

GEOLOGIE IN DER DENKMALPFLEGE

anhand der Beispiele St. Stephan,

Stiftskirche Klosterneuburg und St. Michael

Mag.Dr. Andreas ROHATSCH

*"Wenn aber gebaut werden soll, sollen die Steine
zwei Jahre vorher nicht im Winter, sondern im Sommer
gebrochen werden und sie sollen dauernd an offenen
Stellen liegen.*

*Diejenigen aber, die in diesen zwei Jahren der Witterung
ausgesetzt, beschädigt sein werden, die sollen in
Grundmauern eingebaut werden.*

*Die übrigen, die nicht beschädigt sind, werden,
als von der Natur selbst geprüft, oberhalb der Erde
verbaut. Dauer haben können."*

VITRUVIUS, ca. 30 v. Chr.

1 Einleitung

Wie schon dieses Zitat von Vitruvius bezeugt, war die Auswahl von qualitativ hochwertigem Baumaterial eine erste Grundvoraussetzung für die Dauerhaftigkeit von Bauwerken. Da diese Regel aber vor allem bei mittelalterlichen Bauwerken offenbar nur in relativ wenigen Fällen berücksichtigt wurde, kommen durch die Verschmutzung unserer Umwelt, welche die natürlichen Verwitterungsvorgänge beschleunigt, Schäden an Objekten aus Naturstein auf uns zu, die nur mit höchstem finanziellen Einsatz und einem Maximum an Grundlagenforschung saniert werden können. Verwitterung als natürlicher Vorgang, der zu allen Zeiten das Antlitz unserer Erde maßgeblich formte und prägte, wird niemals vollständig unterbunden werden können; im idealen Fall wird der Verfall eines Kulturdenkmales bei in gleichem Maße fortschreitender Kontamination der Biosphäre um einige Dekaden verzögert. Auf eine

exponentielle Zunahme von Verwitterungsschäden seit dem Beginn der Industrialisierung durch die steigenden Emissionsraten von Schwefeldioxid (Industrie und Hausbrand) weist WINKLER (1973) hin.

Infolge der Zerstörung von originaler, historisch wertvoller Bausubstanz entstehen nicht nur unwiederbringliche kulturelle Verluste, sondern es erwachsen auch durch Restaurierungen und Konservierungen, die im letzten Augenblick durchgeführt werden, erhebliche Kosten, die bei einer rechtzeitigen Schadenserhebung und Materialbestimmung verhindert werden könnten. Der Erfassung der Verwitterungsschäden, der gesteinskundlichen Zusammensetzung sowie der Steinkonservierung wird international große Bedeutung beigemessen, wie zahlreiche Untersuchungen an sakralen, aber auch an profanen Bauwerken belegen (siehe Literatúrauswahl). In Österreich forschte vor allem Alois KIESLINGER (1930 bis 1972) in dieser Disziplin und lieferte wertvolle Grundlagen für weiterführende Untersuchungen.

An der Hochschule f. Angewandte Kunst beschäftigten sich VENDL et al. (1984) und WEBER (1986) mit Verwitterungsstudien an Naturbausteinen, unter anderem mittels Simulationen in Bewitterungskammern. Neuere grundlegende Untersuchungen wurden an der Abteilung Baugeologie (Inst. f. Bodenforschung u. Baugeologie) der Universität für Bodenkultur Wien von MENTLER et al. (1984, 1985, 1986), MÜLLER et al. (1984, 1985, 1986, 1990, 1991), SCHWAIGHOFER et al. (1984, 1985, 1986) und ROHATSCH et al. (1990, 1991) im Rahmen der FWF-Projekte 3000, 4769, 7007 und 8527 durchgeführt.

Die Geowissenschaften haben in der Denkmalpflege eine überwiegend dienende Funktion zu erfüllen, die sich einerseits auf die Erarbeitung von Planungsgrundlagen für Restaurierungen und andererseits mit den Verwitterungsschäden an Naturbausteinen wissenschaftlich auseinandersetzen muß. Beiden Aufgaben liegt die gesteinskundliche Aufnahme eines Objektes auf quadergerechten Planunterlagen sowie die Erfassung und Dokumentation des Verwitterungszustandes zugrunde. Auch für bauhistorische Fragestellungen können gesteinskundliche Aufnahmen wichtige Aussagen liefern, die jedoch nur in enger Zusammenarbeit mit dem Bau- bzw. Kunsthistoriker interpretiert werden dürfen.

Die Aufgaben der Geowissenschaften auf dem "Naturwerksteinsektor" stellte kürzlich MEYER (1992) schriftlich und graphisch dar (Abb. 1). Das in Abb. 2 dargestellte Flußdiagramm soll einerseits die Beziehungen der Erdwissenschaften zu den Aufgaben des Denkmalschutzes und andererseits den idealisierten Ablauf zur

Erarbeitung eines Restaurierungskonzeptes verdeutlichen, der aber noch in den seltensten Fällen verwirklicht wird.

Anhand der folgenden Beispiele, St. Stephan (Wien), Stiftskirche Klosterneuburg und St. Michael (Wien) werden einige der in den FWF-Projekten 7007 GEO und 8527 GEO erarbeiteten Untersuchungsergebnisse präsentiert (Projektleitung: Univ.DoZ.Dipl.Ing.Dr. Harald W. Müller, Univ.Prof.Dr. Bernd Schwaighofer). Auf detaillierte petrographische und mikrofazielle Beschreibungen und Auswertungen kann hier nicht eingegangen werden, da diese bereits publiziert wurden (ROHATSCH, 1991; ROHATSCH & MÜLLER, 1991).

GEOWISSENSCHAFTEN UND NATURWERKSTEIN

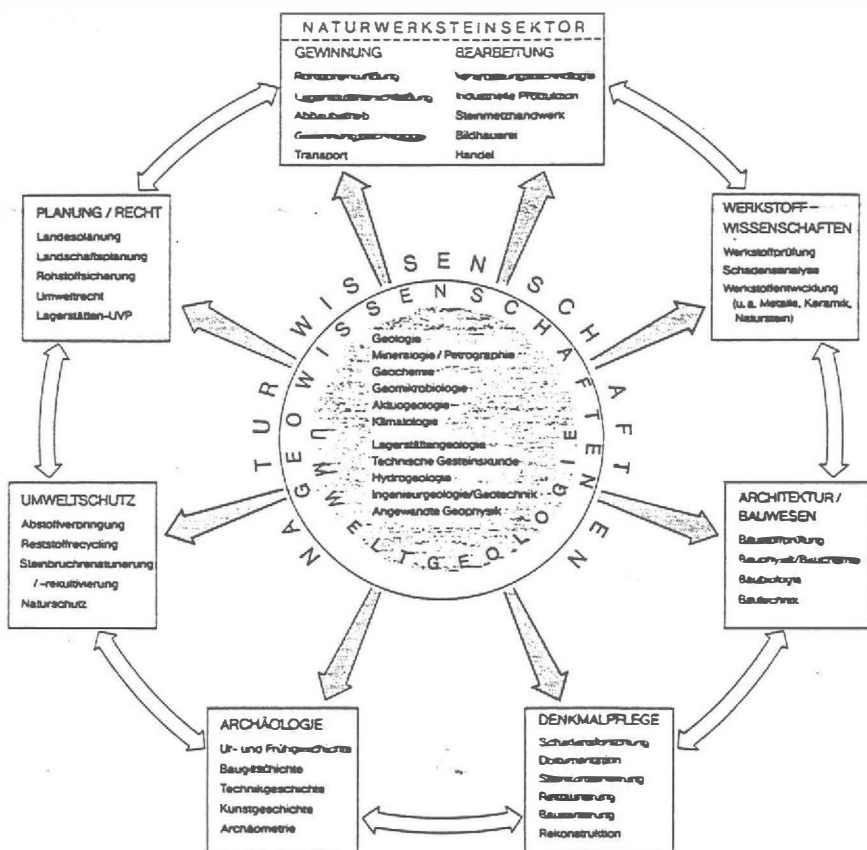


Abb.1: Die Stellung der Gowissenschaften in Forschung und Praxis zum Naturwerkstein (aus MEYER, 1992, S. 249).

