuralen Elementen die Architektur in das gesamte Farbkonzept eingebunden war, sodass die Imitation von Marmor im Gesamtkonzept keineswegs als Mangel empfunden wurde. Sichtbare, echte Marmore, wie in Lilienfeld oder in der Franziskanerkirche, Salzburg, sind offensichtlich Ausnahmen.

Die Säule ist seit der Antike ein klassisches Hoheitssymbol. Gleichzeitig scheint aber auch, dass man im Mittelalter nicht in der Lage war, große schlanke Säulen aus härteren Steinen auszuführen, daher wurden die heidnischen Tempel zur Gewinnung dieser geschätzten Elemente regelrecht abgebaut. Noch Karl der Große ließ für seine Pfalzkapelle in Aachen antike Porphyrsäulen über die Alpen bringen. Für die kleinen Säulchen in den Kreuzgängen wurde schon früh der dem Porphyr ähnliche rote Adneter Marmor herangezogen. Dieses Gestein hat sich seit dem Hochmittelalter einer besonderen Beliebtheit erfreut. Dr. Löwey vermutet, dass Byzanz als Vorbild zumindest für Ungarn diese Bevorzugung eines bestimmten Steines angeregt haben könnte. Die Kontakte zum Oströmischen Reich sind nicht nur durch die Kreuzzüge sondern auch durch Eheschließungen intensiviert worden und die Bewunderung der hohen Kultur von Ostrom schlägt sich in vielen Bereichen nieder. Einen Sonderfall stellt die Palastkapelle von Klosterneuburg um 1220 dar, einer der

ersten Bauten in gotischer Formensprache. Unter Kaiser Joseph II. abgebrochen, sind Teile der „Capella speziosa“ in der Franzensburg eingebaut worden.

In der aufgehenden Architektur wechseln Elemente aus Adneter rot mit einem weißen kristallinen Marmor, der m.E. noch nicht bestimmt ist.

Wie weit der von Herzog Leopold VI. berufene burgundische Baumeister diese kostbare Ausstattung angeregt hat, und wie weit der Auftraggeber hier die fortschrittliche Formensprache bewusst als politischen Impuls gefordert hat, ist eine Frage, die das zentrale Thema des Zusammenwirkens von Auftraggeber und Künstler berührt.

Zuletzt soll ein Bereich angeschnitten werden, der einen zentralen Berührungspunkt von den Naturwissenschaften und der Kunstgeschichte aufzeigt.

Gleichzeitig ist dieser Punkt ein entscheidender Bereich der Bauforschung, die ja von ihrer Ausgangslage her zu interdisziplinärem Denken verpflichtet sein muss. Es handelt sich um die Frage nach der Identifikation von Naturstein, der Zuordnung eines Werkstückes zu einer Gewinnungsstätte, im Idealfall zu einem definierten historischen Steinbruch. In den letzten Jahren haben die Naturwissenschaften ein bislang undenkbares Instrumentarium zur Verfügung, das zur Definition eines Gesteines einwandfreie Festlegungen zulässt. Bei Gesteinen gleichen Alters, gleichen Entstehungsbedingungen versagen jedoch die Analysen der Mikrostruktur und bei Berücksichtigung lokaler Varietäten ist eine Zuordnung nach diesen Untersuchungsmethoden nicht möglich. Die althergebrachte Beschreibung der makroskopischen Erscheinung, der Einsatz der Sinne kann manchmal kleine Unterschiede in Farbintensität, in der Zeichnung erkennen, die unter dem Mikroskop verloren gehen. Englische Autoren, die sich intensiv mit dem antiken Porphyrt beschäftigt haben, und mit großem Aufwand die einzelnen Brüche des „mons porphyritum“ definieren wollten, kamen mit der Elementanalyse zu keinem auswertbaren Ergebnis. Trotzdem kann der Augenschein sehr deutlich die einzelnen Varianten, in den auf einem Quadratkilometer verstreut liegenden zahlreichen kleinen Gewinnungsstätten unterscheiden.

Meinem Lehrer, Walter Eppensteiner, verdanke ich die Aufforderung, immer wieder unsere Sinne, insbesondere das Auge, bei der Bestimmung einzusetzen, um bewusst sehen zu lernen.

Neben der Information über Gestalt, Zeichnung und Detailausbildung bewirkt dieser primäre Sinneseindruck aber auch das Erkennen der Vielfalt der Natur und letztlich der Schönheit des Materials, die ja unsere Vorfahren dazu gebracht hat, gerade dieses Gestein für das von ihnen erdachte Werk auszuwählen.

Dipl.-Ing. Karl Neubarth

– hat im Dienste des Bundesdenkmalamtes die Restaurierwerkstätten Kartause Mauerbach aufgebaut und über 20 Jahre geleitet.

Hier konnte mit Hilfe von Friedrich Opferkuh eine Handstücksammlung der nutzbaren Gesteine aufgebaut werden. Digitalisiert und ergänzt durch die Mustersammlung der Weltausstellung 1873 in Wien stellt sie ein brauchbares Werkzeug für die Bewerbung von Naturstein dar.

Wien, am 2.8.2006

Römische Marmorsteinbrüche in Niederösterreich

C. F. Uhlir¹ & H. W. Müller²

¹ Universität Salzburg, Abt. für Regionale und Angewandte Geologie

² Universität für Bodenkultur, Institut für Angewandte Geologie

Einleitung

Die Herkunft der Materialien für römische Steindenkmäler aus dem nördlichen Noricum (Noricum Ripense) ist ein zentrales Thema des interdisziplinären Forschungsprojektes „Stein – Relief – Inschrift“ (FWF, 2002-04) und des Folgeprojektes „Römersteine des nördlichen Noricums“ (OeNB, 2006) der Abt. für Klassische und Frühägäische Archäologie und der Abteilung für Regionale und Angewandte Geologie der Universität Salzburg unter der Leitung von Univ. Prof. Dr. W. Wohlmayr (Archäologie) und Univ. Prof. Dr. H. Müller (Geologie). Der Forschungsansatz ist die gesamtheitlicher Bearbeitung von Steindenkmälern mit den Methoden der Disziplinen Archäologie, Epigraphik und Geologie. Das bedeutet eine kombinierte Auswertung von bildlicher Darstellung und Inschrift unter Einbeziehung der lokalen Gegebenheiten, der Steinbearbeitung und Zuordnung von Werkstätten sowie der Herkunftsbestimmung des Steins mit den Rückschlüssen auf Handel und Transport (HEMMERS, et al., 2006). In Zusammenarbeit mit der durch O. Harl aufgebauten Internetdatenbank VBI ERAT LVPA (www.ubi-erat.lupa.org, EU-Culture 2000 Projekt) zu römischen Stein-denkmälern (HARL & SCHALLER 2005) werden im Rahmen des inter-nationalen EU-Culture 2000 Projektes „Stone Relief Inscription“ die vorwiegend archäologisch-epigraphischen Inhalte um Materialdaten erweitert. Eine damit verknüpfte Datenbank für Steinbrüche in römischer Verwendung befindet sich z. Z. in Arbeit (UHLIR, et al., 2004).

Die geologische Ausgangslage der Römischen Provinz Noricum:

Das Territorium der ehemaligen römischen Provinz Noricum umfasst etwa das heutige Österreich mit den Bundesländern Niederösterreich und Oberösterreich mit Teilen von Ober- und Niederbayern bis zum Inn, sowie Teilen von Steiermark und Kärnten. Von den großen geologischen Einheiten werden Teile der Böhmisches Masse, das so genannte „Alpenvorland“ bzw. die Molassezone und das Wiener Becken, die Kalk- und Zentralalpen und der

Westrand des pannonischen Beckens erfasst. In allen diesen Größeneinheiten sind zahlreiche Dekorgesteine, aber auch Werksteinvorkommen vorliegend, die bereits in der Römerzeit systematisch prospektiert und genutzt wurden.

Aufbauend auf der Steinbruchkartei von A. Kieslinger, die sich in der Geologischen Bundesanstalt befindet und nun auch digital vorliegt, und den Vorarbeiten von H. Müller (MÜLLER & SCHWAIGHOFER, 1999) wurden an den römischen Steindenkmälern erste grobe Zuordnungen - zumeist nach äußeren Kennzeichen - vorgenommen. An Hand der geologischen Karte 1:50 000 – soweit vorhanden – und der archäologischen oder geologischen Literatur wurden dann im Gelände mögliche Vorkommen aufgesucht, beprobt und analysiert.

Methodik der Gesteinszuordnung:

Charakterisierung der Steinbrüche: die Proben aus möglichen Steinbrüchen werden makroskopisch beschrieben, petrographisch im Dünnschliff auf Mineralbestand und Textur analysiert und bei Marmoren der Gehalt der stabilen Isotopen von Sauerstoff und Kohlenstoff und z. T. auch Strontium, sowie die Verteilung der Spurenelemente analysiert (HERZ, 1988, WÄLKENS, PAEPE & DE MOENS, 1988).

Zuordnung der Denkmäler: die Steindenkmäler werden mittels eines Diamant-Kernbohrgerätes an verdeckten Stellen oder Bruchstellen angebohrt, dabei ein etwa 1 x 4 cm großer Bohrkern entnommen und anschließend wird das Bohrloch wieder verschlossen, so dass die Entnahmestelle weitgehend unkenntlich ist. Der Bohrkern wird geteilt, ein Teil für einen petrographischen Dünnschliff verwendet, der andere Teil dient – vor allem bei den weißen Marmoren – den geochemischen Analysen. Diese umfassen: die stabilen Isotope von Sauerstoff und Kohlenstoff und in Einzelfällen Strontium und die Spurenelemente. Da es bereits eine große Anzahl von geochemischen Daten von weißen Marmoren aus Steinbrüchen des Mittelmeerraumes (WÄLKENS, PAEPE & DE MOENS, 1988) und Marmoren aus Kärnten, Steiermark und Slowenien gibt, ist die Zuordnung von Import-Marmoren erleichtert.

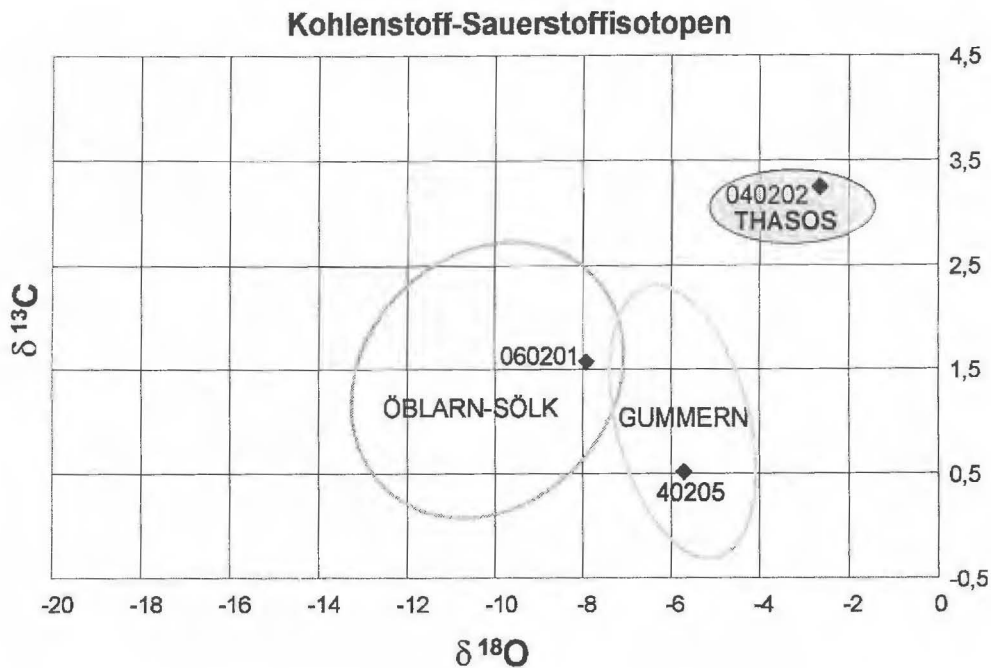


Abb. 1: Die Zuordnung der Denkmäler mit vorhandenen Isotopendaten: 040202 - Stele für Barbius Gratus und Familie (Enns); 060201 - Stele eines Mannes (Öblarn); 040205 - Stele eines Mannes (Enns).

Bei der Überlappung von Isotopenfeldern und einer nicht eindeutigen Zuweisung zu einem Steinbruch werden als weitere Methoden die makroskopisch/mikroskopische Beschreibung und die Verteilung von Spurenelementen verwendet. CRAMER (1998) zeigte mit seinen Untersuchungen an den Marmoren des Pergamon Altares sehr eindrücklich, dass nur ein multivarianter Ansatz, die Kombination verschiedener petrographischer, geochemischer und isotopeochemischer Merkmale - möglichst unter Einbeziehung archäologischer Erkenntnisse - eine sichere Herkunftsbestimmung weißer Marmore erlaubt.

Die Gesteine der römischen Steindenkmäler im nördlichen Noricum

Die Herkunft von in römischer Zeit als „minderwertig“ angesehenen Materialien wie z. B. bunte Kalke, Sandsteine und Konglomerate ist vergleichsweise einfach, da sie in der näheren Umgebung abgebaut wurden. Als Beispiele seien die Römersteine von *Traismauer* vorwiegend aus Hollenburger Konglomerat und Sandstein, die Römersteine von *Wels* und *Enns* vorwiegend aus Kremsmünsterer Nagelfluh und Enns Konglomeraten und in der Region um *Salzburg* vorwiegend aus Untersberger Marmor angeführt. Die Bestimmung erfolgt makroskopisch und wenn nötig mikroskopisch an Hand der Petrographie und Kornzusammensetzung. Bei den hochwertigen (= weißen) Marmoren erfolgt

nach einer makroskopischen Beschreibung und einer archäologischen Analyse bezüglich der Bedeutung und Ausarbeitung des Objektes der Versuch einer ersten Zuordnung mit vorhandenen Isotopendaten. Dabei wurde eine Reihe von Objekten Marmoren aus Kärnten, aber auch aus dem Mittelmediterranen Raum zugeordnet (MÜLLER, UHLIR & VETTERS, 2004). Problematisch war die Zuordnung nicht rein weißer Marmore von meist archäologisch minderwertigen Objekten. Dafür wurde als Arbeitshypothese ein möglichst einfacher Steintransport entlang der Donau angenommen und damit die Region Dunkelsteiner Wald und Hiesberg bei Melk als mögliche Lieferquelle identifiziert.

Marmore am Südrand der Böhmisches Masse bei Melk

Im Bereich Dunkelsteiner Wald und Hiesberg südlich von Melk sind eine Reihe von kleinen und kleinsten Marmorvorkommen, die vorwiegend für Kalkbrennereien abgebaut wurden, bekannt (MATURA, 1984 & HÖGELSBERGER 1989). Nur der Häuslinger Marmor erfuhr im 19. Jahrhundert eine kurze Bedeutung als Werkstein für Kanäle („Kanalgrände“) und Grabdenkmäler in Wien (KIESLINGER 1972). Der bekannte Spitzer Marmor (eigentlich Kalksilikatfels) schied aus, da alleine die Färbung zu dunkel ist, als dass er mit den Marmoren der Denkmäler übereinstimmen könnte. Makroskopisch erfolgte eine vorläufige Einschränkung auf die Marmore von Häusling, Hiesberg und Lunzen. Die Isotopenfelder ergaben eine deutliche Abgrenzung für den Häuslinger Marmor, jedoch eine Überschneidung der Felder von Lunzen und Hiesberg.

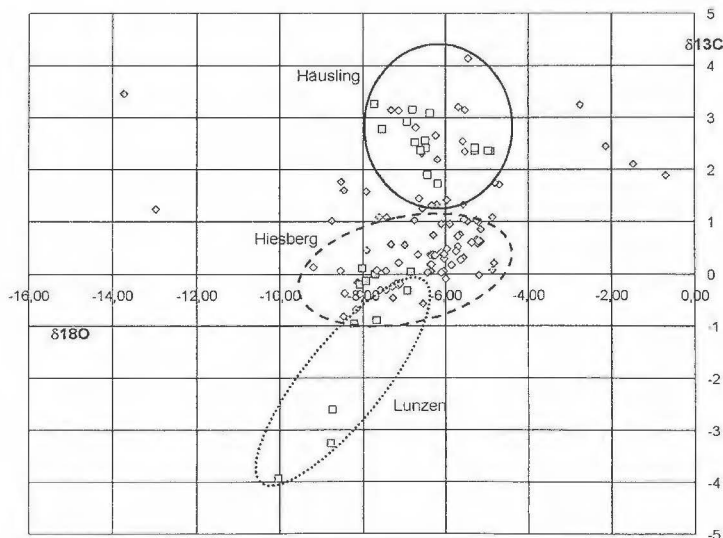


Abb. 2: Isotopenfelder und Probenzuordnung für die Marmore von Häusling, Hiesberg und Lunzen. Die Zuordnung der Denkmalproben die in das Überschneidungsfeld von Hiesberg und Lunzen fielen war durch die charakteristisch hohen, zwischen 700 und 2000 ppm liegenden, Strontiumwerte des Hiesberger Marmors begründet.

Der *Häuslinger* Marmor wurde in einer Reihe von kleinen Steinbrüchen nordwestlich von Melk abgebaut. Der hellgraue Marmor ist gleichmäßig grobkörnig und hat als Nebengemengteile Pyrit und wenig Helleglimmer. Die Verwitterungsbeständigkeit ist gering wegen der Umwandlung von Pyrit in Eisenhydroxyd. Im Dünnschliff zeigt der Häuslinger Marmor gerade Zwillingslamellen, gleichmäßig verteilte und teilweise idiomorphe Pyrite und wenig Muskovit. Er wurde in römischer Zeit für Inschriften und Grabsteine in der näheren Umgebung von ca. 30 km verwendet.

Der *Hiesberger* Marmor wurde am Nordhang des Hiesberges bei Melk aus einer ca. 20 m mächtigen Marmorlinse abgebaut. Der geschichtete, hellgraue, vorwiegend mittelkörnige Marmor hat typische gelbliche bis hellbraune Streifen mit höheren Gehalten von Helleglimmer und Hornblende. Teilweise ist der Helleglimmer auch gleichmäßig verteilt. Im Dünnschliff ist der Hiesberger Marmor mit den geraden Zwillingslamellen des Kalzits dem Häuslinger Marmor ähnlich, zeigt jedoch weniger Pyrit und hat verwitterte 3-5 mm große Hornblenden. Seine Verbreitung in römischer Zeit reichte von Enns bis St. Pölten.