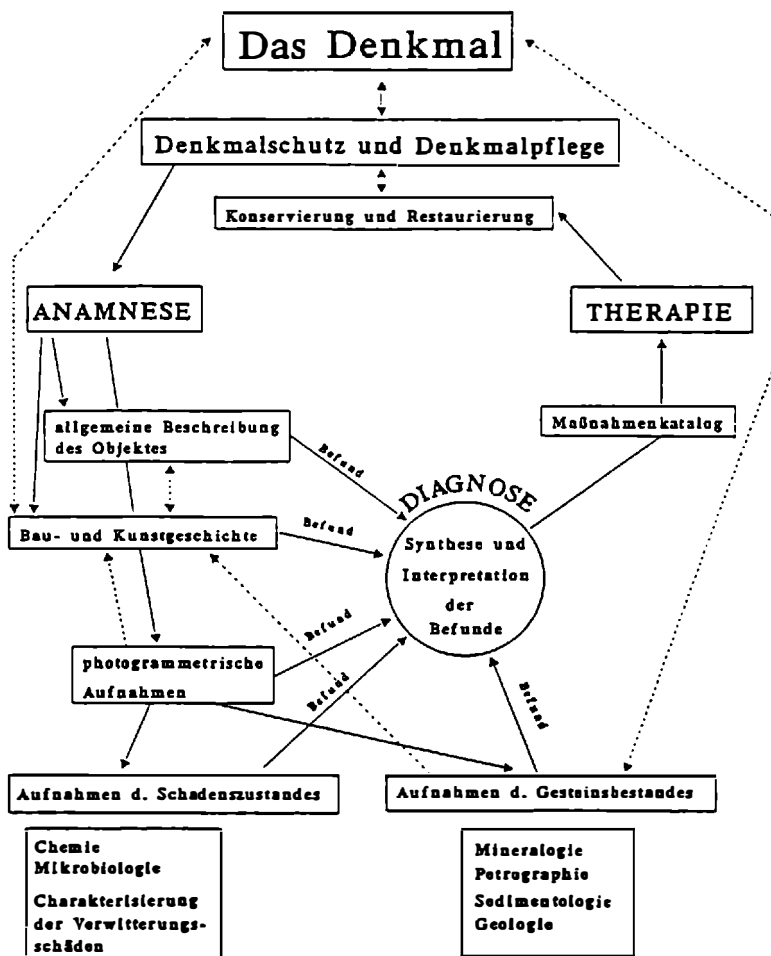


Abb. 2: Beziehungen der Erdwissenschaften zur Denkmalpflege und idealer, selten verwirklichter Ablauf bei der Erstellung eines Maßnahmenkataloges für eine Restaurierung.

2 St. Stephan

Die gesteinskundliche Aufnahme dieses überregional bedeutenden Sakralbaues, dessen Bauzeit sich über mehrere Jahrhunderte erstreckte (Weihe des Erstbaues im Jahre 1146 durch Bischof Reginbert von Passau Ende der Bauzeit ca. 1585), erforderte nicht nur die Kenntnis der historischen Baumaterialien sondern auch Verständnis für bautechnische und historische Zusammenhänge. Das Begreifen dieser Zusammenhänge ist ein steter Lernprozeß, umso mehr als geisteswissenschaftliche Disziplinen, wie zum Beispiel die Kunstgeschichte, eine vom naturwissenschaftlichen Problemlösungsansatz vollständig verschiedene Denkweise erfordern.

Bei dieser Bearbeitung anhand einer flächendeckenden Bauwerkskartierung sollten der gegenwärtige Zustand der Domfassaden, historische Bausubstanz und bereits restaurierte Bereiche dokumentiert werden, um den Verlust der originalen romanischen und gotischen Bauteile durch Verwitterungs- und Kriegsschäden aufzuzeigen. Außerdem sollten Bauphasen oder Abschnitte einer bevorzugten Gesteinsverwendung erfaßt und untersucht werden, um Aussagen über zeitliche und regionale Verbreitung sowie die Verfügbarkeit von bestimmten Gesteinsvarietäten treffen zu können und die in einigen Bereichen noch unzureichende Kenntnis der Baugeschichte zu erhellen.

Als Grundlage für die Erstellung der Fassadenpläne dienten photogrammetrische Aufnahmen, die in den Jahren 1987/88 unter Zuhilfenahme einer Hebebühne der Wiener Feuerwehr im Rahmen eines Forschungsprojektes (FWF-Projekt Nr. 4769) durchgeführt wurden. Die photogrammetrischen Aufnahmen erfolgten mit einer Meßbildkamera UMK der Firma Jenoptik (Jena) mit einem Bildformat 13 x 18 cm. Die Aufnahmearbeiten wurden von den Mitarbeitern der Abteilung Baugeologie gemeinsam mit dem Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung der Universität für Bodenkultur vorgenommen (MÜLLER, SCHWAIGHOFER, KALMAN, OTTNER & SCHNEIDER 1990). Eine Beschreibung der Planung und Durchführung der Aufnahmearbeiten an den Fassaden des Stephansdomes gibt KALMAN (1993) in seiner, im Rahmen dieses Projektes angefertigten Diplomarbeit. Ein wesentliches Kriterium für die Aufnahmearbeiten war die quadergerechte Darstellung der Fassaden, um die Lage der einzelnen Quader bei der petrographischen Kartierung zueinander nachvollziehen zu können. Eine absolute Lagegenauigkeit der Quader bezüglich eines Koordinatensystems war für diese Fragestellung nicht erforderlich. Die Negative wurden mittels Stahlbandmessungen von Sperrmaßen auf den ungefähren Maßstab 1 : 50 vergrößert. Insgesamt wurden etwa 95% der Fassaden und Türme des Stephansdomes bis zu einer Höhe von 56 Metern mit ca. 200

Meßbildern erfaßt, die zu ungefähr 70% stereoskopisch ausgewertet werden können. Fünf Jahre später, im Jahre 1992 wurde auf Anregung des mittlerweile verstorbenen Dombaumeisters Dipl.Ing. K. STÖGERER eine professionelle photogrammetrische Aufnahme der Außen- und Innenfassaden des Stephansdomes in Auftrag gegeben, deren stereoskopische Auswertung zum Teil bereits vorliegt.

Als wichtigste historische schriftliche Quelle, die Herkunft der Baugesteine des Stephansdomes betreffend, dienten die Kirchenmeisterrechnungen (UHLIRZ, 1902), die aber leider erst ab 1404 überliefert sind. Die bedeutendste Arbeitsgrundlage war die monographische Bearbeitung von Alois Kieslinger -"Die Steine von St. Stephan" (KIESLINGER, 1949).

Auszug aus den Kirchenmeisterrechnungen (UHLIRZ, 1902)

Die wenigen überlieferten Daten belegen einerseits die Nutzung von Naturbausteinen vom Westrand des Wiener Beckens und andererseits Steinfuhren aus dem Leithagebirge.

1404	In diesem Jahr sind 196 - 200 Steinfuhren aus der Au(Leithagebirge) sowie Fuhren aus Hetzendorf und Hietzing bezeugt.
1407	Steinfuhren aus Au und Hetzendorf
1415	733 Stück aus Au
1416	Steinfuhren aus Au und Liesing
1417	werden Ritte in die Steinbrüche verrechnet
ab 1435	Steinfuhren aus Breitenbrunn
1476	Steinfuhren aus Au, Breitenbrunn (für Nordturm) und Marein (Sommerein)

Bei einigen Steinlieferungen wird auch der Verwendungszweck am Bauwerk angegeben.

Kragsteine aus Liesing

Mönche (orig. *munich*) aus Hietzing und Liesing

Nachgehendes aus Hietzing

Breitsteine auf den Gang aus Liesing

Quader aus Hietzing und Liesing

Füllsteine aus Hietzing, Hetzendorf und Liesing

Bei letztgenannten Verwendungsbeispielen handelt es sich ausschließlich um sarmatische Kalkarenite und Kalkrudite ("Atzgersdorfer Stein").

Über die Bau- und Kunstgeschichte des Wiener Stephansdomes liegen zahlreiche, umfangreiche Werke vor, sodaß hier nur zwei Übersichtswerke, nämlich ZYKAN

1981 und FEUCHTMÜLLER & KODERA (1978), genannt seien. Der Grundriß des Stephansdomes wird in Abbildung 4 dargestellt.

Die große Anzahl der am Bau beschäftigten Steinmetze spiegelt sich in den Steinmetzzeichenzusammenstellungen von KIESLINGER (1949, S. 167 ff.) und RZIHA (1883, Taf. 1 - 6) wieder. Bei den Steinmetzzeichen handelt es sich um wichtige, oft die einzigen historischen Zeugen aus der Bauzeit.

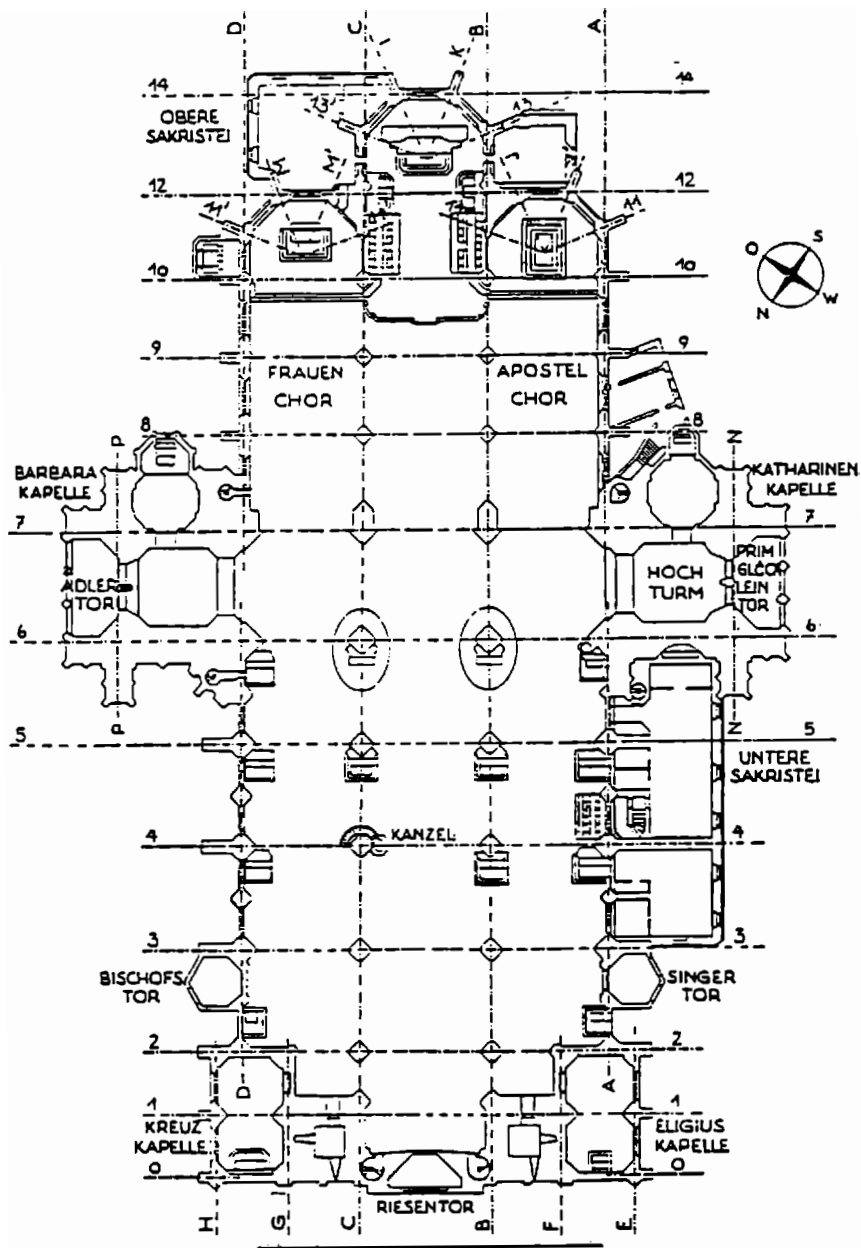


Abb.4: Grundriß des Stephansdomes mit Koordinatensystem (aus KIESLINGER, 1949).

Sie dienten nicht nur der Verrechnung, sondern auch, gleichsam als Marken- und Qualitätszeichen, dem hohen Berufsethos der Steinmetzmeister und Gesellen, die ihre Zeichen nach abgedienter Lehrzeit verliehen bekamen. In der Bundesrepublik Deutschland wurde in jüngster Zeit eine Steinmetzzeichensammlung des Regensburger Domes angelegt (MORSBACH, 1989). Diese Sammlung beinhaltet an die 10.000 Steinmetzzeichen, deren historische Bedeutung, Vorkommen und ihre Häufigkeit in bestimmten Bauphasen mit EDV-Unterstützung ausgewertet werden sollen. Diese Auswertung wird sicherlich noch einige Jahre in Anspruch nehmen, sodaß bis jetzt noch keine konkreten Ergebnisse vorliegen.

Eine grundlegende, wichtige Publikation wurde im vorigen Jahrhundert von Franz RZIHA (1883) verfaßt. Sie gibt Auskunft über Geschichte, Vorkommen, Bedeutung und Konstruktion von Steinmetzzeichen und behandelt auch zusammenfassend die Geschichte von einigen für Mitteleuropa wichtigen Dombauhütten (Straßburg, Regensburg, Wien, etc.). Sehr deutlich streicht er Verbindungen und Beziehungen zum Freimaurertum hervor. Generell unterscheidet RZIHA vierzehn General-Schlüssel der Steinmetzzeichen, die zu vier Hauptgruppen zusammengefaßt werden. Erstens vier Schlüssel der Quadratur, denen, wie man sich leicht vorstellen kann, die geometrische Figur des Quadrates zugrunde liegt, zweitens vier Schlüssel der Triangulatur (verschiedene Konstruktionen von gleichseitigen Dreiecken), drittens vier Schlüssel des Vierpasses (Kombination von Quadraten und Kreisen) und viertens zwei Schlüssel des Dreipasses (Kombination von gleichseitigen Dreiecken und Kreisen). Die Schlüssel innerhalb einer Hauptgruppe steigern ("potenzieren") sich von einfachen geometrischen Figuren zu kompliziert aufgebauten geometrischen Mustern (RZIHA, 1883, Taf. 68). Diese geometrischen Beziehungen stellen außerdem die wichtigsten Konstruktionsgrundlagen der gotischen Baukunst dar (z.B. Konstruktion des Maßwerkes).