Der *Lunzener* Marmor wurde am Südwestrand des Hiesberges südlich von Melk aus einer 40 m mächtigen Marmorlinse abgebaut. Der mittel- bis grobkörnige, hell- bis mittelgraue Marmor hat schlieren- und lagenweise höhere Gehalte von Hornblende und Helleglimmer. Die Hornblenden wittern am Denkmal charakteristisch als länglich tafelige Kristalle heraus. Im Dünnschliff zeigt der Lunzener Marmor typisch gebogene Zwillingslamellen des Kalzits, erhöhte Erzgehalte und mylonitische Zonen. Vergleichbar mit dem Lunzener Marmor ist der Marmor von Großweichselbach, ebenfalls am Südrand des Hiesberges vorkommend. Makroskopisch trifft dieses Material eher das Erscheinungsbild der Denkmäler als jenes des Lunzener Marmors. Die geochemischen Untersuchungen dieses Vorkommens sind jedoch noch in Arbeit. Die Verwendung des Lunzener bzw. Grosweichselbacher (?) Marmors reicht von Tulln bis Oberndorf bei Salzburg und wurde sowohl als Baumaterial (Säulen und Portale) als auch für Inschriften und Grabsteine verwendet.

Schlussbemerkung und Ausblick

Diese ersten, aus dem Jahr 2004 stammenden, Ergebnisse zeigen, dass die Kooperation von Geowissenschaften und Altertumswissenschaften deutlich fundiertere und neue Erkenntnisse bringen kann. Beispiele sind Zuordnung von Fragmenten zu einem größeren Denkmal, Identifikation von Werkstätten mit bevorzugter Typologie und Materialverwendung, der soziale Kontext eines Denkmals mit dem Wert des verwendeten Materials und Transportwege sowie Handelsverbindungen. Vordergründig steht die petrographisch exakte Bezeichnung römischer Steindenkmäler, da diese bisher vorwiegend von

Archäologen vorgenommen wurde und daher häufig verfälscht war. Entscheidend ist der Neufund ehemaliger römischer Steinbrüche, da auf diese Weise die intensive Rohstoffnutzung zur Römerzeit deutlich belegt werden kann. Zur Zeit wird die Frage nach dem Transportweg diskutiert, z. B. ob der Wassertransport des Gummerner Marmors von Kärnten nach NÖ und OÖ via Drau und Donau bevorzugt war, oder doch der Landweg, entweder über den Tauern, den Pyhrn Pass oder über Westpannonien (HEMMERS & TRAXLER, 2004). Soweit bisher bekannt scheint die soziale Stellung – wie nicht anders zu erwarten – für die Qualität des Grab- oder Inschriftensteins doch eine große Rolle zu spielen, d. h. ärmere Personen nützten lokales, reichere exotisches Steinmaterial. Das beste Beispiel dafür ist der berühmte „Barbius Grabstein“ im Museum von Enns, denn die reiche Handelsfamilie konnte sich den Transport des exotischen Grabsteins von der Insel Thasos leisten.

Abschließend sei Dr. W. Veters für wertvolle Literaturhinweise und der meine Kontakte zur Archäologie herstellte, und Frau HR. Dr. Maria Heinrich sowie Mag. Piotr Lipiarski für Auszüge aus der Steinbruchdatenbank der Geologischen Bundesanstalt gedankt.

Literatur

- Cramer, T., 1998: Die Marmore des Telephosfrieses am Pergamonaltar. - Berliner Beiträge zur Archäometrie, 15, S. 95-198, Berlin
- Harl, F. & Schaller, K., 2005: Roemische Steindenkmäler in der Web-Plattform www.ubi-erat-lupa.org. - In: M. Sanader / A. Rendic-Miocevic, Akten des VIII. Kolloquiums zu Problemen des provinzialroemischen Kunstschaffens, □ Zagreb, 5. - 8. Mai 2003, Zagreb
- Hemmers, C. & Traxler, S., 2004: Die römischen Grabdenkmäler von Lauriacum – Anmerkungen zu Material und Transport. – Jb. Des oberösterr. Musealvereins, Ges. f. Landesk., S. 149-177, Linz
- Hemmers, C., Traxler, S., Uhlir, C. & Wohlmayr, W., 2005: Stein – Relief – Inschrift. Konturen eines Forschungsprojektes. - In: M. Sanader / A. Rendic-Miocevic, Akten des VIII. Kolloquiums zu Problemen des provinzial-roemischen Kunstschaffens, Zagreb, 5. - 8. Mai 2003, S. 449-454, Zagreb
- Hemmers, C., Traxler, S. & Uhlir, C., 2006: Stein – Relief – Inschrift - erste Ergebnisse: Die Gesteinsarten römischer Steindenkmäler in Lauriacum. - Akten d. 10. Österr. Archäologentages, S. 51-56, Wien
- Herz, N. 1988: Carbon and oxygen isotopic ratios: a data base for classical Greek and Roman marble. - Archaeometry, 29,1, S. 35-43, London
- Högelsberger, H., 1989: Die Marmore und Kalksilikatgesteine der Bunten Serie – Petrologische Untersuchungen und geologische Konsequenzen.- Jb. Geol. B.A., Bd. 132/1, S. 213-230, Wien
- Kieslinger, A., 1972: Die Steine der Wiener Ringstrasse. Ihre technische und künstlerische Bedeutung. In: Wagner- Rieger, R. (Hg.) Die Wiener Ringstrasse – Bild einer Epoche, Band IV. F. Steiner Verl. Wiesbaden 1972.
- Matura, A., 1984: Das Kristallin am Südrand der Böhmisches Masse zwischen Ybbs/Donau und St. Pölten. – Jb. Geol. B.A., Bd. 127/1, S. 13-27, Wien
- Müller, H. W., & Schwaighofer, B. (1999): Die römischen Marmorsteinbrüche in Kärnten. - Carinthia II, S. 549-572, Klagenfurt.
- Müller, H. W., Uhlir, C. & Veters, W., 2004: Roman quarries in the northern Part of Noricum – Austria. - In: R. Přikryl (Ed.), Dimension Stone 2004. New Perspectives for a Traditional Building Material. Proceedings of the international conference on Dimension Stone 2004, 14-17 June 2004, S. 79-84, Prag
- Uhlir, C., Sartori A., Müller, H. W., Hemmers C., & Traxler, S., 2004: SRI – A comprehensive web-database for Roman stone monuments. - In: R. Přikryl (Ed.), Dimension Stone 2004. New Perspectives for a Traditional Building Material. Proceedings of the international conference on Dimension Stone 2004, 14-17 June 2004, S. 163-167, Prag
- Waelkens, M., Paeppe, P. de, Moens, L., 1988: Quarries and the marble trade in Antiquity. - In N. Herz and M. Waelkens (ed.), Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade (NATO ASI Series, Ser.E: Applied Sciences), 153, S. 11-24., Dordrecht/Boston/London

Kurzbiographie

Mag.Dr. Christian F. Uhlir

Geb. am 13. 6. 1963 in Salzburg;

1983 - 1985: Studium Technische Physik an der TU Wien;

1985 - 1993: Studium Geologie an der Universität Salzburg;

Diplomarbeit: Bergsturz Vigaun - geologisch betrachtet;

1997: Promotion zum Doktor der Naturwissenschaften an der Universität Salzburg;

Doktorarbeit: Geological Studies on Slope Dynamics in the Ganesh Himal (Central Nepal); 1995-1998: Konsulent für Entwicklungshilfeprojekte in Ostnepal, Straßen und Kraftwerksbau, Risikokartierung und Sanierung von Rutschungen;

1998 - 2000: Entwicklung des Upper Tama Koshi Wasserkraftwerksprojektes (300 MW) in Kooperation mit TIWAG, VA-TECH, ABB, STATKRAFT, NORCONSULT & Nepal Electricity Authority;

2000 - Heute: Projektassistent an der Universität Salzburg, Abt. f. Regionale und Angewandte Geologie; Populärwissenschaftliche Projekte zum Untersberg und den Stadtbergen Salzburgs, Wissenschaftliche Projekte mit der Abt. für klassische und frühägäische Archäologie (FWF: Stein - Relief - Inschrift; OeNB: Steindenkmäler im nördlichen Noricum; EU-Culture 2000: Stone Relief Inscription). Zur Zeit Mitarbeit in der Gründungsphase des Forschungszentrums für Kulturgeologie - Cultural Heritage Computing an der Universität Salzburg.

High tech im Natursteinbereich – transluzenter Granit/dreidimensional verformbarer Naturstein

Dipl.-Ing. Michael Cramer

Große Toleranzen in der Produktion von Natursteinplatten veranlassten Grein Italia Srl. zusammen mit dem Maschinenhersteller Breton eine Kalibriermaschine für Granitrohplatten zu entwickeln deren Produktionsgenauigkeit +/- 0,1 mm ist.

Aufbauend auf diese Möglichkeit werden heute 3dimensionale verformbare, sowie auf Glasplatten aufgebrachte transluzente Natursteinfohlen in der Stärke von 0,3 mm hergestellt.

Diese Technologie stellt einen Quantensprung in der Bearbeitungstechnik von Naturstein dar. Durch die Dünnhheit einerseits, sowie der Transparenz der produzierten Natursteinfohle andererseits werden neue Baustoffe entwickelt, die dem Trend "LUMENS" (= lichtdurchflutet), wie er in der heutigen Architektur und im Innenausbau zur Anwendung kommt, sehr entgegenkommt.

Durch das eingesparte Gewicht des dünn bearbeiteten Natursteins ist diese Natursteinfohle die ideale Applikation auf vielen Bauteilen in Schiffen, Flugzeugen und Autos, ohne dabei die Optik und vor allem Tiefe des Natursteins zu verlieren.

Nicht nur Natursteinfohle als Dekormaterial sondern eine Vielfalt neuer Baustoffe in Verbindung mit Natursteinlaminaten können dabei entwickelt werden.

Natursteinstein nicht massiv und schwer sondern leicht, lichtdurchströmt und biegsam. Grein Italia verlässt dabei bewusst die Materialwahrheit von Stein.

Geologie von Natursteinbrüchen, Granite

Univ.Prof.Dr. Walter Eppensteiner

(Beitrag leider nicht eingelangt)

B31 Citytunnel Waidhofen an der Ybbs

Vorprojekt - Geologie

Dr. Werner Leithner

Inhalt

- 1 GRUNDLAGEN
- 2 GEOLOGISCHER RAHMEN
- 3 BISHER DURCHGEFÜHRTE UNTERGRUNDERKUNDUNGEN

1. GRUNDLAGEN

Das Projekt Citytunnel ist als Fortsetzung der verkehrsmäßigen Entlastung entlang der B31 im Stadtgebiet von Waidhofen an der Ybbs geplant. Durch dieses Tunnelprojekt soll das Wohngebiet Pocksteiner Straße – Ederstraße – Ybbsitzer Straße verkehrsmäßig entlastet werden und ist die Fortsetzung des 1994 bis 1996 errichteten Schillerparktunnels (zur Entlastung des Schulzentrums).

Für das Projekt Citytunnel Waidhofen/Ybbs wurde Mitte August 2005 die Trasse für den bergmännischen Vortrieb mit dem Portal West beim Lokalbahnhof Waidhofen/Ybbs und dem Portal Ost beim Gasthof Henne mit einer Gesamtlänge von ca. 1,5 km von der Abteilung ST7 festgelegt. Grundlage für diese Trassenentscheidung war die im April 2005 präsentierte Vorstudie mit vier Trassenvarianten.

Der Tunnel ist in zwei bergmännische Abschnitte und einen Bereich in offener Bauweise bergseitig der HTL Waidhofen untergliedert.

Die bisher durchgeführten geologisch-geotechnischen Arbeiten umfassten insbesondere die geologische Kartierung, die Ausschreibung und Betreuung der Schurfschlitze, der Bohrungen, der Rammsondierungen und der geophysikalischen Untersuchungen (geomagnetische und seismische Untersuchungen) auf der Tunneltrasse Planungsstand September 2005. Im Dezember 2005 wurde die Trasse im Bereich Portal West verschwenkt, sodass die vorliegenden Erkundungsergebnisse im Portalbereich nun neben der derzeit gültigen Variante liegen.

2. GEOLOGISCHER RAHMEN

Das Projektsgelbiet liegt im Bereich der ultrahelvetischen Klippenzone knapp nördlich des Randes der Nördlichen Kalkalpen (Frankenfelder Decke). Die Gesteine der Klippenzone sind weitgehend durch intensive Zerschierung und Durchmischung gekennzeichnet und sind als tektonische Brekzie zu bezeichnen. Eingeschuppt sind Abschnitte mit Flyschsandstein.

Die Hauptstreichrichtung der Festgesteinsanteile ist überwiegend spitzwinkelig zur Tunnelachse. Die Schicht- und Schieferungsflächen dieser Abschnitte sind generell mittelsteil bis steil bergwärts einfallend.

Im Bereich der Zeller Schichten sind große Abschnitte als Festgestein zu bezeichnen, der Bereich der zerscherten Klippenabschnitte ist als veränderlich festes Gestein zu bezeichnen.

In den Portalbereichen sowie teilweise im Bereich der offenen Bauweise werden die im betroffenen Bereich kaum verfestigte Sedimente der Niederterrasse der Ybbs angefahren.

Bedingt durch die vorgegebene Lage im oberflächennahen und offenen Bereich durchörtert der Tunnel über weitere Strecken – Abschnitt offene Bauweise HTL - kriechende Massen des aufgelockerten Hanges. Die Situation wird durch die Trassenführung an einem ehemaligen Prallhang der Ybbs verschärft.

Aus hydrogeologischer Sicht beeinflussen drei Abschnitte die Tunneltrasse:

- 1) Die bergseitig hangend der Tunneltrasse liegenden Gesteine der Kalkalpen sind Speichergestein für die Niederschlags- und Schmelzwässer des Buchenberges.
- 2) Die Gesteine der Klippenzone mit teilweise bituminösen Mergelkalken und kalkigen Mergeln (Zeller Schichten) sowie den intensiv zerlegten und zerscherten Mergeln und Ton (-mergeln) als Grundmasse mit aufgearbeiteten Sandsteinen, Kalken, Radiolariten mergeligen Gesteine und Tonmergeln sind als überwiegend wasserdichtes Gebirge zu bezeichnen.
- 3) Die Gesteine der Niederterrasse der Ybbs bestehen aus zum Teil durch Kalzit konglomeratisch verfestigten Talschottern mit nicht exakt abgrenzbaren unverfestigten Bereichen. Im Hangfußbereich des Buchenberges ist eine kleinräumig stark unterschiedlich ausgebildete Mischzone von Erosionsprodukten des Hanges und Sedimenten der Ybbs ausgebildet.

3. BISHER DURCHGEFÜHRTE UNTERGRUNDERKUNDUNGEN

Als Untergrunderkundungen wurden bisher Schurfschlitze, Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde, Kern- und Meißelbohrungen sowie geophysikalische Untergrunderkundungen (seismische und geomagnetische Untersuchungen) durchgeführt.

Hydrogeologische Aufnahmen zur Erfassung des Oberflächenabflusses und der Wasserverhältnisse im Gebirge, Inklinometermessungen sind weitere geologische Untergrunderkundungen.

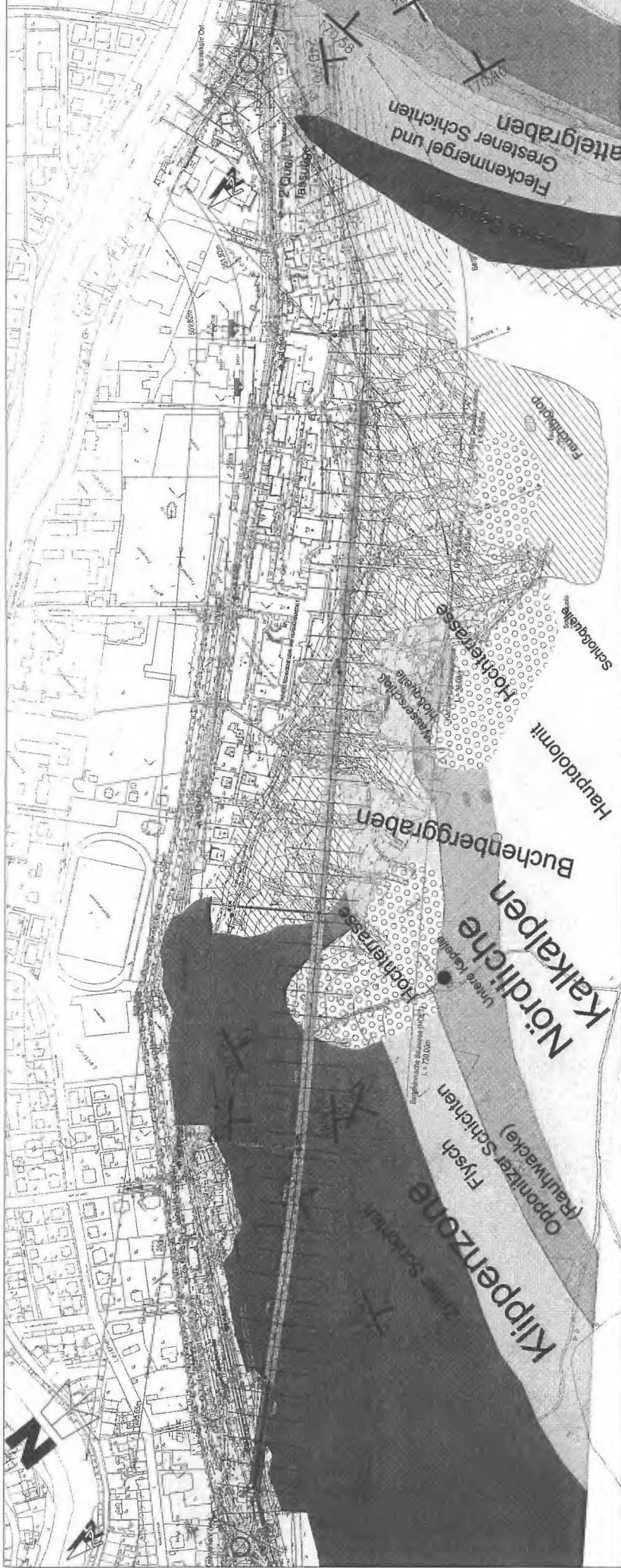
Die geomagnetischen Untersuchungen mit der Förstersonde ergaben Verdachtsstellen (Anomalien) an siebzehn (17) Bereichen, von denen zehn (10) durch die ausführende Firma (Verbundplan) als vermutlich unkritisch bewertet wurden.

Die seismischen Untersuchungen weisen in allen Bereichen einen Dreischichtfall mit unterschiedlich mächtigen Schichten auf.