Interessante Hinweise für Beziehungen zu anderen Dombauhütten könnten sich bei eingehenden Untersuchungen an anderen Kirchen ergeben. Aufgrund der statistischen Verteilungen von Schlüsselsystemen postuliert F. RZIHA (1883, S. 48) unter anderem enge Beziehungen zwischen Wien, Prag und Brünn. Die Studien der geometrischen Beziehungen einer Vielzahl von Steinmetzzeichen zu diesen Generalschlüsseln wurde von F. RZIHA sicherlich korrekt durchgeführt, nur bleibt es zweifelhaft, ob tatsächlich alle Zeichen nach diesen Konstruktionsgrundlagen angefertigt wurden, da immer wieder Zeichen beobachtet werden konnten, die sich nicht ohne weiteres in einen derartigen Schlüssel einfügen lassen. Ebenso ist die Hypothese, daß jeder Steinmetz ein einmalig vorkommendes "personenbezogenes" Zeichen erhielt, zumindest fragwürdig. Problematisch bei dieser Annahme ist auch die

Vielzahl von überaus ähnlichen Steinmetzzeichen (siehe auch JAXTHEIMER, 1990, S. 66 ff.). Um diese offenen Fragen zu klären, bedarf es noch einer Vielzahl von bauhistorischen Untersuchungen, Steinmetzzeichenaufnahmen und internationalen Vergleichen.

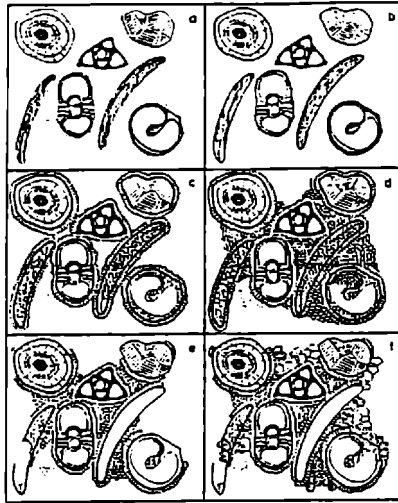


Abb. 5: Diageneseschema "Atzgersdorfer Stein"

a: Kalkige Barrensande in flachem, bewegtem Warmwasser mit Schrägschichtungen und Strömungsrippeln; bereichsweise mikritischer Kalkschlamm; aktiv "marin" phreatisch;

b: verringerte Wasserzirkulation in den Porenräumen; Mikritisierung der Komponenten, ansonsten keine Veränderung; passiv "marin" phreatisch;

c: Verstärkung der Wasserzirkulation; feinkörniger, radialer, kurzsäuliger Kalzit (FeO-Gehalt < 0.3 Gew.-%) um alle Partikel; Porenräume bleiben im wesentlichen noch offen; Auswaschung des feinkörnigen Kalkschlammes;

d: fein- bis grobkörnige, blockige Kalzite (FeO-Gehalt < 0.3 Gew.-%) um den feinkörnigen Kalzitsaum des dritten Stadiums und Verfüllung der Poren;

e: Lösungsstadium unter Süßwassereinfluß und phreatischen Bedingungen; der Beginn des fünften Stadiums stellt den Wechsel von "marin" phreatischen zu meteorisch phreatischen Verhältnissen dar;

f: Zonierte große Kalzite; Wechsel in der chemischen Zusammensetzung des Porenwassers von FeO-Gehalt 1.5 - > 2.5 Gew.-% , zu einer Lösung mit einem FeO-Gehalt < 0.3 Gew.-%. Hinweise auf vadose Bedingungen in Form von Meniskuszement in den Oolithen von Hauskirchen und Wolfsthal.

Weitere für Baugeschichte und Bautechnik wichtige Beobachtungen können aus den Bearbeitungsspuren an Quaderoberflächen und Architekturelementen abgelesen werden. Die Deutung dieser Spuren läßt Schlüsse auf verwendete Werkzeuge und die Methodik der Steinbearbeitung zu. Da gewisse Werkzeuge (z.B. Scharriereisen, Peckhammer, Stockhammer; etc.) erst zu bestimmten Zeiten in Gebrauch kamen, kann zur Unterstützung auch über die Bearbeitungstechnik eine relative Chronologie erarbeitet werden und sei es nur der eindeutige Nachweis einer überarbeitenden Restaurierung.

Daß aber auch Neuerkenntnisse und Beiträge zum geologischen Wissen erarbeitet werden können, zeigt als ein ausgewähltes Beispiel die Darstellung zur diagenetischen Geschichte des sarmatischen "Atzgersdorfer Steines" (Abb. 5). Die in der Literatur angeführten Daten zu diesen palökologisch und faziell sehr bedeutenden Karbonatplattformen im Randbereich des Wiener Beckens sind meist sehr dürftig. Dies ist sicher zum Teil auf die relativ schlechten Aufschlußverhältnisse zurückzuführen. In diesem speziellen Fall hat der Mensch aufgrund seiner Bautätigkeit geologisch verändernd gewirkt, Variationsbreiten dieser eigenständigen, sarmatischen Karbonatentwicklung können fast nur mehr an Bauwerken studiert werden. Im Zuge der gesteinskundlichen Aufnahmen an historischen Bauwerken Wiens und Niederösterreichs sowie in den noch vorhandenen Steinbrüchen konnte für den "Atzgersdorfer Stein", neben palökologischen Gesichtspunkten (ROHATSCH, 1993 in Druck) auch die Diagenesegeschichte erfaßt werden (ROHATSCH, 1991).

2.1 Westfassade und Riesentor

Im Jahr 1992 konnte der untere Bereich der Westfassade mit dem Riesentor gesteinskundlich aufgenommen werden. Hierfür wurde von der Firma WIBEBA ein mobiles Baugerüst mit einer Höhe von 11 Metern kostenlos zur Verfügung gestellt. Im Jahr 1993 stellte die Wiener Feuerwehr eine Hebebühne für die Aufnahmearbeiten bereit, sodaß auch der noch fehlende obere Bereich der Westfassade bearbeitet werden konnte. Durch die detaillierte gesteinskundliche Aufnahme konnte für bauhistorische Fragestellungen eine wichtige Grundlage erarbeitet werden. Die bau- und kunsthistorische Aufnahme und Beurteilung wurde durch Mitarbeiter von Herrn Univ.-Prof.Dr. H. FILLITZ (Akad. d. Wiss.), nämlich Herrn Dr. R. KOCH und Herrn Dr. F. DAHM (jetzt Bundesdenkmalamt) durchgeführt.

Eine besondere Schwierigkeit bei der Beurteilung der Gesteine war hier die zum Teil sehr starke Versinterung großflächiger Fassadenbereiche mit durch Rußpartikel

schwarz gefärbtem Gipssinter, sodaß eine punktuelle Reinigung an verschiedenen Quadern unumgänglich war. Für diesen Zweck wurde ein kleines, tragbares Sandstrahlgerät mit einem Arbeitsdruck von 6 Bar verwendet, welches sich für diese Arbeiten gut eignete, da die Steinoberfläche besonders schonend freigelegt werden konnte. Eine Probenahme war aufgrund der Eindeutigkeit der Befunde nicht notwendig und wegen der Einsehbarkeit der Fassade und der besonderen historischen Bedeutung dieses Bauteiles auch nicht durchführbar.

Im Bereich der Westfassade befinden sich noch große geschlossene Teile von romanischer Bausubstanz (13. Jhdt.), an die im 14. und 15. Jahrhundert die nördlichen und südlichen Kapellen angebaut wurden und in deren oberem Bereich das dominierende Spitzbogenfenster eingebaut wurde. Dieser Fenstereinbau ging mit einer Erhöhung der Fassade im mittleren Bereich zwischen den Heidentürmen einher, um die Türme statisch zu entlasten. Die zum Teil schon bekannten Baufugen konnten auch gesteinskundlich eindeutig festgelegt werden.

Der romanische Bereich der Westfassade mit dem Vorbau des Riesentores und der spitzbogigen Laibung besteht, bis auf geringe Ausbesserungen mit St. Margarethener Kalkarenit, aus geröllführenden Corallinaceenkalkareniten und -ruditen vom Westrand des Wiener Beckens, sogenanntes Badanium Wien-Süd.

Zwischen dem Vorbau des Riesentores und der Fassade sowie zwischen der spitzbogigen Laibung und dem Vorbau konnten keine Baufugen, mit Ausnahme jener, die durch Restaurierungsmaßnahmen erzeugt wurden; festgestellt werden. Aufgrund der homogenen lithologischen Zusammensetzung konnte die purifizierende Rekonstruktion des Riesentores (Abb. 6) von F. v. SCHMIDT widerlegt werden.

Im Norden schließt mit einer deutlichen, oben bis zu 5 Zentimeter vorkragenden Baufuge die Tirnakapelle an, die sich auch in ihrer lithologischen Zusammensetzung von der romanischen Westanlage deutlich unterscheidet. Hier dominieren mittelharte, homogene Corallinaceenkalkrudite aus Mannertsdorf neben Kalkareniten aus dem Steinbruchrevier Au am Leithagebirge. Im Bereich des Rundfensters bis vier Steinscharen über dem horizontalen Gesimse wurde ausschließlich "Badianium Wien-Süd" verwendet. Hierbei handelt es sich um wiederverwendetes römisches Baumaterial, das beim Abbruch eines römischen Bauteiles gewonnen und einer weiteren Nutzung zugeführt wurde. Der sehr filigrane, abschließende Blattfries besteht aus feinkörnigem "Breitenbrunner Stein".

Auch die südliche Eligiuskapelle schließt mit einer deutlichen, oben vorkragenden Baufuge an die romanische Bausubstanz an. Der hier gewonnene Befund bezüglich der Gesteinszusammensetzung unterscheidet sich von der nördlichen Tirnakapelle durch das Vorkommen von sarmatischem "Atzgersdorfer Stein". Auch hier finden sich wiederverwendete romanische Quader (Badenium Wien-Süd) sowie mittelharter Corallinaceenkalkrudit aus Mannersdorf am Leithagebirge. Ein Element des bekrönenden Blattfrieses besteht noch aus Corallinaceenkalkarenit vom Typ Au am Leithagebirge.

Als differentialdiagnostische Merkmale aus gesteinskundlicher Sicht für die kunsthistorische Datierung könnten hier die Blattfriese herangezogen werden. Breitenbrunner Bildhauerstein kommt im Wiener Raum erst relativ spät zum Einsatz (ca. ab dem 15. Jhdt.).

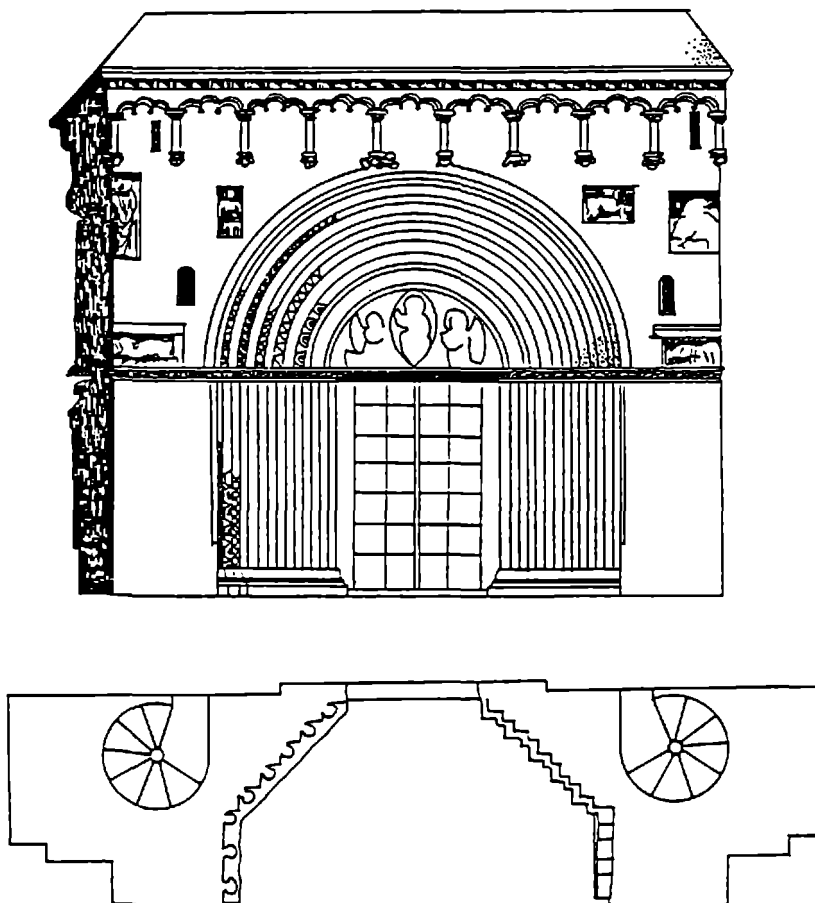


Abb.6: Purifizierende Rekonstruktion des Riesentores von
Dombaumeister F. v. Schmidt (aus FEUCHTMÜLLER & KODERA,
1978).

Im 14. Jahrhundert war in Wien der beliebteste Werkstein für Plastiken der Kalksandstein von Au am Leithagebirge, wie die Untersuchungen an der plastischen Ausstattung des Albertinischen Chores und an den Fürstenfiguren des Domes, die derzeit im Historischen Museum der Stadt Wien ausgestellt sind, belegten (MÜLLER & ROHATSCH, 1993, in Druck). Erst ab der Jahrhundertwende wird dieses Gestein vom Breitenbrunner Stein abgelöst. Ein interessantes Beispiel für die außerordentliche Beliebtheit und Bekanntheit dieses Materials ist nicht nur die Kanzel des Meister Pilgram in St. Stephan, sondern auch eine Hl. Dorothea (um 1410) aus der Stadtpfarrkirche in Steyr (OÖ), die derzeit in den Werkstätten des Bundesdenkmalamtes restauriert wird.

Im 13. Jahrhundert wurden in Wien sowohl architektonische Elemente als auch Plastiken aus den geröllführenden Leithakalken vom Westrand des Wiener Beckens angefertigt (z.B. Bauplastik von St. Stephan und St. Michael, Gnadenmadonna der Schottenkirche).

Die Baufuge im Bereich des Spitzbogenfensters konnte auch gesteinskundlich bestätigt werden. Die Laibung des Fensters und die umgebenden, den angelegten Ausbruch füllenden Quader bestehen durchwegs aus mittelhartem Mannersdorfer Leithakalk. Die romanische Altsubstanz besteht, wie erwähnt, aus Gesteinen des Badanium Wien-Süd.

Der äußere Figurenschmuck und das Blattfries des Portalvorbaues besteht mit Ausnahme des spätgotischen St. Stephanus durchwegs aus Badanium Wien-Süd. Der heilige Stephanus und die Stabkapitelle bestehen aus homogenem Corallineenkalkarenit aus Au am Leithagebirge. Auch die beiden auf den Kapitellen sitzenden Plastiken bestehen aus Badanium Wien-Süd und wurden mit den Anläufern des Spitzbogens aus einem Block gearbeitet.