Schicht	Zuordnung	V_p (m/s)	Mächtigkeit [m]	e-Modul (am Refraktor) [Pa]
0	Verwitterungsschwarte, (Mutterboden, Sande und Kiese)	~ 400 - 500	max. 3-4	
1	ungesättigte Lockermaterialien und lockergesteinsartig zerlegter Fels	500-1300	3 – max. 7	$3 \times 10^8 - 1,1 \times 10^9$
2	aufgelockerter bis kompakter Fels	2500-4000		$9,6 \times 10^9 - 2,7 \times 10^{10}$

Dilatometerversuche weisen in den drei untersuchten Bohrungen überwiegend auf plastische Verformung des Gebirges hin.

Aus geologischer Sicht ist die Durchführbarkeit des Tunnelprojektes möglich, allerdings ist mit besonderer Deutlichkeit auf die überaus heterogenen Gebirgsverhältnisse und die plastischen Eigenschaften der Lockergesteine und des Gebirges hinzuweisen.



LEGENDE

- | | | | | | |
|--|--|--|----------------------------------|--|--------------------------------|
| | Massenbewegung | | Störung/vermutet | | Profil |
| | Hoch-/ Niederterrasse | | Kössener Schichten | | Abriss Massenbewegung/vermutet |
| | Flysch/ | | Rauhwanke Hauptdolomit | | geplante Bohrung |
| | Buntmergelserie | | Hauptdolomit | | |
| | Aptychenschichten/Malm | | Opponitzer Schichten (Rauhwanke) | | |
| | Zeller Schichten (Posidonienschichten) | | | | |

Grundlage: Kartierung TRAUTSCH (1954), Geologische Bundesanstalt (2002) und eigene Aufnahmen

AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG
 GRUPPE STRASSE
 ABTEILUNG AUTOBAHNEN UND SCHNELLSTRASSEN
 PROJEKTMANAGEMENT ZENTRALRAUM

B 31 Ybbstal Straße CITY-TUNNEL WAIDHOFEN/YBBS
 VORSTUDIE BERGMÄNNISCHER TUNNEL

GEOLOGISCHE KARTE
 1:50.000

VERFASSER:
 Ing. Dr. Werner LEITHNER
 Ingenieurkonsultant für Erdwissenschaften (Geologie)
 Diplomierter Umweltingenieur
 Hütteldorfer Straße 200/31
 1140 Wien

Stand: 03. 03. 2006

SEITE: 1

Tunnel Rannersdorf - von der Geotechnik zu optimierten Bauweisen

Dipl.-Ing. B. Schreitl – ste.p

Dipl.-Ing. I. Gartner – ste.p

Stella & Stengel und Partner – ZT GmbH, Wien

1. EINLEITUNG

Der ca. 16 km lange südliche Abschnitt der S1 verbindet den bestehenden Autobahnknoten Vösendorf (A2-Südautobahn und A21-Wiener Außenringautobahn) mit der Anschlussstelle Schwechat (A4-Ostautobahn).

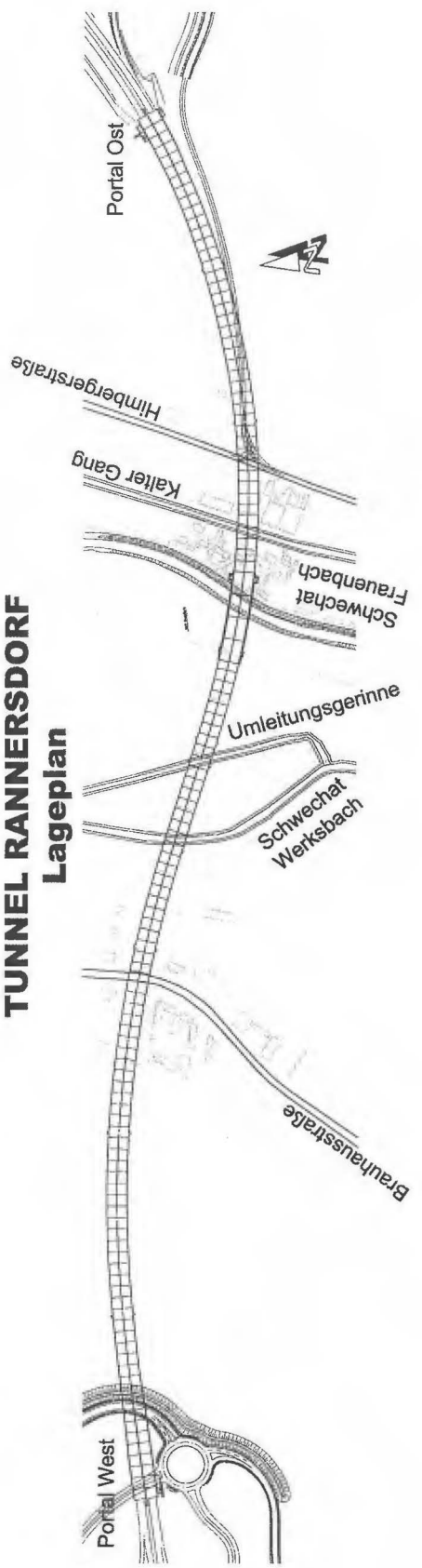
Der Tunnel Rannersdorf bildet mit einer Länge von 1,88 km das Herzstück der S1. Höchste Anforderungen an die weitestgehende Erhaltung der geohydrologischen Situation während der Errichtung und im Endzustand erforderten die Entwicklung einer innovativen Baumethode für den Tunnel in offener Bauweise.

2. GEOLOGIE

Sowohl der westliche als auch der östliche Tunnelabschnitt liegen im Bereich der Hochterrasse (Riß-Eiszeit), während der zentrale Teil des Tunnels die Niederterrasse (Würm-Eiszeit) durchfährt. Die Decke bilden im Westen und Osten mächtige Löss- und Lösslehmlagen, dazwischen prägt die Austufe der Schwechat die oberflächennahen Schichten. Die stark durchlässigen, mitteldicht bis dicht gelagerten quartären Kiese weisen Mächtigkeiten von zumindest 10 m auf, stellenweise kommen sie bis in Tiefen von rund 25 m vor.

In den Bereichen mit der Lössbedeckung westlich der Brauhausstraße und östlich der Humberger Straße treten die Kiese der Hochterrasse auf, die Karbonate und Kristallin führend sind. Der Zusammensetzung entsprechend sind es Kiese der Donau, die damals offensichtlich bis hierher geschüttet hat. Die Kiese zeigen eine fortgeschrittene Verwitterung und sind in korrodierte Karbonate und kaolinisierte Kristallingerollen dokumentiert.

TUNNEL RANNERSDORF Lageplan



Geotechnischer Längenschnitt

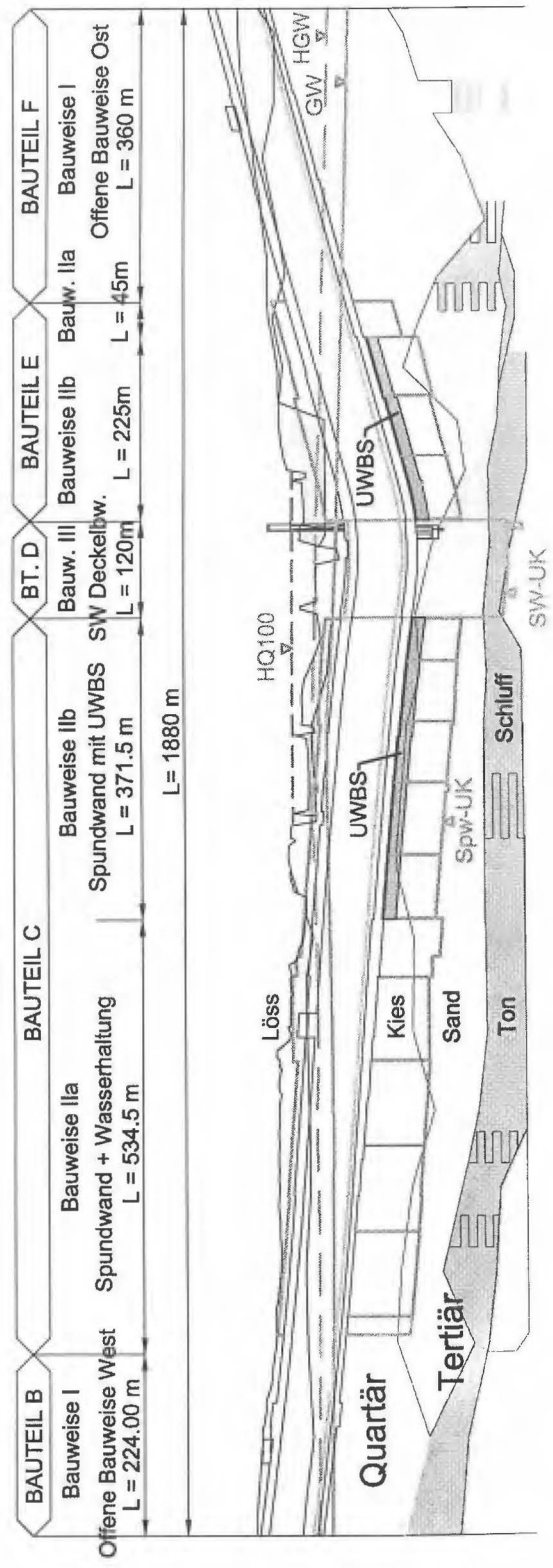


Abb. 1: Tunnel Rannersdorf – Lageplan und Geotechnischer Längenschnitt

Im Bereich der Schwechat ist ein ca. 5 – 6 m mächtiger Kieskörper der Niederterrasse zuzuordnen. Es sind dies fast ausschließlich mittelkörnige, sandige Kiese, die erfahrungsgemäß locker gelagert sind und damit im Gegensatz zu den älteren Kiesen des Projektgebietes stehen. Sie bestehen zu über 90% aus Karbonate und Flyschsandsteinen aus dem Einzugsgebiet der Schwechat westlich des Wiener Beckens.

Das Unterliegende wird durch Sedimente des Tertiärs gebildet, wobei durchlässige Sandschichten (obere Tertiärsande) mit bis zu 10 – 12 m Mächtigkeit unterhalb der quartären Schichten anstehen. Verhärtungszonen (Konkretionen) wurden bereichsweise an der Schichtgrenze zwischen Quartär und Tertiär angetroffen. Eine schluffige bzw. tonige Schicht (Grundwasserstauer) mit einer Stärke von rund 2 – 8 m trennt die oberen Sande von den unteren Tertiärsanden.

Der erste Grundwasserhorizont befindet sich im Kieskörper des Quartärs bzw. in der oberen Tertiärsandschicht und liegt im Bereich der Schwechat aufgrund der Topographie nahe der Geländeoberfläche. Der zum mächtigen Grundwasserreservoir des Wiener Beckens gehörende Grundwasserkörper strömt von Süden nach Norden, womit die Anströmrichtung praktisch normal auf das Tunnelbauwerk erfolgt. Weder während der Bauzeit noch nach Fertigstellung durfte dieser Grundwasserstrom unterbrochen bzw. eingeschränkt werden, womit aus wasserrechtlicher Sicht den Planungen strenge Auflagen zur Aufrechterhaltung der geohydrologischen Verhältnisse zugrunde gelegt worden waren. Weiters trat gespanntes Grundwasser in den unteren Tertiärsanden auf.

3. GEOTECHNIK

Für die geotechnische Beurteilung wurden insgesamt 32 Bohrungen in Abständen von 60 bis 150 m und einer Aufschlusstiefe bis ca. 45 m abgeteuft. Ergänzend wurden 23 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde durchgeführt.

Im östlichen Bereich stehen Lössse mit einer Mächtigkeit von 5,0 m bis etwa 7,0 m an, welche bis zur Brauhausstraße auf 1 m bis 2 m Restdicke abnehmen. Es wurden relativ geringe Rammwiderstände mit n_{10} -Werte < 10 Schläge, häufig sehr geringe n_{10} -Werte < 5 Schläge ermittelt. Die darunter folgenden Quartärschotter ergaben durchwegs n_{10} -Werte über 100 Schläge. Die Tertiär-OK weist Höhenunterschiede bis zu 6 m auf.

Der mittlere Abschnitt ist geprägt durch die Talniederung des Schwechattales mit dem Schwechat-Werksbach, dem Umleitungsgerinne, dem Schwechat-Frauenbach als Hauptgerinne und dem Kalten Gang. Unter geringmächtigen Deckschichten folgen Quartärschotter mit Schichtdicken zwischen ca. 10 und ca. 18 m. Darunter stehen die Tertiärsedimente als Abfolge von „oberen Tertiärsanden“, Tonen und tonigen Schluffen als echte Stauerschicht sowie „unteren Tertiärsanden“ an.

Die Rammsondierungen ergeben ab ca. 3,50 Tiefe eine mitteldichte Lagerung der „Quartärschotter“, ab etwa 6 m steigt die Lagerungsdichte rasch auf dichte bis sehr dichte Lagerung (n_{10} -Werte >100 Schläge).

In den tertiären Schichten wurden in Tiefen, die der Lage einer angedachten tiefliegenden Variante eines bergmännisch aufzufahrenden Tunnel entsprach, Dilatometerversuche hinsichtlich Steifigkeits- bzw. Verformungsverhalten durchgeführt. Die stark vorbelasteten („überverdichteten“) Schlufftone sind sehr steif bis halbfest bzw. gering bis sehr gering verformbar.

Im westlichen Abschnitt wird die Deckschichte (Löss) wieder mächtiger. Die Quartärschotter erreichen in diesem Bereich durch eine tiefere Rinne in der Tertiäroberfläche ihre größte Mächtigkeit. Die Rammsondierungen zeigen ebenso mitteldichte bis dichte Lagerung der Quartärschotter.

Letztendlich lassen sich die für die Errichtung des Tunnelbauwerkes relevanten Bodenschichten geotechnisch mit ihren bodenmechanischen Rechenwerten wie folgt zusammenfassen:

Schicht	γ [KN/m ³]	γ' [KN/m ³]	φ [°]	c [KN/m ²]	Es [MN/m ²]
Löss- und Lösslehmdeckschichten	19,0	--	27,5	5,0	5-7
Quartärschotter	22,0	12,5	37,5	0	60-80
tertiäre Sande	19,0	10,0	30,0	0	10-20
tertiäre Schluffe und Tone	21,0	11,0	27,5	20	5-10

4. PROJEKTIERUNG

4.1 Tunnelbautechnische Studien

Wegen zahlreicher Grundwasserentnahmen im Schwechattal, aber auch wegen eines allfälligen Anstauens von Altlasten, war die Grundwassersituation bei allen Planungsüberlegungen genau zu berücksichtigen. Eine der wesentlichsten Rahmenbedingungen aus der Hydrogeologie war die möglichst geringe Beeinflussung des Grundwasserstromes sowohl während der Bauzeit als auch im Endzustand.

Im Generellen Projekt 1994 wurde für die Schwechattalquerung einerseits ein Tunnel in bergmännischer Bauweise (Hydroschild) mit einer tiefliegenden Nivellette, andererseits eine offene Bauweise mit einer möglichst seichten Gradienten untersucht, welche die Absiedlung von 22 Objekten notwendig machte.

Aufgrund dieser kontraversiellen Lösungsansätze wurde von der ÖSAG 1996 eine europaweite Interessentensuche für die Erstellung einer tunnelbautechnischen Studie für den Tunnel Rannersdorf ausgeschrieben. Von insgesamt 23 Interessenten wurden 8 Ingenieurbüros für ein Hearing ausgewählt. Mit der Ausarbeitung ihrer beim Hearing vorgestellten Projektideen wurden folgende Teams beauftragt:

- Ingenieurbüro Bösch & Gebauer, München
- ARGE Studie Tunnel Rannersdorf (Büros Strobl, Intergeo)
- Ingenieurbüro Stella & Stengel, Wien

Das Ergebnis der Studien zeigte eindeutig, dass bei den hydrogeologischen Rahmenbedingungen die offene Bauweise trotz Ablöse von 22 Objekten bei weitem wirtschaftlicher als ein Schildvortrieb oder eine kombinierte Lösung (offene Bauweise mit kurzen bergmännischen Abschnitten unter Bebauung) ist. Es wurde letztendlich vom Auftraggeber der innovative Ansatz einer geführten Senkkastenbauweise als kostengünstigste Variante zur Weiterbearbeitung ausgewählt.

4.2 Ausschreibungsentwurf

Der 1880 m lange Tunnel Rannersdorf gliederte sich in folgende Abschnitte:

- Offene Bauweise West, Länge ca. 230 m
- Senkkastenbauweise West, Länge ca. 900 m (60 Senkkästen)
- Schlitzwandbauweise unter dem Frauenbach auf einer Länge von ca. 120 m
- Senkkastenbauweise Ost, Länge in Südröhre ca. 270 m (18 Senkkästen)
- Offene Bauweise Ost, Länge ca. 360 m

Die Tunnelröhren in Senkkastenbauweise für die beiden Richtungsfahrbahnen werden getrennt hergestellt und verlaufen parallel in einem Abstand von ca. 5 m (Erdkern zwischen den beiden Röhren). Vorgefertigte Wandelemente werden bei dieser Bauweise paarweise, alternierend mit dem Aushubvorgang, abgesenkt. Die Wandelemente werden temporär durch Aussteifungsrohre auf Distanz gehalten und durch diagonale Zugbänder verspannt.

Ein Absenkwagen führt die Wandelemente eines Blockes (Regelabstand 15 m) beim Absenkvorgang. Dammbalken verschließen das abzusenkende Element an der Stirnseite und ermöglichen unterschiedliche Wasserspiegellagen innerhalb der bereits hergestellten Senkkastenstrecke.

In den Wandelementen wird für den wasserdichten Anschluss der Sohlplatte eine 20 cm tiefe und 70 cm hohe Aussparung hergestellt. Darunter sind die Schneiden für die Senkkästen ausgebildet, deren Spitzen aus Stahlblechen geformt sind. Es wird eine bewehrte Unterwasserbetonsohle, welche die Auftriebskräfte in die Wände weiterleitet, mit einer Stärke von 1,20 m bis 1,50 m ausgeführt.

In den tieferen Abschnitten erfordern die höheren Auftriebskräfte zusätzlich eine lotrechte Verankerung der Wandelemente mittels Litzenanker.