In den Laibungen der romanischen Rundfenster sind noch originale Teile aus Badanium Wien-Süd vorhanden. Auch in den gotischen Rundfenstern der Kapellenzubauten konnten noch originale Teile aus "Auerstein" nachgewiesen werden. Die untere waagrechte Gliederung der romanischen Westfassade links und rechts des Riesentores durch ein Gesimse, mit darunter liegendem Zahnschnitt und dreiteiligem Bogenfries mit hängenden figuralen und ornamentalen Konsolsteinen, weist zum Teil noch romanischen Altbestand auf. Das Gesimse selbst ist durchwegs in St. Margarethener Kalkarenit erneuert, Teile des Zahnschnittes, der Bögen und einiger Konsolsteine bestehen aus Badanium Wien-Süd, wurden aber im Zuge einer Restaurierung mit dem Stockhammer überarbeitet; nur an den dazwischenliegenden

Quaderflächen sind hin und wieder originale Bearbeitungsspuren in Form von Hackspuren zu beobachten.

Die gesamte aufgenommene Fassade wurde bei einer Restaurierung, vor allem in den unteren Bereichen, steinmetzmäßig überarbeitet, sodaß - nur mehr sehr wenige Steinmetzzeichen erhalten sind, und von der originalen Oberfläche mindestens 5mm abgearbeitet wurden. Eine ausführliche Publikation mit der baugeschichtlichen Auswertung der gesteinskundlichen Befunde befindet sich in Vorbereitung.

2.2 Albertinischer Chor

Die detaillierte gesteinskundliche Bearbeitung erfolgte im Rahmen einer Dissertation an der Abt. Baugeologie der Universität für Bodenkultur Wien (ROHATSCH, 1991). Der gestaffelte Albertinische Hallenchor, benannt nach Herzog Albrecht II., gliedert sich in drei Bereiche: den nordöstlichen Frauenchor, den südwestlichen Apostelchor und den mittleren Chor, der vermutlich dem Hl. Stephanus geweiht wurde. Der Mittelchor ragt über die beiden Seitenchöre hinaus. Jeder der drei Chöre endet mit einem 5/8 Schluß.

Errichtet wurde der Chor in den Jahren von 1304 bis 1340, nachdem oder währenddessen der romanische Vorgängerbau des 13. Jahrhunderts abgetragen wurde, weil er den räumlichen, architektonischen und kirchenpolitischen Ansprüchen und Vorstellungen der Gotik nicht mehr entsprach. Unter Albrecht I. wurden erste Vorbereitungen, wie zum Beispiel die Beschaffung des Bauplatzes, getroffen. Der Bau des Chores nimmt nach ZYKAN (1981, S. 42 ff.) erst ab 1323 ein umfangreicheres Ausmaß an, vorher bestand vermutlich eine längere Bauunterbrechung. Die Chorweihe fand am 23. April 1340 unter Herzog Albrecht II. statt.

Die Fundamente wurden als Gußmauerwerk zwischen Steinschalen aus Bruchsteinmauerwerk aufgeführt. Das aufgehende Mauerwerk ist ebenfalls Guß- oder Füllmauerwerk mit Quaderverblendung an den sichtbaren Bereichen. An den nicht einsehbaren Bereichen, zum Beispiel innen über den Gewölben, besteht die Mauerschale aus Bruchsteinen.

Im aufgehenden Mauerwerk lassen sich zumindest vier Phasen der Naturbausteinverwendung beobachten. Im untersten Bereich, etwa bis zu den Sohlbänken der Fenster bzw. den untersten Wasserschlägen der Strebepfeiler, wurden vor allem Quader aus geröllführenden Kalkareniten und Kalkruditen des

Badenium Wien-Süd verwendet. Hierbei handelt es sich um das wiederverwendete Abbruchmaterial von romanischer Bausubstanz.

Darüber folgen "Atzgersdorfer" Kalkarenite und Kalkrudite sowie "Götzendorfer" Arenite aus Götzendorf-Velm bei Dürnkrot (ROHATSCH, 1991). Die "Götzendorfer" Sandsteine wurden mit Vorliebe an den Kanten der Strebepfeiler versetzt, da sie offensichtlich als das besser haltbare Material angesehen wurden. Man kann davon ausgehen, daß ein hoher Prozentsatz der durch St. Margarethener Kalkarenit ersetzten Quader aus diesen Sandsteinen bestand. Warum die "Götzendorfer" Sandsteine verwendet wurden, bei denen man eine Transportweite von rund 45 km (Luftlinie), die Überquerung zahlreicher Bäche und des damals noch nicht regulierten Donaustromes in Kauf nehmen mußte, ist noch eine ungeklärte Frage.

In den obersten Bereichen, über den Archivolten der Fenster, wurden, aus bis jetzt unbekannten Gründen, bis auf wenige Ausnahmen nur mehr Kalkarenite der Region Au am Leithagebirge verwendet. Diese deutliche Zäsur, angezeigt durch den Materialwechsel (ROHATSCH, 1991), ist mit einer Planänderung in Verbindung zu bringen und stellt mit einem Rückbau im Bereich der Fenstergewände und einer, für den Bauhistoriker (mündl. Mitt. G. SEEBACH) erkennbaren, Änderung im Gewölbeansatz eine Bauphase dar.

Als vierte Phase der Gesteinsverwendung folgen jene Bauteile, die im Zuge der Restaurierungen seit dem vorigen Jahrhundert und nach den Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges ersetzt wurden (z.B. Fialen mit Kreuzblumen und Krabben, Wasserspeier, Maßwerkgalerie, aber auch Quader und Teile des Maßwerkes). Das Restaurierungsmaterial wird seit der Mitte des 19. Jahrhunderts im wesentlichen aus St. Margarethen (Ruster Hügelland, Burgenland) bezogen.

Die plastische Ausstattung der Außenfassaden des Chores, Blattfries, Wasserspeier und Konsolfiguren besteht im Altbestand aus homogenen Corallinaceenkalkareniten aus Au am Leithagebirge. Die Neuaufnahme und stilistische Bewertung erfolgte durch WLATTNIG im Rahmen einer Dissertation (in Vorbereitung; Landesmuseum f. Kärnten, Kunsthistorische Abt.). Ein Großteil der Konsolfiguren ist noch im Original (um 1340) erhalten; von den wesentlich ungeschützteren darüber befindlichen Wasserspeiern sind nur mehr fünf gotische Originale im Verschneidungsbereich zwischen nordöstlichem und mittlerem Chor überliefert.

2.3 Die Restaurierung des Domes

Die Restaurierungsmaßnahmen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts werden vom Standpunkt der Erneuerung bestimmt. Diese Ideologie kommt aber immer mehr mit der Philosophie des Denkmalschutzes und der Denkmalpflege in Konflikt, da es in erster Linie darum geht, historische Substanz mit allen Mitteln zu bewahren und nur wenn es unbedingt nötig ist, diese durch Kopien zu ersetzen. Dies ist bei einem derart großen und komplexen Bauwerk natürlich nicht ganz einfach, da eine Anzahl von Architektur- und Bauteilen einen sehr schlechten Erhaltungszustand aufweisen. Nach eigenen Beobachtungen wurde aber auch die Auswechslung sehr vieler, nur in geringem Maße geschädigter Quader festgestellt. Eine Reinigung mit Drahtbürste und Spachtel, die weder auf historische Oberflächen noch auf Steinmetzzeichen Rücksicht nahm, konnte noch im Jahre 1990 beobachtet werden.

Ein erster Ansatz für Steinkonservierung erfolgte nach Zustimmung von Dombaumeister K. STÖGERER durch die Werkstätten des Bundesdenkmalamtes und der Firma REMMERS an Probestflächen eines Strebebeylers (Pf. 9) des Albertinischen Chores mit Steinfestigern auf Kieselsäureesterbasis. Die Untersuchung der physikalischen Parameter (Porenradienverteilungen, Wasseraufnahme, etc.) von Gesteinsbohrkernen wurde von einem deutschen Geologen (G. HILBERT, FH-Münster) durchgeführt. Soviel mir bekannt ist, kam im Zuge der Voruntersuchungen für die Steinfestigung erstmals in Österreich auch ein Bohrhärteprüfgerät zur direkten, nahezu zerstörungsfreien Erfassung von Verwitterungsprofilen zum Einsatz. Mit Hilfe dieses Gerätes können aufgrund des Bohrfortschrittes in der Zeit Inhomogenitäten im Gestein, wie zum Beispiel verhärtete Schalen und darunter liegende mürbe Zonen, festgestellt werden. Da der Bohrfortschritt kontinuierlich mitaufgezeichnet wird, läßt sich auch die Tiefe der einzelnen Verwitterungserscheinungen exakt erfassen. Für die praktischen Anforderungen im Denkmalschutz ist ein vorsichtiges Abklopfen der Fassaden und Architekturteile mit einem kleinen Hammer zur Erfassung von Schalen und Krusten völlig ausreichend.

Die oben erwähnte plastische Ausstattung des Albertinischen Chores wurde durch die Werkstätten des Bundesdenkmalamtes (Doz.Dr. KOLLER, Mag. NIMMRICHTER), nach einer Vorfestigung mit Paralloid, sorgsam mit dem Skalpell von Krusten und Sinter befreit. Danach wurden die Objekte zur Entsalzung mit feuchten Zellstoffkompressen verpackt, die zuerst die wasserlöslichen Salze mobilisieren und danach beim langsamen Austrocknen diese in sich aufnehmen. Fehlende Teile wurden mit Restauriermörtel angetragen und abschließend erfolgte die Schlämmung

mit einer Kalk-Sand-Porenschlämme, welche die Aufgabe der sogenannten "Opferschicht" erfüllt.

Eine besondere Problematik stellt die Verwendung von St. Margarethener Kalksandstein für Ergänzungen und Kopien dar. Es hat sich durch die Aufnahmemarbeiten am Dom gezeigt, daß die Lebensdauer dieses Kalksandsteines ziemlich eingeschränkt ist. Erneuerungen, die nach der Zerstörungsphase im Zweiten Weltkrieg erfolgten, befinden sich knapp fünfzig Jahre später wieder in einem sehr bedenklichen Zustand. Viele Teile der den Chor oben umlaufenden Maßwerkgalerie mußten während der Restaurierungsmaßnahmen im Jahre 1991 neu angefertigt und versetzt werden.

Die sehr hohe Porosität (28-34% Gesamtporenvolumen) in Verbindung mit bereichsweiser sehr feinkörniger Zementation führen, der aggressiven Verwitterung ausgesetzt, zu starken Lösungserscheinungen und Inkrustationen, wobei die Lösungsverwitterung in homogenen Gesteinsbereichen in Form von Mulden und Grübchen, einer Erhöhung der Rauigkeit und Verschleifung von Konturen kein besonderes Problem darstellt. In Bereichen von Inhomogenitäten hingegen, die beispielsweise durch lagenförmig eingeregelter Rhodolithen- oder Ostreenpflaster hervorgerufen werden, äußert sich auch die Lösungsverwitterung in Kombination mit Frostsprengung in gravierenden Schadensbildern. Die bis jetzt erwähnten Schäden treten in jenen Bereichen eines Objektes auf, die der direkten Beregnung ausgesetzt sind. In geschützten Winkeln, Unterseiten und der Regenseite abgewandten Bereichen kommen zur Lösungsverwitterung noch einige zusätzliche sehr schädigende Faktoren hinzu. Die Lösungsprodukte des durch die im Regen enthaltenen schwachen Säuren gelösten Kalzites, die an der Regenseite sofort abgewaschen werden, konzentrieren sich nahe der Oberfläche des Steinobjektes und kristallisieren im kontaminierten Großstadtbereich meist in Form von Gips. Je nach Exposition sind zäpfchen- oder plattenförmige Sinter, aber auch bis zu 1cm lange, stengelige Gipskristalle (z.B. Pfarrkirche in Maria Enzersdorf, in den Profilen der Portallaibung der Türe zur Sakristei) zu beobachten.

Durch den Kristallisationsdruck schreitet die Zermürbung im Inneren des Steines voran, an der Oberfläche beginnt sich eine durch Rußpartikel schwarzgefärbte Gipskruste abzuschneiden. Diese Kruste dichtet in weiterer Folge den Stein nach außen hin ab, unterbindet die Zirkulation und Verbindung mit der Außenwelt und verhindert so ein Ab- oder Austrocknen. Hinter einer oft planen, festen, allerdings schwarz gefärbten Oberfläche verrichten Feuchtigkeit, Organismen, usw. weiterhin ihr Zerstörungswerk, das zu einer völligen Zermürbung der Steinsubstanz hinter einer

scheinbar festen Oberfläche führt, die eines Tages, wenn die Haftung zu gering wird, abfällt. Die schwarze Oberfläche des Steines bewirkt zusätzlich eine wesentlich höhere Aufheizung (z.B. KRAUS 1988, 183 ff.) durch die Sonneneinstrahlung. MENTLER (1985) stellte Temperaturen um die 60°C an dunkelgefärbten Verwitterungskrusten der Maßwerkgalerien des Stephansdomes fest.

MENTLER (1985, S. 64) wies in unverwitterten Kalkareniten des St. Margarethener Steinbruches ca. 120 ppm SO₄ und in den verwitterten des Stephansdomes eine Anreicherung von 466.500 ppm SO₄ nach. Diese Tatsache erklärt auch den Umstand, daß am Stephansdom vorwiegend Gipsinter- und im Steinbruch vorwiegend Kalksinterverwitterungskrusten gebildet werden. Auf die Abhängigkeit zwischen Verwitterung und Porengröße weist auch MENTLER (1985, S. 42 ff.) hin. So findet er beträchtliche Unterschiede bezüglich der Dimensionen der Porenräume zwischen der hellen Varietät und der dunklen, "leberbraunen" Varietät. Der dunklere, härtere Gesteinstyp, der von der Dombauhütte für die Restaurierungen herangezogen wird, weist im Mittelporenbereich (Durchmesser 10 - 0,2 µ) einen Anteil von 30,17% auf, im Gegensatz zur hellen weichen Varietät, die im Mittelporenbereich nur 11,87% aufweist. Die hellere Varietät zeichnet sich nach MENTLER (1985) auch durch einen wesentlich höheren Anteil an Grobporen aus. Der Porendurchmesser steht in engem Zusammenhang mit der kapillaren Steighöhe.

Während der kalten Jahreszeit gefriert das Wasser, das die Poren erfüllt. Da Wasser beim Gefrieren eine Volumenzunahme erfährt, wird der sich aufbauende Druck auf die Porenwandungen übertragen. CORRENS (1981, S. 168 Abb. 287) gibt als höchsten vorkommenden Druck 2200 kg/cm² an, bei einer entsprechenden Temperatur von -22°C. Dies ist sicher ein extremes Beispiel, doch treten bei nur -5°C Drücke um die 600 kg/cm² auf. Voraussetzung dafür ist aber, daß der Druck auf die Porenwand übertragen werden kann, die Porenräume also nahezu vollständig mit Wasser gefüllt sind. Dies erklärt auch zum Teil den sehr guten Erhaltungszustand der sogenannten "Atzgersdorfer" Kalkarenite und der Corallinaceenkalkrudite des Badanium, da diese vorwiegend große Porenräume aufweisen, die selten vollständig von Wasser erfüllt werden.