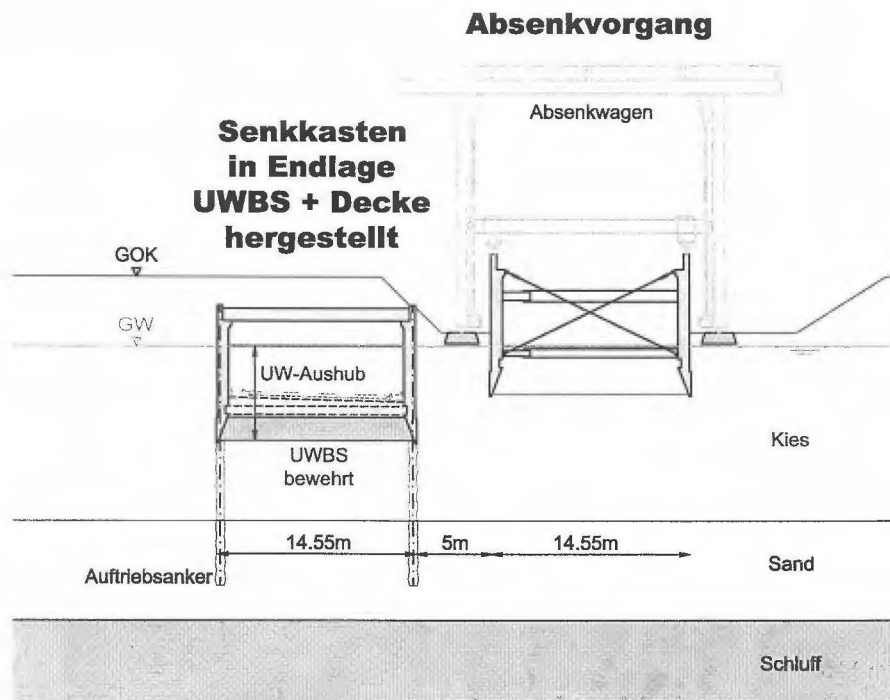


Abb. 2: Ausgeschriebene Senkkastenbauweise

Die Decke wird auf Schaleinheiten auf Lücke betoniert, um die Aussteifungsrohre nach dem Lenzen der Baugrube ausbauen und in den folgenden Abschnitten wieder einsetzen zu können.

Die wasserdichte Ausführung der Sohlplatte wird in ca. 15 m langen Abschnitten analog zu den Wandelementen ausgeführt. Die 60 cm starke Sohlplatte ist an den Wandelementen über 20 cm tiefe Aussparungen als Auflager gelenkig angeschlossen und wird über eine zugfeste Verbindung mit der Unterwasserbetonsohle zwecks Aktivierung gegen Auftrieb verbunden.

Die Querung des Hauptgerinnes der Schwechat (Frauenbach) und des zugehörigen Vorlandbereiches, der von Hochwasserschutzdämmen begleitet wird, erfolgt mit einem zweischaligen Tunnelbauwerk in Schlitzwandbauweise. Lage und Länge des Schlitzwandkastens ergibt sich vor allem aus der Breite des zu querenden Vorlandbereiches des Frauenbaches in 2 Bauphasen. Die Baugrubensicherung erfolgt mit Schlitzwänden, die in den Stauer einbinden. Der Tunnel kann daher im Schutze einer Grundwasserhaltung errichtet werden.

4.3 Semifunktionale Ausschreibung, Alternativenbote

Da es für die Senkkastenbauweise keine baupraktischen Erfahrungen gab und die Ausführung des Amtsprojektes daher ein beachtliches zusätzliches Risiko für den Auftraggeber darstellte, wurde die Ausschreibung wie folgt unterteilt:

- Für die Herstellung der Tunnel in offener, geböschter Baugrube (offene Bauweise West und Ost) sowie für die Schlitzwanddeckelbauweise wurde nach einem klassischen Einheitspreisvertrag mit Leistungspositionen ausgeschrieben.
- Die Senkkastenbauweise West und Ost wurde funktional ausgeschrieben.

Der ÖSAG-Entwurf war nicht zwingend anzubieten, es wurden Alternativentwürfe erwartet bzw. waren schlussendlich erwünscht.

Wesentliche Kriterien für die Gleichwertigkeit von Alternativentwürfen waren das Grundwasserausgleichssystem für Bau- und Endzustand sowie die Vorgaben aus der wasserrechtlichen Bewilligung des Amtsentwurfes. Besonders zu beachten im Zusammenhang mit der Hochwassersituation der 4 querenden Gerinne waren die stark wechselnden Grundwasserstände, welche zu Schwierigkeiten in der Bauabwicklung führen könnten.

Im Amtsprojekt wurde der Grundwasserstrom über einen wesentlichen Abschnitt der Tunnellänge nur über die geringstmögliche Höhe (rechteckiger

Tunnelquerschnitt zuzüglich ca. 2 m für die Unterwasserbetonsohle + Schneidenüberstand) eingeengt. Auch im Bauzustand ergaben sich keine weiteren Einschränkungen durch einen tiefer in den Untergrund reichenden Baugrubenverbau.

Damit der vor Beginn der Baumaßnahmen vorhandene Grundwasserstrom auch während der Durchführung der Bauarbeiten und nach Fertigstellung der Tunnelbauwerke weitgehend ungehindert aufrechterhalten werden konnte, war ein Grundwasserausgleichssystem für den Bau- und Endzustand vorgesehen. Unter der Voraussetzung, dass der Aufstau des Grundwassers im Zustrombereich und die Absenkung des Grundwasserspiegels im Abstrombereich des Tunnels gegenüber dem Urzustand minimiert werden sollte, wurde anhand von Modellberechnungen ermittelt, wie das Grundwasserausgleichssystem entlang der gesamten Tunnelstrecke für Bau- und Endzustand entsprechend zu dimensionieren war.

Die ARGE STRABAG – ZÜBLIN wurde mit dem Alternativentwurf Spundwandbauweise mit verankerter Unterwasserbetonsohle, ausgearbeitet vom Büro **ste.p** im Auftrag der ARGE, als technisch und wirtschaftliches Optimum beauftragt.

Abgesehen von den seichten Bereichen am Anfang und am Ende des Tunnels, in welchen das Bauwerk mit geböschten Baugruben hergestellt wurde, erfolgte die Errichtung des Tunnels größtenteils im Schutze von umschlossenen, mittels Totmann-Konstruktion zurückverankerten Spundwandträgern. Eine technisch-wirtschaftliche Optimierung der Baugrubensicherung ergab, dass die Spundwände nicht bis in die stauenden Schichten des Tertiärs reichen, sondern in den Bereich der durchlässigen tertiären Sande und lokal auch darüber in den quartären Kiesen einbinden. Um eine trockene Baugrube zu ermöglichen, war folglich eine begleitende Grundwasserhaltung mit innen liegenden Brunnen erforderlich. In den tiefen Tunnelabschnitten wurde anstelle der Grundwasserhaltung eine verankerte Unterwasserbetonsohle hergestellt, womit einerseits eine Abdichtung der Sohle erfolgte und andererseits die Spundwände eine Aussteifung im Sohlbereich erhielten, wodurch wiederum eine Optimierung der Spundwandlängen ermöglicht wurde.

Spundwand mit UWBS

fertig in Bau

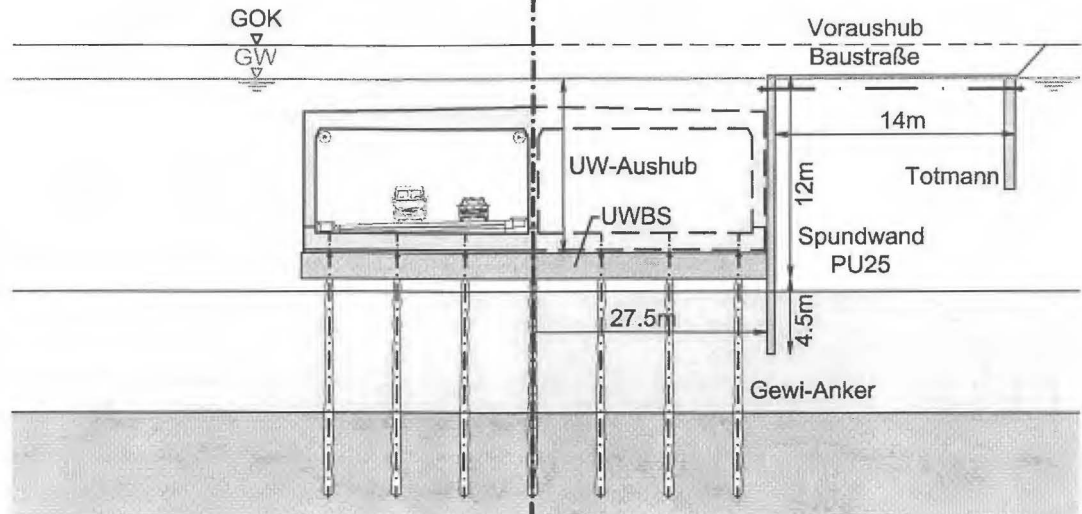


Abb. 3: Alternativentwurf Spundwandbauweise mit Unterwasserbetonsohle

Aufgrund der erforderlichen Umlegung des Schwechat-Frauenbaches sowie der Herstellung einer Gewässerschutzanlage am tiefsten Punkt des Tunnels wurde das Bauwerk an dieser Stelle vorlaufend in Schlitzwanddeckelbauweise errichtet. Nach Fertigstellung des Deckels wurde der umgelegte Frauenbach wiederum in die ursprüngliche Lage verlegt.

5. AUSFÜHRUNG

5.1 Herstellung der Spundwandtröge

Die Herstellung der Spundwände erfolgte mit 16,5 m langen Spundbohlen (Profil PU25), die mit einem speziellen Vibrationsbären (variable Frequenz- und Schwingweitereinstellung) mäklergeführt eingebracht wurden. Durch eine Vorbohrung mit einer Schnecke (Durchmesser 800 mm) bis in eine Tiefe von 14 m konnte der Boden vorab aufgelockert werden, um das Einbringen der Spundbohlen zu beschleunigen und Erschütterungen zu minimieren. Mögliche Verhärtungszonen an der Grenzfläche zwischen quartären Kiesen und den oberen Tertiärsanden wurden gleichzeitig durchstoßen. Die aus Stahlrohren bestehenden Totmänner wurden ebenfalls in den Boden eingerüttelt, jeweils

zwei Totmänner dienten zur Aufnahme der mittels Zugstange übertragenen oberen Auflagerkraft der Spundwand.

Im Zuge der Einbringung jeder einzelnen Spundbohle wurden von einem auf dem Rammgerät installierten Messwerterfassungssystem folgende Parameter automatisch und kontinuierlich in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet:

- Rammtiefe
- Rammgeschwindigkeit
- Hydraulischer Druck des Vibrationsbären
- Injektionsdruck bei zusätzlicher Niederdruckspülung
- Durchfluss bei zusätzlicher Niederdruckspülung
- Frequenz des Vibrationsbären
- Abweichung von der Vertikalen in x- und y-Richtung

Eine durchgehende Dokumentation der Spundbohleneinbringung bildete somit die Basis für das Qualitätssicherungssystem der Spundwandherstellung und lieferte wertvolle Hinweise in Bezug auf Bodeneigenschaften, Herstellungsläufe und die Vertikalität der Spundbohlen bereits unmittelbar nach dem Einbringen.

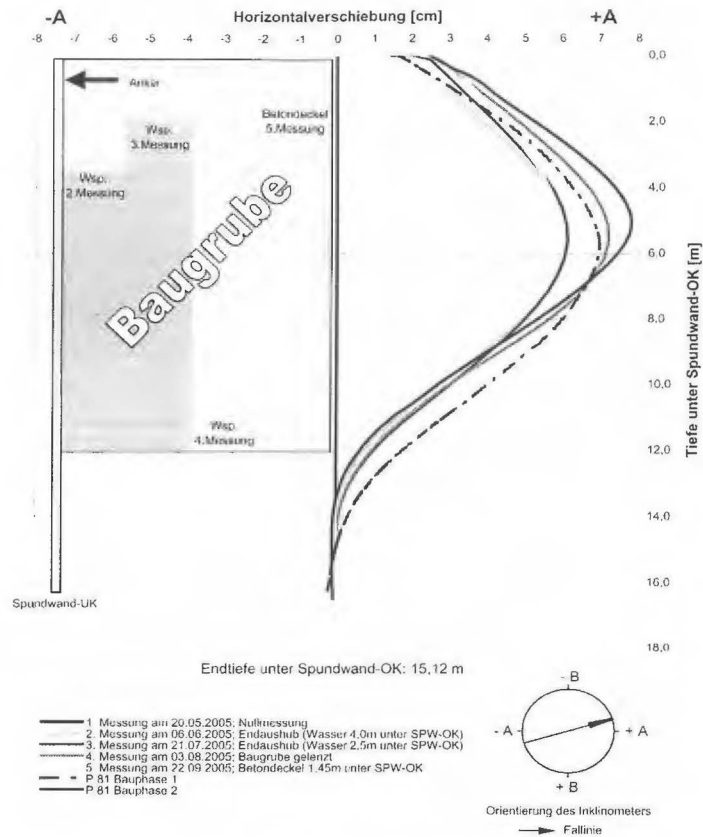
Ein umfangreiches geotechnisches Mess- und Dokumentationsprogramm umfasste folgende Maßnahmen:

- Automatische Messwerterfassung im Zuge der Spundbohleneinbringung
- Schwingungs- und Erschütterungsmessungen
- Dokumentation der Bodenparameter und der Grundwasserverhältnisse
- Inklinometermessungen
- Geodätische Messungen

Inklinometerrohre wurden in speziell vorbereiteten Spundbohlen versetzt; Messungen erfolgten nach dem Aufbringen des Totmann-Spanngliedes, nach dem Endaushub und nach Fertigstellung des Bauwerkes. Die rechnerisch ermittelten Spundwandverformungen sowie deren Verlauf konnten durch die Messungen bestätigt werden.

INKLINOMETERMESSUNG

S1-Tunnel Rannersdorf
Trog 11 - Südseite
Inklinometer bei Spundbohle 2141
Summenliniendarstellung
relative Lage zur Nullmessung



Univ.Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Adam - Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen

TR-Trog11-Sust-step-b.xls / 12.06.2006

Abb. 4: Spundwandverformungen Rechnung - Messung

5.2 Grundwasserhaltung

Da in den Trögen ohne UWBS keine Sohlabdichtung vorgesehen war, musste der Grundwasserspiegel so weit abgesenkt werden, dass in einer trockenen Baugrube das Tunnelbauwerk errichtet werden konnte. Dazu wurden in Abhängigkeit der Aushub- bzw. der Absenktiefe zwischen 4 und 6 Pumpbrunnen je Trog im Regelfall bis in den Bereich der Spundwandunterkante hergestellt. Sämtliche Brunnen mit einem Bohrdurchmesser von 419 mm und einem Innendurchmesser (Filterrohr) von 200 mm wurden innerhalb eines Troges in den Tälern der südseitigen Spundwand angeordnet (Anströmrichtung). Zusätzlich wurden Beobachtungspegel an der nordseitigen Spundwand herge-

stellt. Das Pumpwasser wurde mit Hilfe eines Rohrleitungssystems gesammelt und in den die Tunneltrasse querenden Frauenbach mit der wasserrechtlich genehmigten Dotationsmenge eingeleitet bzw. in die eigens hergestellten Versickerungsgräben wieder dem Untergrund zugeführt. Wasserstandsmessungen an Pegeln außerhalb der Tröge dienten zur Überwachung der Einhaltung von wasserrechtlichen Auflagen.

Der Schichtaufbau des Bodens wurde anhand der Bohrprofile für die Brunnenbohrungen dokumentiert. Bodenphysikalische Untersuchungen von Proben aus den diversen Bohrungen dienten primär zur Ermittlung der Durchlässigkeit der quartären Kiesschichten und der Tertiärsandschichten, womit eine wirtschaftliche Auslegung der Brunnen erfolgen konnte.

5.3 Unterwasserbetonsohle

Nach dem Unterwasseraushub wurden die Spundwandsicken von Tauchern mit einem Hochdruckwasserstrahl gereinigt und der am Boden verbleibende Restschlamm mit einer Tauchpumpe abgesaugt. Anschließend erfolgte die Vermessung der Aushubsohlenhöhe durch Lotung und eine eventuelle Nachbesserung. Nach Freigabe des Planums wurden die GEWI-Pfähle von einem Ponton aus gebohrt. Während der Bohrarbeiten wurde von den Tauchern laufend überprüft, ob die Sohle schlammfrei war, um ein Absetzen der Zementsuspension auf dem Schlamm zu verhindern. Die Ankerkopfplatten wurden von den Tauchern händisch auf das GEWI-Pfahlgewinde geschraubt und höhenmäßig eingemessen.

Sobald die Arbeiten an den GEWI-Pfählen im Trog abgeschlossen waren, erfolgte nochmals ein Kontrolltauchgang. Bei ordnungsgemäßer Ausführung wurde mit der Betonage der UWBS begonnen. Dabei wurden in einer Tag - Nachtschicht ohne Unterbrechung ca. 3.500 m³ C16/20 betoniert. Die Betonage erfolgte über zwei Betonpumpen, die den Beton über ein auf einem Ponton befestigtem Schüttrohr einfüllten. Der Betoniervorgang erfolgte kontinuierlich von einer Seite beginnend. Nach dem Erreichen der erforderlichen Unterwasserbetonstärke wurde der Ponton im Trog weiter gezogen. Der über das Schüttrohr eingebrachte Beton breitete sich auf der Sohle walzenförmig aus, dabei schob er den inzwischen durch die Feinteile im Wasser neu am Boden gebildeten Restschlamm vor sich her. Dieser Schlamm wurde von den Tauchern während der UW-Betonage mit einer Pumpe abgesaugt, um das Risiko von Schlammeinschlüssen in der UWBS zu minimieren. Für die Aushärtung der UWBS waren ca. 4 Tage notwendig. Danach konnte mit dem Lenzen begonnen werden.



Abb. 5: Gelenzter Spundwandtrog mit verankerter Unterwasserbetonsohle

Im Zuge der Herstellung der UWBS wurden folgende Parameter laufend dokumentiert:

- Messprotokoll für die Aushubhöhen
- Protokoll für richtige Höhenlage der Ankerkopfplatten
- Messung des Wasserstandes während des Betoniervorganges
- Kontrolle der Betonqualität
- Herstellung von Probewürfeln für die Druckfestigkeitsuntersuchung

Ergänzend zur laufenden Überprüfung der Herstellungsparameter im Zuge der Einbringung der GEWI-Pfähle und der UWBS wurden die Hebungen der UWBS nach dem Lenzen der Tröge ermittelt.

Das Reinigen der Unterwasserbetonsohle vom restlichen Schlamm stellte die letzte Phase vor der Herstellung des Tunnelbauwerks dar. Bevor mit dem vollhydraulischen Stahlschalwagen die Wände und Decken nach der Richtlinie „Weiße Wannan“ in 15 m langen Betonierabschnitten in einem Guss betoniert werden konnten, wurden die Bodenplatten im Vorlauf hergestellt.

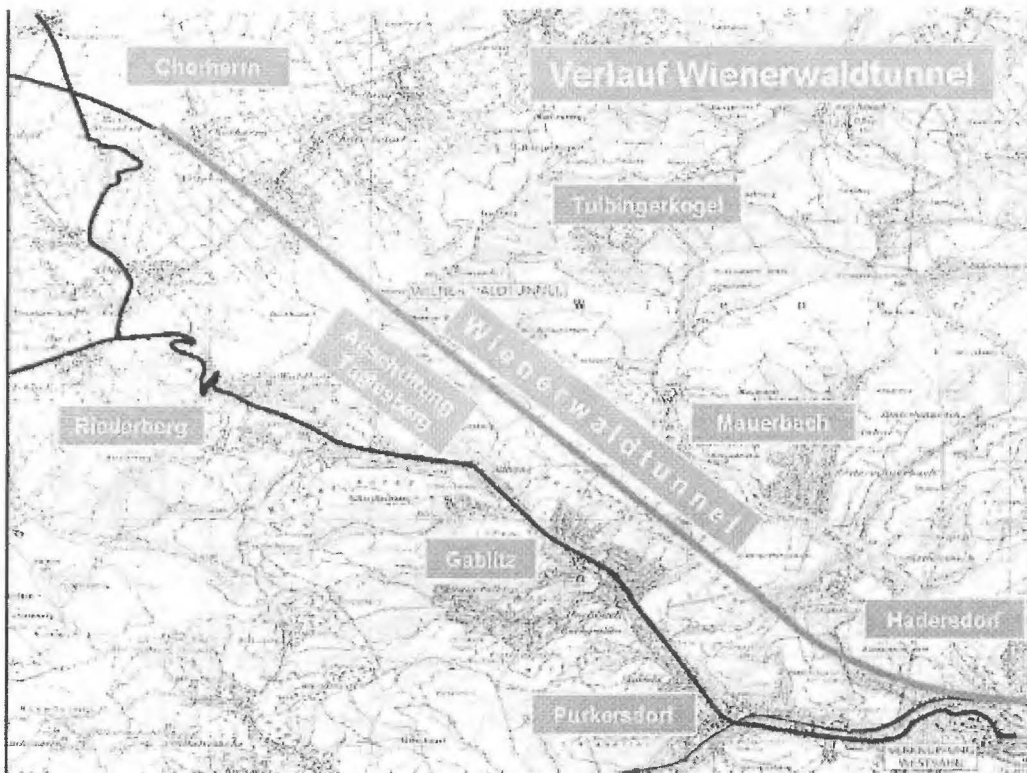
Bisherige baugelologische Erkenntnisse aus den Vortrieben Wienerwaldtunnel

Dipl.-Ing. Andreas Bilak

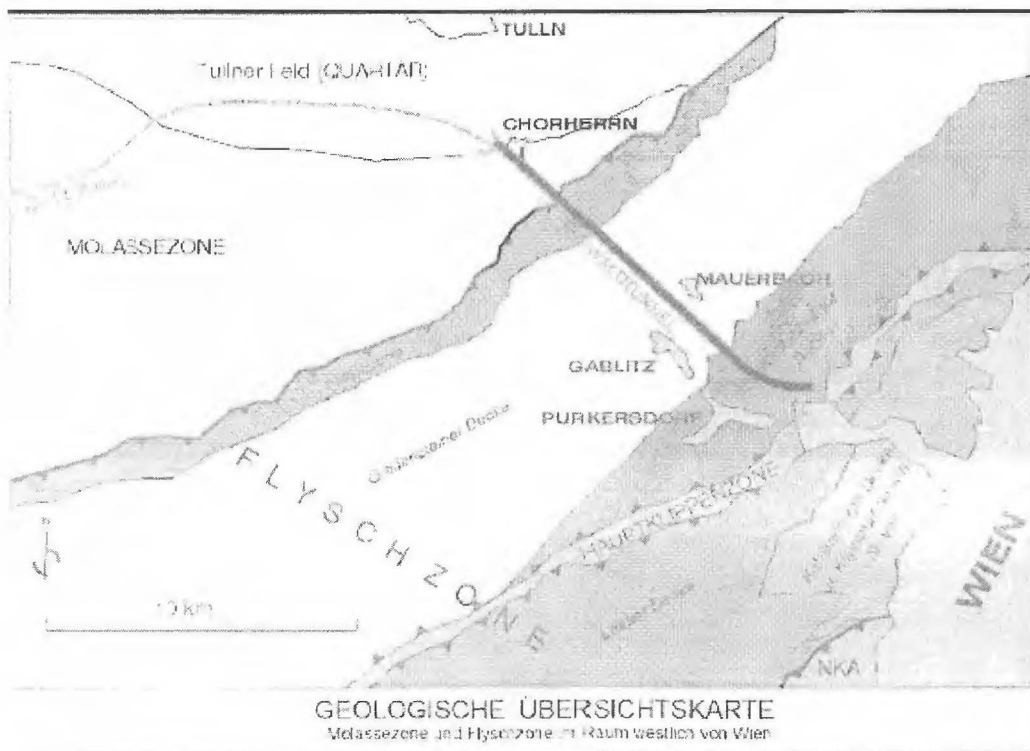
Der Wienerwaldtunnel, welcher einen Teil der Neubaustrecke Wien–St.Pölten darstellt, verläuft auf einer Länge von ca. 13,35 km von der Wiener Stadtgrenze im Bereich Hadersdorf – Weidlingau im Osten bis nach Chorherrn im Westen. Aufgrund seiner Länge wird er von 2 Seiten vorgetrieben. Der Vortrieb im Osten (einröhrig) erfolgt nach der NÖT (Neue Österreichische Tunnelbaumethode), die beiden Vortriebe (2 Röhren) im Westen mittels zwei Hartgesteinsschildmaschinen (TVM_S).

Die Tunnelröhren durchörtern Gesteine der zwei großen geologischen Einheiten der Flyschzone und der Molassezone. Bis im August 2006 waren im Ostvortrieb ca. 1 km Tunnel, in den zwei Westvortrieben ca. 3,3 km bzw. 2,2 km aufgefahren.

Das unterschiedliche Löse- und Ausbruchverhalten, die Verformungswilligkeit des Gebirges und die Schwierigkeiten der stark wechselnden Verhältnisse in den verschiedenen Lithologien der Flysch- und der Molassezone, verbunden mit den zwei unterschiedlichen Vortriebsmethoden, lieferten bisher wertvolle baugelologische Erkenntnisse für zukünftige Vortriebe unter ähnlichen Bedingungen.

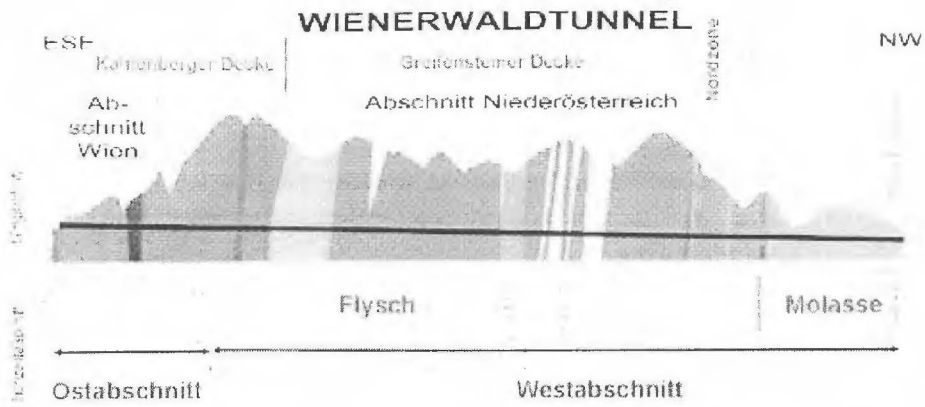


Lage Wienerwaldtunnel

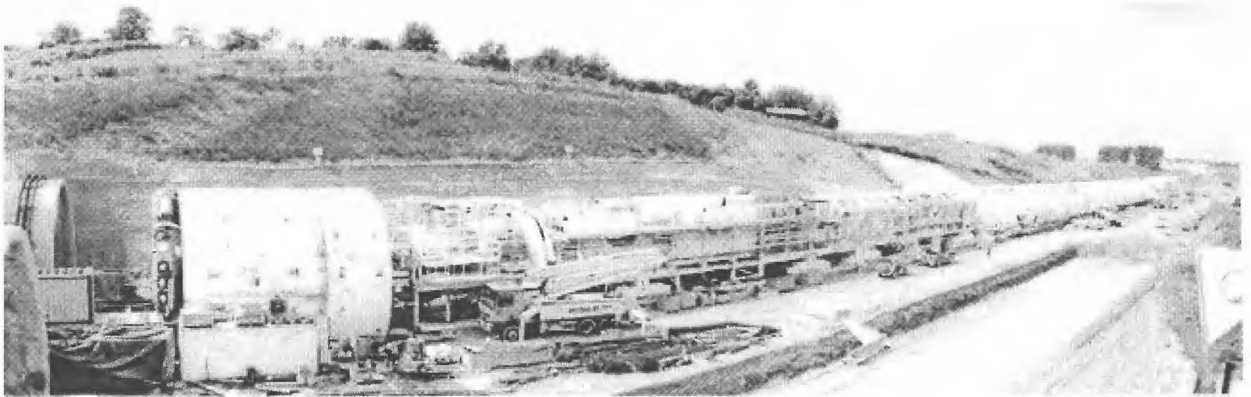


Geologischer Überblick des Projektgebietes

Ge



Geologischer Aufbau



TVM-S – Hartgesteinschildmaschine West-Vortrieb



Vortrieb Ulmenstollenstrecke Ost-Vortrieb

Bahnausbau Wien/Meidling – St.Pölten

Abschnitt West - Tunnelkette Perschling

Mag. Christian Goritschnig

1. EINLEITUNG

Im Rahmen des Ausbaus der Westbahn liegt die Tunnelkette Perschling im westlichsten Abschnitt dieser Neubaustrecke. Insgesamt umfasst diese Strecke einen Bereich von Diendorf bis nach St. Pölten mit einer Streckenlänge von 12,6km, welcher für eine Geschwindigkeit von 200km/h ausgelegt worden ist. Dieser Abschnitt ist in insgesamt 11 Baulose unterteilt und enthält neben den Freilandstrecken auch drei Tunnelbauwerke mit insgesamt 7,4km, weiters werden zwei Brückenbauwerke, 11 Sicherheitsausstiege - Schächte mit maximal 42m Tiefe sowie Zugangsstollen zu den Haupttunneln-, eine Wildbrücke sowie mehrere neu zu errichtende Verkehrswege gebaut.

Die drei Tunnelbauwerke, der Reiserbergtunnel mit 1370m, der Stierschweifeldtunnel mit 3293m und der Raingrubentunnel mit 2775m werden in kontinuierlicher Bauweise mit einer Tunnelbohrmaschine mit der Firma Herrenknecht gebaut. Die Tunnelbohrmaschine, eine Hartgesteinsmaschine im Schild, hat einen Durchmesser von 13,03m, ein Gewicht von 1.520t ist insgesamt 90m lang und arbeitet bei 3,5 U/min mit einer Antriebskraft von maximal 49 MW.

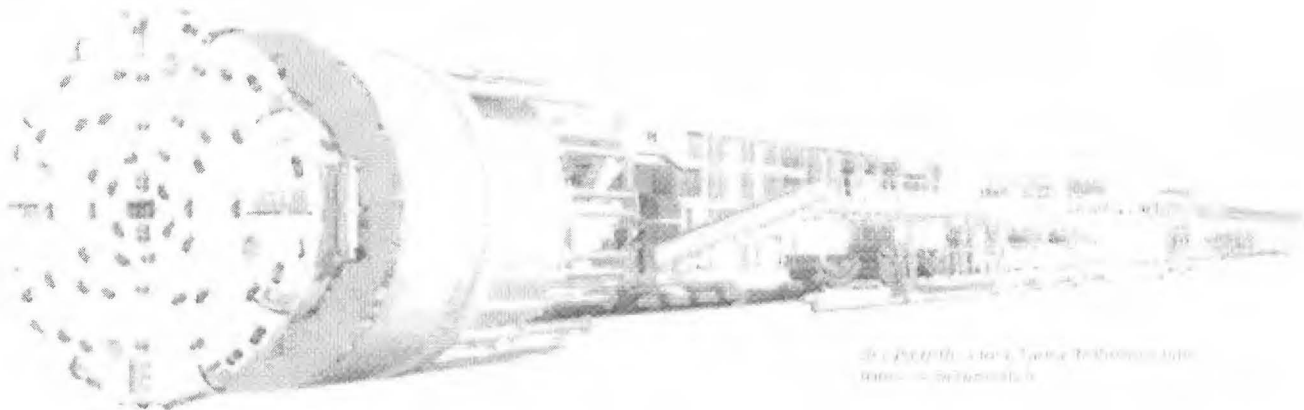


Abbildung 1: Aufbau der Tunnelbohrmaschine

2. GEOLOGIE DES PROJEKTGEBIETES

Regionalgeologisch liegt das gegenständliche Projektgebiet im niederösterreichischen Anteil der miozänen Molassezone. Hier setzte die Sedimentation im Oberoligozän (28,5 Mio. Jahre) ein und wurde während des Obermiozäns (10 Mio. Jahre) abgeschlossen. Die hier angetroffenen Abfolgen der Molasse wurden etwa vor 17,5 Mio. bis 19,0 Mio. Jahren abgelagert.

Das Projektgebiet, welches die Hügelketten östlich von St. Pölten, beiderseits des Perschlingtales bis an den Rand des südlichen Tullnerfeldes einnehmen, wird aus den so genannten **Oncophoraschichten**, welche bis zu 885m mächtig sind, aufgebaut.

Kennzeichnend für die Oncophoraschichten, sind, aufgrund ihrer Ablagerungsbedingungen, eine zum Teil intensive Wechsellagerung von Sandsteinen mit Schluff-/Tonsteinen mit im mm-Bereich fein laminierten bis zu mehreren Metern mächtigen Lagen. Aufgrund ihres lithologischen Charakters und Wechselhaftigkeit werden die Oncophoraschichten in drei verschiedene Lithofaziestypen unterteilt:

- Abfolge mit Sandsteinvormacht
- Wechselfolge aus Sandstein- und Schluff-/Tonsteinlagen
- Abfolgen mit Schluff-/Tonsteinvormacht

Die tertiären Molassesedimente werden im Projektgebiet über weite Strecken von quartären Ablagerungen überlagert. Diese setzten sich aus wenigen Metern bis über 10 Meter mächtigen Lösslehmen zusammen. Weiters finden sich im Nahbereich der Traisen und Perschling auch Sand und Kiesablagerungen, sowie sandig lehmige Auablagerungen

Tektonische Stellung des Projektgebiets:

Die Molassezone wird von Nord nach Süd in drei tektonische Einheiten untergliedert:

- Ungestörte Molasse / Vorlandmolasse
- Gestörte Molasse / Verfaltungszone
- Subalpine Molasse (überschobene Molasse)

Entsprechend der Lage dieser tektonischen Einheiten kommt das Projektgebiet zur Gänze in der ungestörten – bzw. Vorlandmolasse zu liegen, wobei die Oncophoraschichten generell flach gelagert sind, bzw. sehr leicht nach Nordost hin einfallen.

3. ÜBERSICHTSFOTOS DER BAUSTELLE



Foto 1: Abbohren des Rohrschirmes, Portalwand West des Reiserbergtunnels

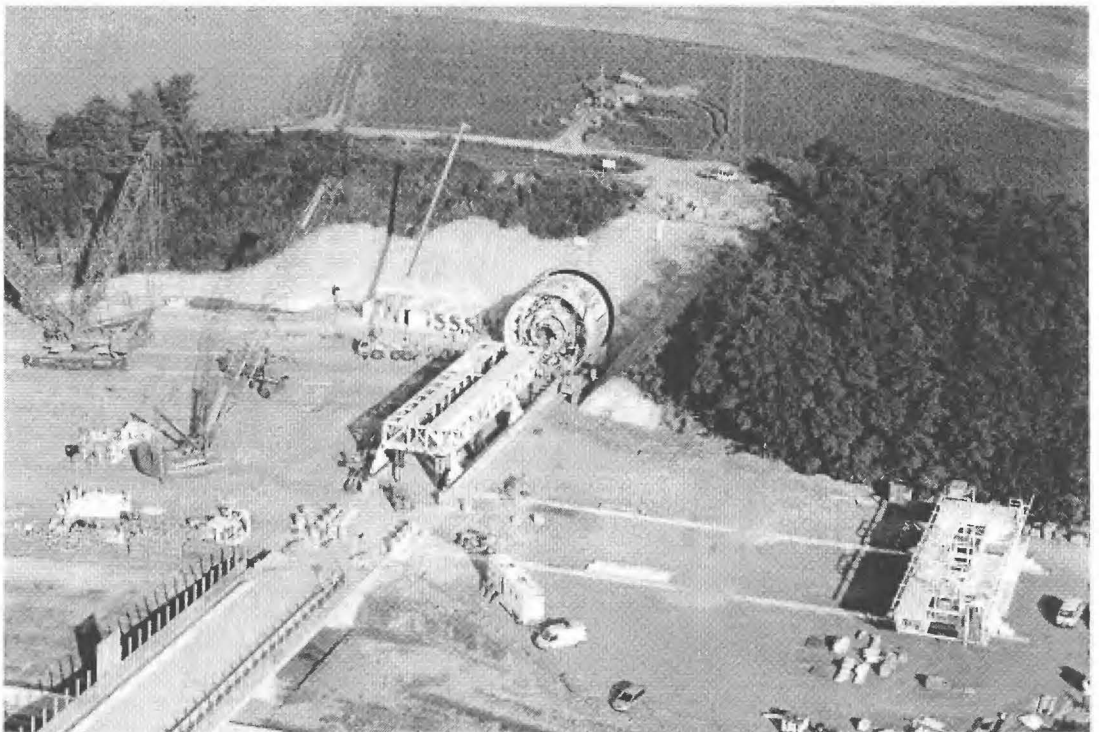


Foto 2: Montage der Tunnelbohrmaschine, Stierschweifeldtunnel West

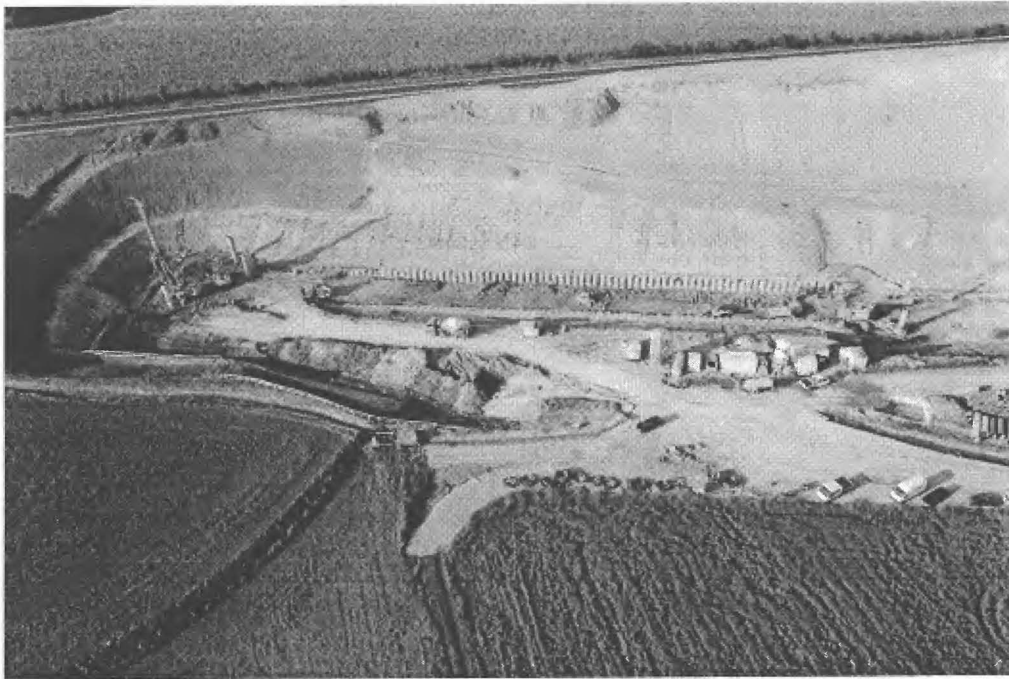


Foto 3: Portal Raingrubentunnel West während des Abteufens der Bohrpfähle, diese sind Teil der Deckelbauweise in diesem Abschnitt

4. ÜBERSICHTSFOTOS DER ANGETROFFENEN GEOLOGIE

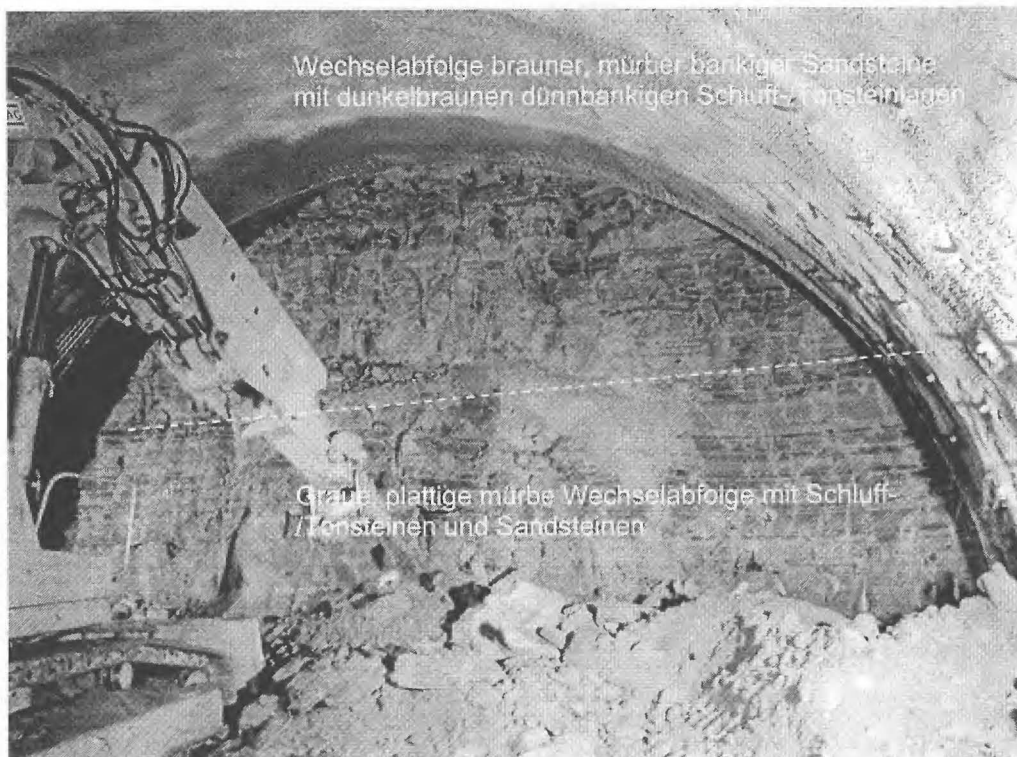


Foto 4: Typische tertiäre Gesteinsabfolge angetroffen während des Vortriebs der Startstrecke Reiserbergtunnel West

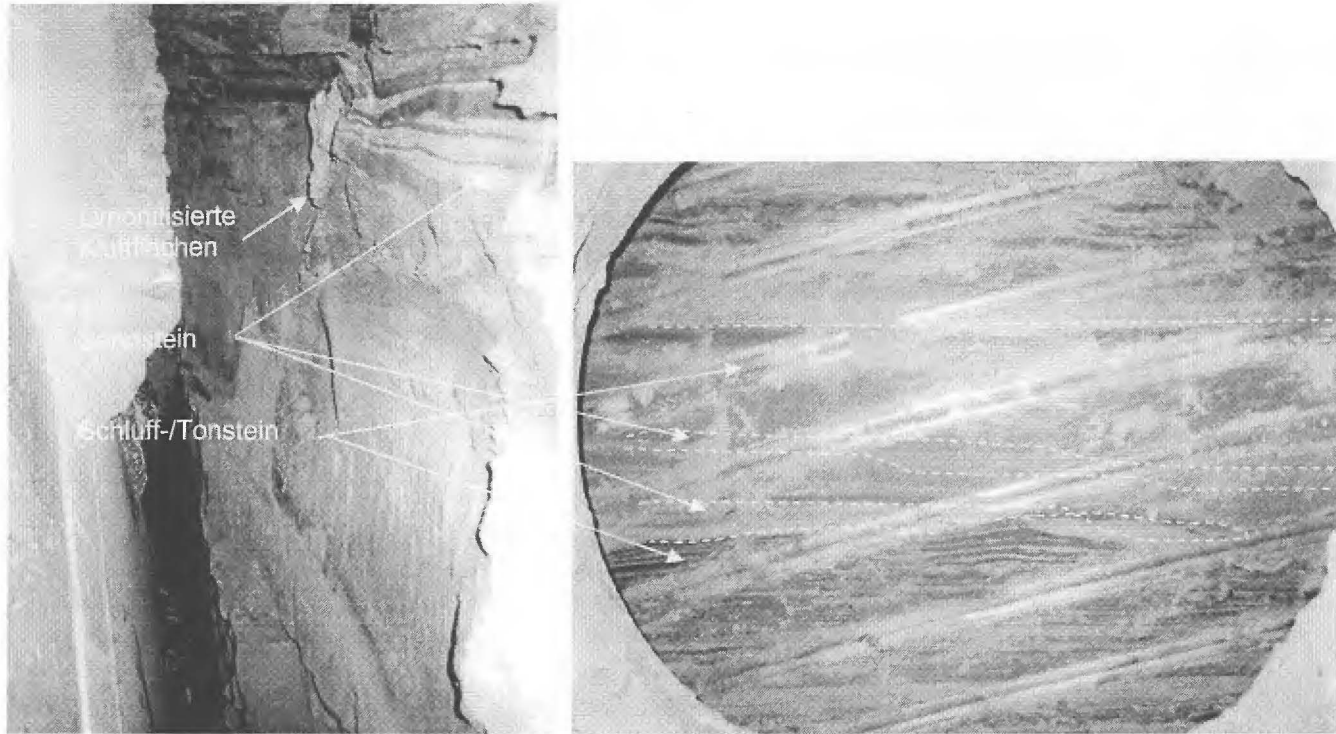


Foto 5 und 6: Gebirge im Ortsbrustbereich, Stierschweifeldtunnel, Verwitterte Wechselabfolge im Firstbereich bestehend aus Sandsteinen und Schluff-/Tonsteinen mit limonitisierten Trennflächen.

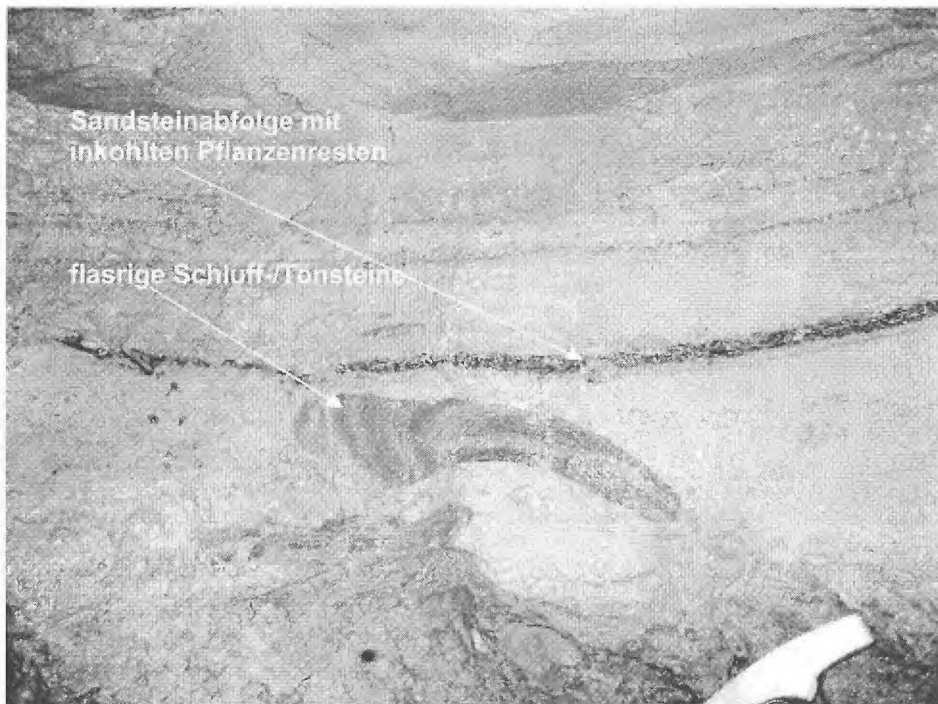


Foto 7: Geologie innerhalb eines der Sicherheitsausstiege, hier SA 3, Schacht auf 11,5m Tiefe



Foto 8: Boulders im Freilandbereich, hier innerhalb massiger, strukturloser mürber Sandsteinlagen im Bereich Portalvorplatz Reiserberg West.

Einsatz von Laserscanner für geologische und geotechnische Erkundungen

Dipl.-Ing.Friedrich Birkner
Dipl.-Ing. Michael Pregesbauer

EINLEITUNG

Das Laserscanning ist gegenwärtig eine stark expandierende Disziplin zur metrischen Erfassung von Oberflächen. Mit terrestrischen Laserscannern werden Gebäudefassaden, Deponien sowie der Aushub im Tunnel und im Steinbruch, aber auch Architekturmodelle, Kunstgegenstände, etc. erfasst.

Mit flugzeuggetragenen Laserscannern werden Geländeoberflächen, aber auch Vegetation und Dachlandschaften ermittelt.

Das Laserscanning liefert sehr große Punktwolken, aus denen – in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung – die relevanten Informationen (Geländemodelle, Geländeoberkanten von Hochwasserschutzdämmen, CAD-Modelle von Gebäuden etc.) extrahiert werden müssen. Die Abteilung Vermessung und Geoinformation des Amtes der NÖ Landesregierung beschäftigt sich seit mittlerweile drei Jahren intensiv mit dieser Technologie. Besonders hervorzuheben ist die landesweite Airborne Laserscanner Befliegung des niederösterreichischen Landesgebietes, bei der in absehbarer Zeit für die gesamte Landesfläche hochgenaue Geländedaten zur Verfügung stehen werden.

Flugzeuggetragenes Laserscanning für die Topographie

Neben der Photogrammetrie hat sich das Laserscanning als eine viel genutzte Methode zur Erfassung der Topographie etabliert. Laserscanning bietet viele Vorteile¹, wie z.B.

1. die Durchdringung der Vegetation und das Erfassen der Bodenfläche auch in bewaldeten Gebieten
2. der hohe Automatisierungsgrad, der von der Datenerfassung bis zur Erstellung der digitalen Geländemodells (DGM) reicht
3. die hohe Punktdichte (4 Punkte/m²)m was eine sehr genaue Beschreibung der Geländefläche ermöglicht,
4. die Genauigkeit, ca. 10cm in der Höhe, und

5. das aktive System, das Messungen während der Nacht oder über texturlosen Bereichen (z.B. Schnee) ermöglicht.

Diese vielen positiven Punkte müssen jedoch etwas relativiert werden. Die Qualität des Geländemodells nimmt in bewaldeten Gebieten mit zunehmender Dichte der Vegetation ab. Durch die geringere Anzahl der Punkte, die am Boden gemessen werden, wird auch die Beschreibung der Geländefläche unzuverlässiger. Ein weiterer Nachteil ist, dass mit dem Laserscanner keine Geländekanten gemessen werden können¹¹.

Um aus der Punktwolke eine Geländemodell ableiten zu können muss diese mit unterschiedlichen Filterstrategien gefiltert werden.

Flugzeuggetragene Laserscanner registrieren Punkte auf jenen Flächen, die vom Laserstrahl getroffen werden. Das ist die Geländefläche, aber auch Dachflächen und Blätter auf Bäume reflektieren den Laserstrahl. Auch sehr kleine Flächen, wie bspw. Stromleitungen, können ein Echo hervorrufen (Abb.1: ungefiltertes Oberflächenmodell).

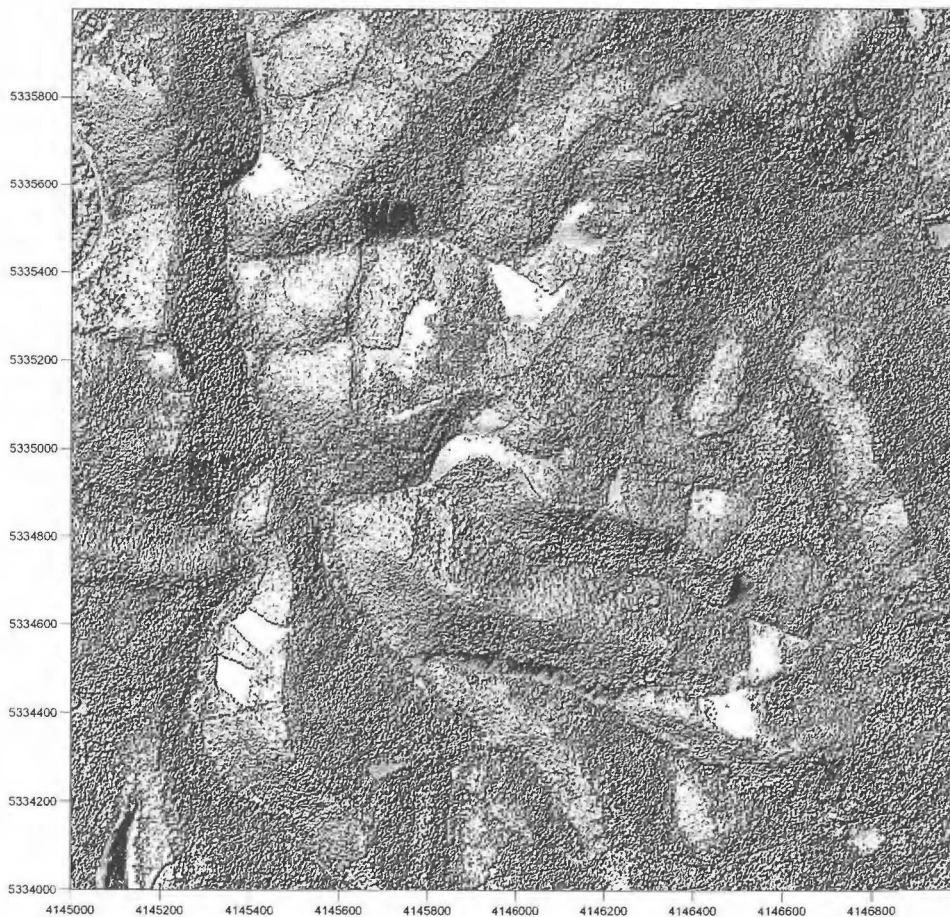


Abb.1: ungefiltertes Oberflächenmodell

Um ein Modell des Geländes oder der Baumkronen abzuleiten muss daher die Punktwolke klassifiziert werden (z.B. Trennung der Boden-(Gelände-) Punkte von der „Nicht-Boden“-Punkten)^{III}. Diese Aufgabe wird als Filterung bezeichnet. Standardmäßig wird für die Filterung in der Abteilung Vermessung und Geo-information die robuste Interpolation für die Filterung verwendet. Nach der Durchführung der Filterung erhält man ein Modell des Geländebodens (Abb. 2: Digitale Geländemodell).

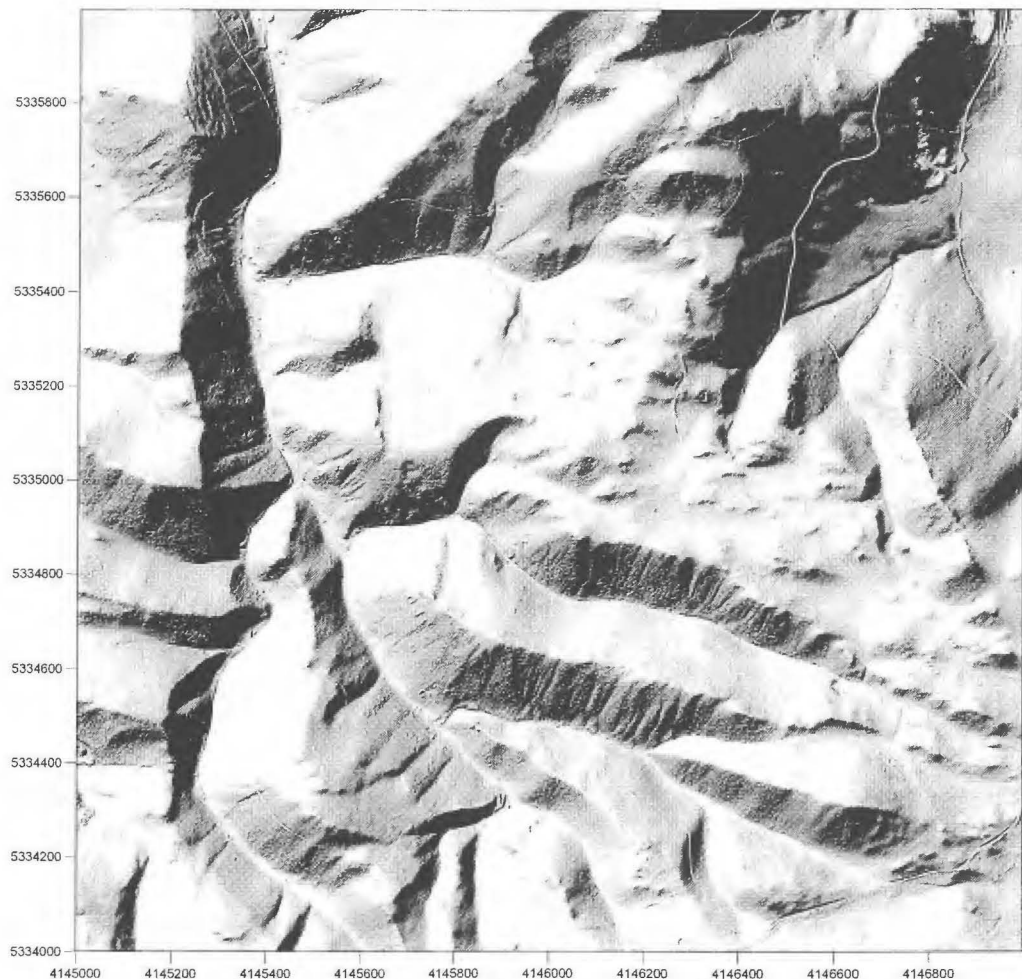


Abb. 2: Digitale Geländemodell

Mit dem flugzeuggetragenen Laserscanning können nicht nur Modelle des Geländes abgeleitet werden, sondern auch von Dachlandschaften und von Baumkronen. Die Filteralgorithmen für die Ableitung der Geländemodelle sind weit entwickelt. Um die Qualität der Geländemodelle noch weiter zu steigern ist eine Rekonstruktion der Geländekanten notwendig. Vorausgesetzt die Punktdichte einer Laserscannerbefliegung ist ausreichend hoch, lassen sich aber auch viel detailliertere Modelle wie die bereits erwähnten Einzelbaum-

modelle oder Stadtmodelle, bei denen die Dächer aus einzelnen ebenen Flächen zusammengesetzt sind, ableiten.

Terrestrisches Laserscanning

Parallel zum Flugzeuggetragenen Laserscanning hat sich das terrestrische Laserscanning zu einer zunehmend interessanten Aufnahmemethode für verschiedene Anwendungen, von der Archäologie bis zur Geotechnik entwickelt. Der Erfolg dieser noch relativ jungen Technologie lässt sich unter anderem auf folgende Vorteile zurückführen:

1. auf Objekt kann mit einer sehr hohen Punktdichte weitgehend automatisiert aufgenommen werden.
2. das terrestrische Laserscanning ist wie auch das flugzeuggetragene Laserscanning sowohl von der Textur als auch von den natürlichen Beleuchtungsverhältnissen unabhängig.
3. Die Erfassung der Objekte erfolgt vollkommen berührungslos was besonders in Gefahrenbereichen wie z.B. Steinbrüchen besonders vorteilig ist.

Die Abteilung Vermessung und Geoinformation verwendet zur Datenerfassung den Laserscanner Riegli LMS-Z420i der mit einer hochauflösenden Digitalkamera ausgestattet ist. Die Verwendung von Laserscanning unter gleichzeitiger Aufnahme digitaler Photos ermöglicht die Verbindung von der bereits bewährten Photogrammetrie mit der Methode des 3D-Laserscannings. Die Vorteile sind klar ersichtlich: Dort, wo Laserscanning unstrukturierte Freiformflächen in einer hohen Geschwindigkeit durch eine Punktwolke vollständig und präzise beschreibt zeigt die Photogrammetrie ohne strukturierte Beleuchtung Schwächen, wohingegen die Photogrammetrie in der Auswertung von Kanten und der Erfassung feinstrukturierter Texturierungen unschlagbar ist, zeigen die Laserdaten prinzipielle Unzulänglichkeiten^{IV}.

Besonders in der Erfassung von Steinbrüchen und Deponien zeigt sich der enorme Zeitgewinn in der Aufnahme und in der Nachbearbeitung:



Abb. 3: 360° Aufnahme der Szene eines Steinbruches (Waidhofen/Ybbs)

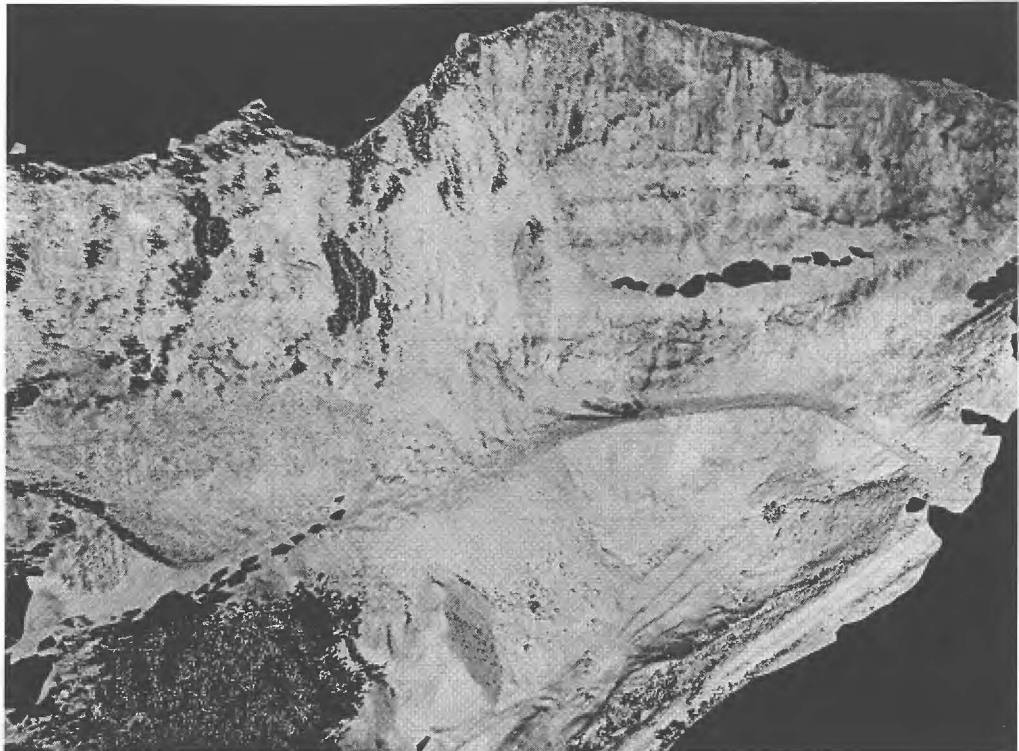


Abb. 4: gefilterter, triangulierter und texturierte Steinbruch (Waidhofen/Ybbs)

Für die weitere Bearbeitung stellen die großen Datenmengen der Punktwolke die CAD Systeme zumeist vor große Schwierigkeiten. Eine große Herausforderung stellt es nun dar, in der Modellbildung die Datenmenge derart zu reduzieren, dass eine weitere Bearbeitung mit gängigen Softwareprodukten möglich ist.

Für die Modellbildung können zum Teil die Filteralgorithmen, die bei der Bearbeitung von flugzeuggetragenen Laserscannerdaten verwendet werden eingesetzt werden. Die Berechnung von detaillierten und genauen Schichtenlinien stellt ein Produkt der 3D Scan Auswertung dar, die in der Folge in CAD Systemen weiterverarbeitet werden können.

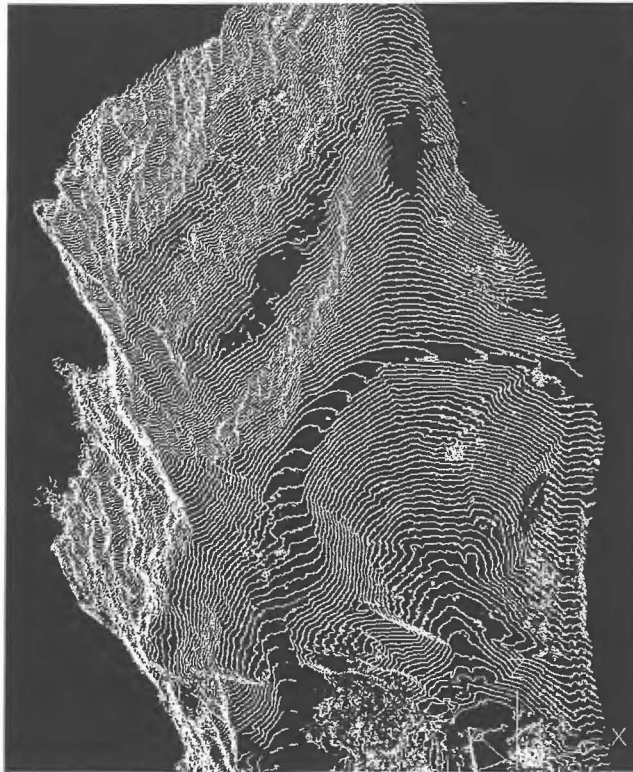


Abb. 5: Schichtenlinien Steinbruch (Waidhofen/Ybbs)

Für die Auswertung von 3D terrestrischen Laserscannerdaten stehen heute schon zahlreiche Softwareprodukte zur Verfügung. Problematisch sei an dieser Stelle angemerkt, dass der Nachbearbeitungsaufwand je nach^{III} Aufgabenstellung zwischen 1:1 und 1:100 (Tage vor Ort zu Nachbearbeitungstage) liegen kann und somit eine kritische Betrachtung der Methode hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit im Einzelfall auf jeden Fall ratsam ist.

Literatur

- ^I Kraus K. (2003): Universitätslehrgang „Laserscanning – Datenerfassung und anwendungsorientierte Modellierung“. VGI 4/203: 210-223
- ^{II} Pfeifer N. (2003): Oberflächenmodelle aus Laserdaten. VGI 4/2003: 243-251
- ^{III} Kraus K. (1997): Eine neue Methode zur Interpolation und Filterung von Daten mit schiefer Fehlverteilung. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation. 25-30
- ^{IV} Studnicka N. (2004): Laserscanning und Photogrammetrie – kombinierte Daten-aufnahme und –Auswertung. Beiträge der Oldenburger 3D Tage 2004. 175-183

Lebenslauf

Dipl.-Ing. Michael Pregesbauer

Studium Vermessung und Geoinformation an der TU Wien

2001 – 2003 Assistent am Institut für Geodäsie und Geophysik/ TU Wien

seit 2003 Abteilung Vermessung und Geoinformation beim Amt d. NÖ
Landesregierung

seit 2005 stellvertretender Abteilungsleiter der Abt. Vermessung und
Geoinformation und zuständig für den Fachbereich
Laserscanning und Photogrammetrie

Sanierungskonzept: Steinbruch Spitz an der Donau

O.Univ- Prof. Dr. mont. Horst WAGNER

Dr. mont. Heinrich MALI

Dipl.-Ing. Wolfgang HOHL

Im Steinbruch Fehringer nahe Spitz an der Donau ist es in der Vergangenheit zu mehreren Felsstürzen gekommen, welche die Sicherheit der Bevölkerung gefährdeten. Der letzte große Felssturz aus dem Jahr 2002 mit einem Absturzvolumen von ca. 70.000 m³, der in eine Periode starker Regenfälle stattfand, verdeutlichte abermals die Notwendigkeit einer umfassenden Sanierung des Steinbruchareals.

Die geologische Situation im Steinbruch, der auf eine Silikatmarmorformation baute, stellt sich folgendermaßen dar:

- Schieferungsflächen, die eine flaches bis mittelsteiles Einfallen nach O bis SO aufweisen (mehr oder weniger hangparallel)
- Klufflächen subvertikal mit O-W bis NW-SO Streichen
- Klufflächen mit steilem Einfallen nach W bis NW

Die Mächtigkeit der durch Schichtsilikatlagen begrenzten Marmorbänke beträgt wenige Millimeter bis mehrere Meter, das Einfallen liegt zwischen 25° und 45°.

Um eine Sanierung durchzuführen, ist es zunächst nötig den Versagensmechanismus zu klären und die geotechnischen Parameter zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde der Felssturz aus dem Jahre 2002 analysiert.

Die Versagensfläche, eine Schieferungsfläche mit einer ca. 0,5 m mächtigen Biotitschieferlage, fällt mit 35° in Richtung OSO ein. Besonderheiten sind eine Aufsteilung der Fläche im oberen Bereich auf 45°, sowie die Tatsache, dass die Sturzmasse entlang einer steil nach NO einfallenden Kluft abgeglitten ist, deren Streichrichtung mit ca. 15° in die Einfallrichtung der Gleitfläche läuft (vergl. Abb. 1).

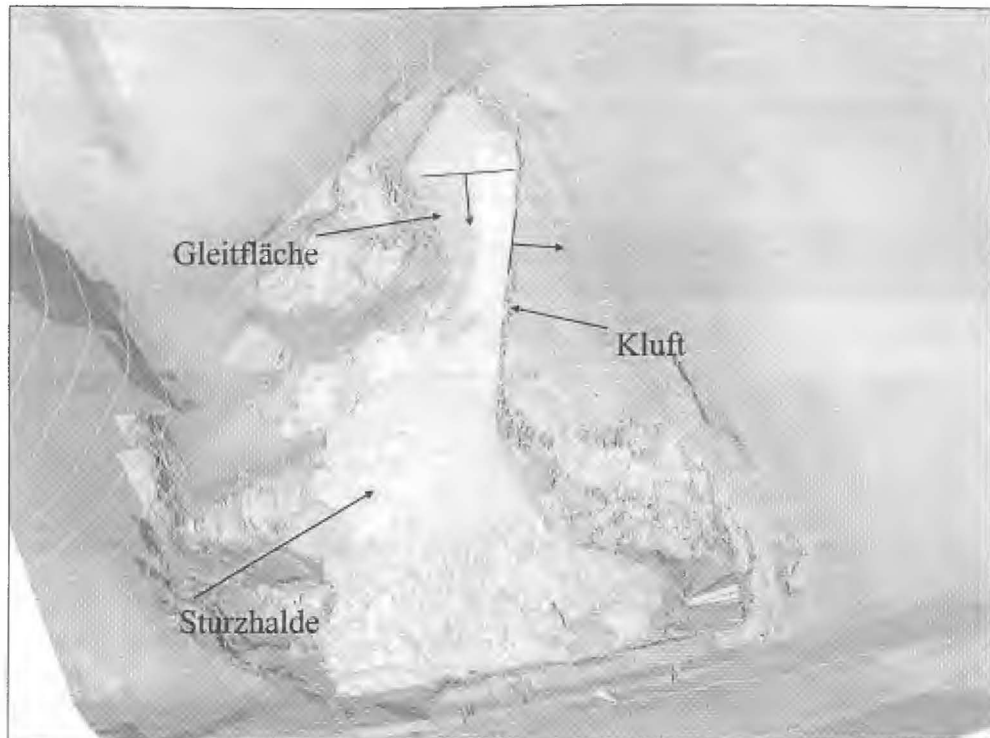


Abb. 6: Ansicht des Steinbruchs von SO

Die Festigkeitsparameter der Versagensfläche, die nach der Rückanalyse festgelegt wurden sind:

- Reibungswinkel 25°
- Kohäsion 80 kN/m^2

Basierend auf diesen Parametern wurde die Generalneigung des Sanierungsbereiches mit 35° in Richtung 110° festgelegt.

Im Rahmen der geplanten Sanierung sollten die Felsmassen oberhalb der prognostizierten Versagensfläche von oben beginnend etagenweise abgebaut werden.

Der Zugang zu den Sanierungsbereichen gestaltet sich außerordentlich schwierig, und ist aus geotechnischen Gründen nur von der topographisch komplexeren südlichen Seite möglich.

Beim Abbau selbst ist besonders auf eine schonende Durchführung der Gewinnungsarbeiten zu achten, um etwaige instabile Lagen nicht zu aktivieren. Dies ist durch eine Reduktion der Lademenge je Zündzeitstufe und entsprechend ausgelegten Sprenganlagen zu bewerkstelligen.

Das gewonnen Material ist von den jeweiligen Etagen mit Knick-Dumpfern zur Aufbereitung zu fördern, die auf der Grundetage installiert werden könnte.

Die Rekultivierungsmaßnahmen, die eine Rückführung des nicht brauchbaren Materials und des Mutterbodens auf die Etagen beinhalten, sollten nach Fertigstellung jeder Etage durchgeführt werden, um die Einwirkungen auf das Landschaftsbild möglichst gering zu halten.

Zusätzlich zu den oben genannten Abbaumaßnahmen, sollte parallel dazu mit der Beräumung der Sturzhalde begonnen werden, um eine kontinuierliche Förderung von mehreren Betriebspunkten zur Aufbereitung zu gewährleisten.

Eine Ansicht des Sanierungsendstandes (ohne Rekultivierungsmaßnahmen) bietet Abb. 2.

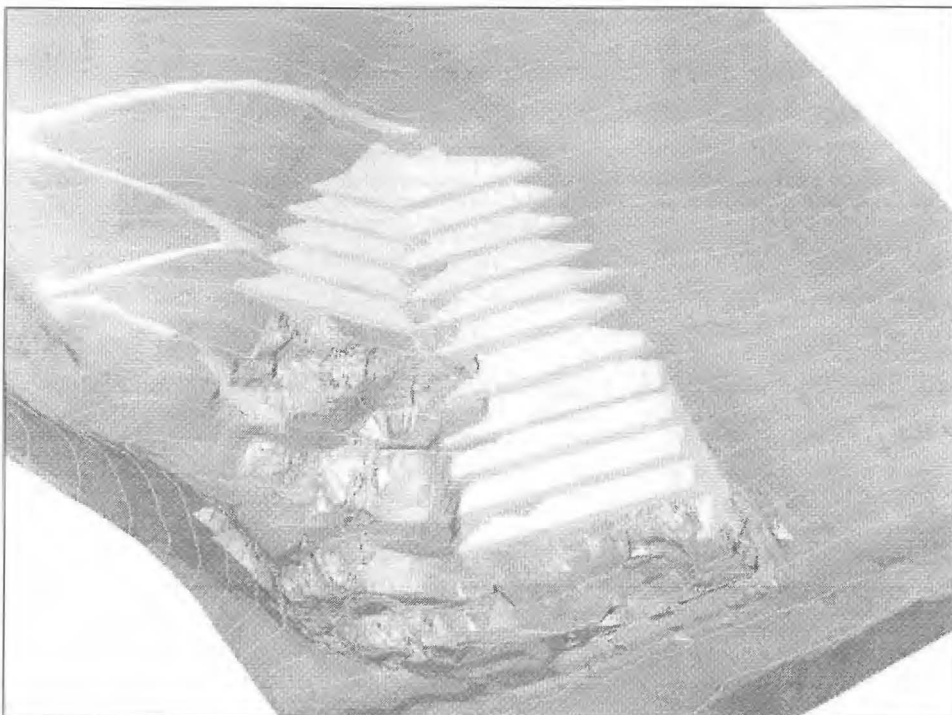


Abb. 7: Sanierungsendböschung mit Aufschluss

Für eine geordnete und sichere Sanierung ist zusätzlich die Durchführung mehrerer Maßnahmen notwendig:

- *Installierung eines Systems zu Wasserhaltung*
Da die vorangegangenen Felsstürze in Zeiten starker Regenfälle stattfanden, ist ein System aus Drainagemaßnahmen zu installieren, um den Wasserzutritt zu den wasserstauenden Schichtsilikatlagen zu vermindern.
- *Laufende vermessungstechnische Überwachung des Geländes*
Da sich große Bereiche des Steinbruchareals in einem kritischen

Gleichgewichtszustand befinden sollte sobald wie möglich ein Monitoring-system installiert werden, das aus einer automatischen Totalstation sowie zusätzlichen Bewegungsüberwachungssystemen bestehen könnte.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Sanierung durch die besonderen geologischen Eigenschaften des Sanierungsareals sowie die topographische Lage des Steinbruchs in einem Fremdenverkehrsgebiet nicht mit einem herkömmlichen Steinbruchbetrieb vergleichbar ist.

Ein kostenneutraler Sanierungsabbau, bei dem die Sanierungskosten von den Verkaufserlösen gedeckt werden erscheint dadurch als problematisch.

Bundesländerkooperationsprojekt – Erkundung von Bauschäden in Ober- und Niederösterreich“

**RAINIER ARNDT¹,
BIRGIT JOCHUM¹,
DIETMAR KEUSCH²,
FRANZ OTTNER²**

¹Geologische Bundesanstalt Wien, FA Geophysik, ☎ 01-712 56 74 – 373

²Inst. f. Angewandte Geologie, BOKU, ☎ 01-47654 – 5410

PROJEKTRAHMEN & VORGEHENSWEISE

Das Ziel dieses Bundesländerkooperationsprojektes ist die „...Ausarbeitung von preisgünstigen Methoden zur Untersuchung von Bauschäden verursacht durch geogen bedingte Massenbewegungen“. In diesem Kooperationsprojekt wird ein Methodenfahrplan für Fragestellungen zu Massenbewegungen ausgearbeitet, um den Amtsgeologen in Nieder-/Oberösterreich bei der Bewertung der Problemstellungen zu unterstützen. Als finanzielle Obergrenze für die geowissenschaftliche Bearbeitung einer Fallstudie sind 20% der eingetretenen Schadenssumme vorgegeben.

Die insgesamt sechs ausgewählten Fallstudien in Niederösterreich (3) und Oberösterreich (3) repräsentieren unter lokal auftretenden typischen geologischen Bedingungen verschiedene Problemstellungen und Anforderungen. Die Lage der sechs ausgewählten Fallstudien

1. Scheibbs (NÖ)
2. Reinprechtspölla (NÖ)
3. Pregarten (OÖ)
4. Oberweng (OÖ)
5. Pernersdorf (NÖ)
6. Steinbach (OÖ)

ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

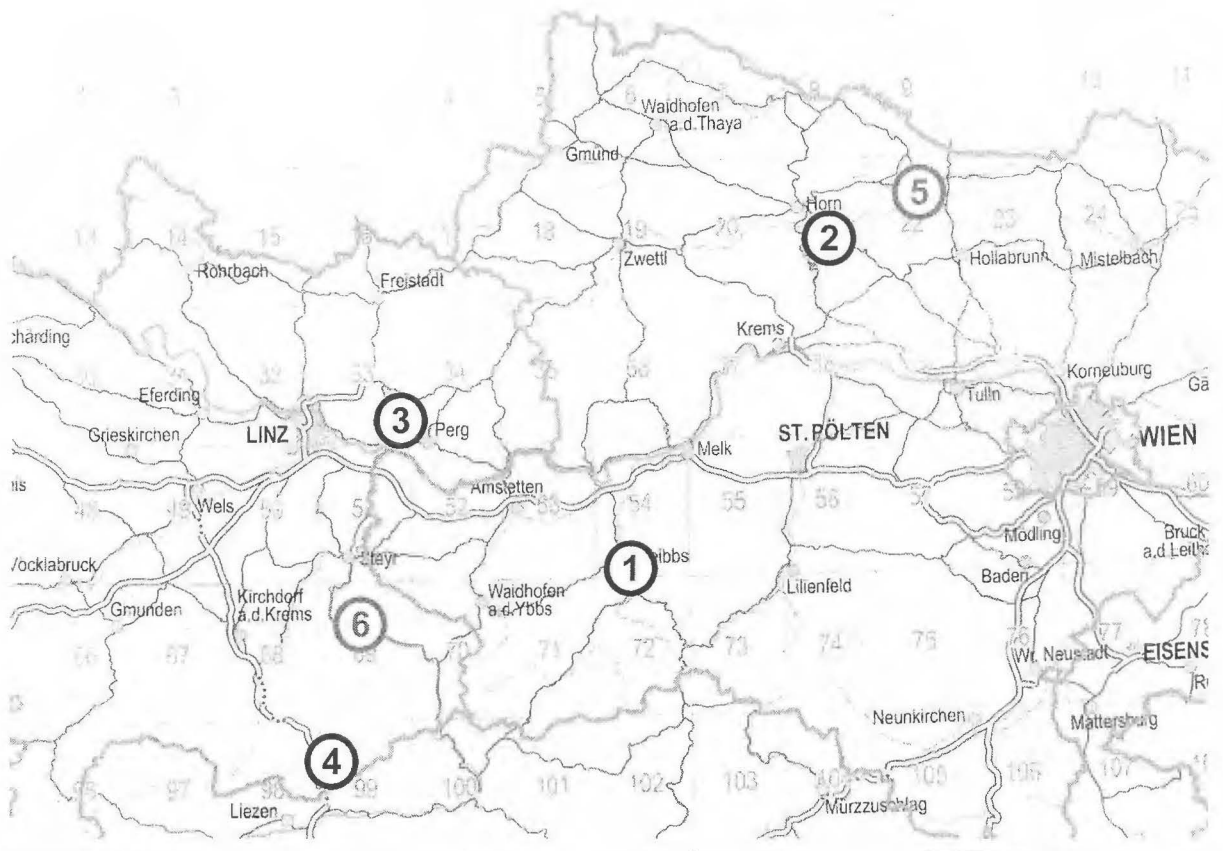


Abb. 1: Geographische Lage der sechs Fallstudien – entnommen aus AMap3D des BEV

Alle Fallstudien wurden mit geophysikalischen Methoden bearbeitet. Dies entspricht den Empfehlungen der ÖNORM B 4402:

„... Geophysikalische Verfahren eignen sich zur flächenhaften und räumlichen Erkundung in Ergänzung zu punktuellen Aufschlüssen. Je nach Fragestellung werden mehrere Verfahren in Kombination angewendet und liefern überblicksartige Ergebnisse (z.B. Schichtgrenzen, Feuchtebereiche, ...), deren Interpretation nur in Zusammenwirken mit einem Geophysiker möglich ist...“.

Die Auswahl der entsprechenden Methode erfolgte auch unter Berücksichtigung der von GOES & MEEKES (2005A, B) entwickelten Software. Da die Kalibrierung der geophysikalischen Ergebnisse nur an direkten Aufschlüssen möglich ist, wurden in Folge Schlüsselbohrungen, Schürfe oder Sondierungen durchgeführt. Die dabei gewonnenen Proben sind tonmineralogisch untersucht worden. Der Kürze des Vortrages angemessen werden zwei Fallstudien vorgestellt.

Fallstudie Scheibbs

Hierbei handelt es sich um ein Baugrundstück in Hanglage mit Einflüssen von Massenbewegungen am Siedlungsrand der Stadtgemeinde Scheibbs. Das Gebiet wurde bereits von MÜLLER (2005) bearbeitet. Es wurden mineralische und geoelektrische Untersuchungen vorgenommen. Aufgrund der mineralogischen Proben konnte das Untersuchungsgebiet in vier verschiedene mineralische und geologische Gruppen unterteilt werden. Die erste Gruppe beinhaltet den Schlier als mögliches Ausgangsmaterial für Rutschkörper. Die zweite und dritte Gruppe teilen sich in oberflächennahe Proben, welche durch intensive Verwitterung eine bedeutende geologische Veränderung erfuhren. Proben des Übergangsbereiches, die eine Zwischenstellung einnehmen und einen weiten Bereich an rutschungs-relevanten Eigenschaften umfassen. Die letzte Gruppe sind die Sand / Schluffsteine, bei denen es sich aber meist um diagenetisch verfestigte, laminierte und etwas angewitterte Schluff / Tonsteine handelt. Die geo-physikalischen Erkenntnisse konnten die Aussagekraft der punktförmigen Proben flächenmässig erweitern. Anhand beider Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass der Untergrund des geplanten Baugrundstückes eine kostenintensive Hangsicherung für die Bebauung notwendig macht.

Fallstudie Pregarten

In der Gemeinde Pregarten / OÖ ist es auf einem der Güterwege zu einem Bergschaden gekommen. Ein Wohnhaus ist sehr stark gefährdet. Das Schadensbild besteht aus einem Grundbruch. Zwei mögliche Interpretationen zur eigentlichen Ursache des Schadens liegen vor:

- Grundbrüche entstehen, wenn bei gleich bleibender Last die seitliche Auflast entfernt wird. Als seitliche Auflast werden Zyklopsteine am westlichen Rand des Güterweges verstanden. Es besteht die Meinung, dass die Zyklopsteine willentlich entfernt wurden;
- Der Grundbruch ist durch außermittige, dynamische Überbelastungen entstanden. Eine solche Überbelastung könnte durch stark beladene Lastkraftwagen entstanden sein. Diese Schwerfahrzeuge wurden zum Abtransport von Granitschotter eingesetzt. Der Granitschotter wurde, aus dem oberhalb des Schutzobjektes liegenden, Steinbruch gewonnen.

Unabhängig von der Schadensursache musste zuerst die Frage nach den Gründungsverhältnissen des Güterweges geklärt werden. Im Sinne der Geophysik ist die Aufgabenstellung wie folgt zusammengefasst: **Feststellung der Mächtigkeit einer Schutthalde bzw. Tiefe des Haldenhanges unter GOK.** Dazu wurden geoelektrische und seismische Methoden eingesetzt. Ein

Versuch mittels GeoRADAR Aussagen zu gewinnen erwies sich als nicht zielführend. Mittels der geoelektrischen und seismischen Erkenntnisse konnte nachgewiesen werden, dass der gesamte Güterweg weit über dem stabilen Haldenhang in der schwach konsolidierten Sturzhalde gegründet wurde. Die Schuttmächtigkeit in der Fußregion der zurückweichenden Granitwand muss als beträchtlich angesprochen werden. Als Empfehlung wurde formuliert, den Güterweg nur vereinzelt durch moderat beladene Landwirtschaftsfahrzeuge befahren zu lassen.

DANKSAGUNG

Das Projektteam möchte sich für die Mitarbeit von Mag. ALEXANDER RÖMER (GBA-TRF FA Geophysik: Seismik), Mag. GERHARD BIEBER (GBA-TRF FA Geophysik: Fallstudie Scheibbs), PROF. DR. FRANZ KOHLBECK (TU Wien: GeoRADAR) UND DIPL.-ING. ANTON ZAUSSINGER (Bodenprüfstelle OÖ, Leonding) sowie Dr. REINHARD RÖTZEL (GBA: Kartierungen NÖ) für die geologische Betreuung aufrichtig bedanken.

Das Projekt wird innerhalb der jeweiligen Landesregierungen von den Amtsgeologen Mag.Dr. JOACHIM SCHWEIGL (NÖ) und Dr. HARALD WIMMER (OÖ) betreut und organisatorisch geführt.

Literatur

- GOES, B., MEEKES, S., 2005A: Validation of the applicability of GeoPASS at the Hygeia field sites – Report, EVK4-CT-2001-00046, European Community under the “Energy, Environment and Sustainable Development” Programme (1998-2002), 1-166;
- GOES, B., MEEKES, S., 2005B: GeoPASS User’s Manual, Geophysical Decision Support System, hygeia Programme, TNO, Utrecht, 1-48;
- MÜLLER, W., 2005: Bauvorhaben Scheibbs, XVI Edenberggründe – über die Erkundung, Untersuchung und Begutachtung obigen Baugrundes – Geotechnisches Gutachten, GZ 2005/64;
- ÖNORM B 4402: Erd- und Grundbau – geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke, [Ausgabe vom] 01.12.2003;

Kurzlebenslauf

Rainer Arndt

Jahrgang 1956, nach seinen Vordiplomen in Physik und Geophysik arbeitete er für zwei als Junior Geophysiker (Magnetik, Logging, IP) in der Kohleexploration der Iron&Steel Corp. im Transvaal, Südafrika.

Im Jahre 1986 legte er das Diplom an der Freien Universität Berlin mit Auszeichnung mit einer Arbeit über die Untertagegravimetrie zur Schwerspat-Exploration ab. Als Geophysiker arbeitete er in Explorationsprojekten für die ETI-Bank in der Türkei (Blei, Zink, Silber, Chrom, Schwerspat). Von 1987 bis 1988 arbeitete ARNDT bei der Siemes AG als Physiker in der Qualitätssicherung und im F+E.

1988 Eintritt in die Vereinten Nationen als Associate Expert. Nach 2-jährigen Auslandsaufenthalt in Botswana (Aufbau eines Baustofflabors zur Qualitätssicherung der lokalen Ziegelindustrie & Betreuung eines Schiefer & eines Diabas-Steinbruchs). Es erfolgte eine Versetzung als System-Analytiker für die UN nach Wien.

1992 bis 1993 Sabbatical zur Anfertigung seines Doktorats an der Universität Wien über die 3-Dimensionale Inversion von Schwere & Aeromagnetikdaten. Seit 1994 als Geophysiker bei der GBA-TRF. Ablegung der Ziviltechniker-Prüfung für Geophysik in Wien 1998. Seit 2001 ist Arndt als Gerichtssachverständiger für Geophysik am Zivilgericht in Wien & bei der IHK in Berlin listengeführt. Seit 1998 Lektorat an der BOKU für Geophysik; Arndt weist 23 Publikationen auf.

Autorenverzeichnis

(in alphabetischer Reihenfolge)

Dr. Rainier ARNDT
Geologische Bundesanstalt Wien
Neulinggasse 38
1030 Wien

Dipl.Ing. Andreas BILAK
Ingenieurkonsulent für Ingenieurgeologie
ZT Büro
Goldegg 30
1040 Wien

WHR Dipl.Ing. Friedrich BIRKNER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Vermessung und Geoinformation
Landhausplatz 1, Haus 13
3109 St.Pölten

Dipl.Ing. Michael CRAMER
Geschäftsführung
Grein Italia Srl.
Weizenbachweg
8045 Graz

Univ.Doz. Dr. Walter EPPENSTEINER
Knödelhüttenstr. 21/1
1140 Wien

Dipl.Ing. Ilse GARTNER
Ingenieurbüro Stella & Stengel u Partner ZiviltechnikergesmbH
Mommsengasse 31
1040 Wien

Mag. Christian GORITSCHNIG
ÖBB Infrastruktur Bau AG Geschäftsbereich Projekte
Sparkassaplatz 6, Top 7
1150 Wien

Dr. Maria HEINRICH
Geologische Bundesanstalt Wien
Neulinggasse 38
1030 Wien

Dipl.Ing. Wolfgang HOHL
Montanuniversität Leoben
Institut für Bergbaukunde
Franz-Josef-Straße 18
8700 Leoben

Ing.Dr. Werner LEITHNER
Ingenieurkonsulent für Erdwissenschaften (Geologie)
Diplomierter Umwelttechniker
Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter SV
Hütteldorfer Straße 200
1140 Wien

Ass.Prof. Dipl.Ing. Dr. mont. Heinrich MALI
Montanuniversität Leoben
Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre
Peter Tunner Straße 5
8700 Leoben

Dipl.Ing. Karl NEUBARTH
Reichsapfelgasse 15
1150 Wien

Ao. Univ.Prof. Mag. Dr. Franz OTTNER
Universität für Bodenkultur
Institut für angewandte Geologie
Gregor Mendel Straße 33
1180 Wien

Dipl.Ing. Michael PREGESBAUER
Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Vermessung und Geoinformation
Landhausplatz 1, Haus 13
3109 St.Pölten

Dipl.Ing. Ernst Renz
Geschäftsführer der Ernest Renz GesmbH
Geschäftsführer der Schotter und Recycling GesmbH (SRG)
3613 Marbach an der Kleinen Krems 25

Ao.Univ.Prof.Mag.rer.nat Dr.nat.techn. Andreas ROHATSCH
Techn.Universität Wien
Institut für Ingenieurgeologie
Karlsplatz 13
1040 Wien

Architekt Dipl.Ing. Franz SAM
Ringstraße 41/2
3500 Krems

Dipl.Ing. Bernhard SCHREITL
Ingenieurbüro Stella & Stengel u Partner ZiviltechnikergesmbH
Mommsengasse 31
1040 Wien

Mag.Dr. Christian UHLIR
Universität Salzburg
Institut für Geowissenschaften
Hellbrunnerstraße 34
5020 Salzburg

o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.mont. Horst WAGNER
Allgemeine Institutsverwaltung, Bergbauplanung, Gebirgsmechanik,
Bergbausicherheit, Umweltaspekte im Bergbau, Lehre
Montanuniversität Leoben
Franz-Josef-Straße 18
8700 Leoben

Josef WEINBUB
Bildhauermeister
Atelier: 3721 Limberg, Schloßstraße 8
Whg.: 3821 Limberg, Bahnstraße 7