Weil in den geschützten Bereichen der "Waschmechanismus" und der trocknende Wind fehlen, bildet sich unter der schwarzen Sinterkruste eine Art "Treibhaus"-Mikroklima, welches wiederum eine Ansiedlung von Bakterienkulturen, Algen und Pilzen begünstigt, deren Stoffwechselprodukte den Stein zusätzlich zerstören.

Zusätzlich zur Gipsbildung befinden sich in diesen geschützten Bereichen oft auch Anreicherungen von wasserlöslichen Salzen, meist Magnesiumsulfate, die während trockener Perioden pelzartige Überzüge ausbilden.

Alles in allem ist der St. Margarethener Kalksandstein ein relativ schlechtes, allerdings sehr beliebtes und mittlerweile auch schon historisches Restaurierungsmaterial (man erinnere sich an eine Aussage, die selbst von bedeutenden Geologen getroffen wurde: *"Der Stephansdom besteht aus St. Margarethener Sandstein"*.), das durch besser geeignetes, dauerhafteres Material ersetzt werden müßte; vor allem, wenn man die sehr hohen finanziellen Mittel berücksichtigt, die durch großzügige Spenden jährlich bereitgestellt werden müssen. Sollte man sich zukünftig doch für besser geeignetes Gesteinsmaterial entscheiden, könnte an der "ewigen Baustelle" Stephansdom ein nicht geringes Volksvermögen eingespart werden!

Da derzeit nur wenig geeignetes Material in noch aktiven Steinbrüchen abgebaut wird, wäre auch, nach detaillierter geologischer Vorerkundung, die Wiedereröffnung eines historischen Abbaues in Erwägung zu ziehen, der ausschließlich für Restaurierungen herangezogen wird. Als Alternative kämen nach sorgsamer Prüfung folgende Vorkommen in Betracht (in alphabetischer Reihenfolge): Bad Deutsch Altenburg Hundsheim, Lindabrunn (feinkörnige Varietäten), Kaisersteinbruch, Mannersdorf, Wolfsthal (Oolithe);

All diese Gesteine sind aufgrund ihrer Härte im Vergleich zu den St. Margarethener Kalksandsteinen natürlich nicht so einfach und mühelos zu bearbeiten wie dieser, haben aber aufgrund ihrer technischen Eigenschaften den Vorteil einer wesentlich besseren Haltbarkeit; weisen doch zum Beispiel barocke Grabsteine aus "Kaiserstein" noch jeden Hieb des Peckhammers auf. Der mögliche Einwand, daß es sich hierbei nicht um authentisches Material handelt, ist insofern unberechtigt, da auch der Kalksandstein aus St. Margarethen diese Forderung nicht erfüllt. Es werden zwar für die Jahre 1423 1430 zwei Eisenstädter Steinmetzen bezeugt, die mit St. Margarethener Stein am Turm von St. Stephan in Wien arbeiteten (SCHMELLER, 1965, S. 17), jedoch wurde daneben sehr viel anderes, auch sehr schwierig zu bearbeitendes, aber dauerhaftes Material verwendet. Als Beispiel mögen die vorgeblendeten Kreuzblumen am Nordturm aus sarmatischen, geröllführenden Kalkareniten und Konglomeraten aus dem Bereich Atzgersdorf-Liesing dienen (sichtbar von der Maßwerkalerie des Albertinischen Chores).

Außerdem sollte ein öffentlich verwaltetes, für Denkmalpfleger zugängliches Depot für historische Gesteine errichtet werden, die bei diversen Abbrüchen von Bauwerken zu Tage treten und meist auf eine Deponie verführt werden, da zum Beispiel die Vorkommen der hervorragend geeigneten und im Osten Österreichs weit verbreiteten Baugesteine vom Typ "Atzgersdorfer Stein" praktisch erschöpft sind, obwohl gerade dieses Gestein im gesamten Randbereich des Wiener Beckens einst weite Verbreitung hatte. Eventuell wären entsprechende Gesteinsvorkommen der Slowakei und Ungarns in dieser Hinsicht zu überprüfen.

3 Klosterneuburg Stiftskirche

An der Stiftskirche in Klosterneuburg werden seit dem Jahre 1991 umfangreiche Restaurierungsarbeiten durchgeführt. Diese Gelegenheit konnte für eine gesteinskundliche Aufnahme und Dokumentation des Verwitterungszustandes benutzt werden. Die derzeit in der Stiftskirche ausgestellten gesteinskundlichen Fassadenpläne wurden nach vergrößertem Photomaterial sowie nach photogrammetrischen Aufnahmen angefertigt, die freundlicherweise vom Bundesdenkmalamt (HR Dr. KITLITSCHKA LK Niederösterreich) zur Verfügung gestellt wurden.

Der Südturm sowie ein großer Teil des Langhauses wurden unter Dombaumeister F. SCHMIDT in den Jahren 1887 - 1892 (DEHIO, 1976, S. 151) weitgehend verändert und ausgebaut. An Gesteinen für Quader wurde für diese Umbauten hauptsächlich Zogelsdorfer Kalkarenit, Süßwasserkalk aus Duna-Almas (Nord-Ungarn bei Komorn a.d. Donau), für Sockel, Tür- und Fenstergewände Wöllersdorfer und Mannersdorfer Leithakalk verwendet. Die Steinbrüche von Duna-Almas wurden im Jahre 1600 eröffnet und befanden sich bis 1944 im Eigentum des Chorherrenstiftes Klosterneuburg (KIESLINGER, 1972, S. 64). Auffällig sind die sehr einheitlichen Quaderdimensionen aus dieser Bauphase, man könnte von Normierung sprechen, ganz im Gegensatz zur historischen Bausubstanz mit den sehr unterschiedlichen Quaderformaten.

Der Südturm sowie seine Fialen bestehen vorwiegend aus Zogelsdorfer Kalksandstein. Auffällig ist bei diesen Gesteinen die Schichtung, die durch lagenweise zusammengeschwemmte, härtere Bryozoenlagen verdeutlicht wird. Diese härteren Bryozoenlagen weisen senkrecht zur Schichtung verlaufende Klüfte auf, die im umgebenden Gestein nicht beobachtet werden können. Komponenten des Zogelsdorfer Kalkarenites bis -rudites, die mit freiem Auge zu erkennen sind: Bryozoen, Corallineen (Ästchen und Rhodolithen), diverse Bivalven und

Foraminiferen. Für das Maßwerk der Fenster wurde gelbbrauner Corallinaceenkalkrudrit verwendet, der sich von den "Zogelsdorfer" Quadern durch die Dominanz von Corallinaceen unterscheidet. Für die Gesimse unter der Balustrade fand ein feinkörniger, spärlicher Kalk aus Istrien Verwendung, der auch nach Untersuchungen von Dünnschliffen keine Fossilreste erkennen läßt. Die Brüstung der Maßwerk Galerie sowie die Schäfte der Fialen, die an den Ecken des Achteckes emporragen, bestehen überwiegend aus feinkörnigen Corallinaceenkalkareniten vom Typ Au am Leithagebirge.

Die in romanischem Stil erneuerte Langhaussüdfassade besteht in ihrem unteren Teil aus Zogelsdorfer Kalksandstein, der Lichtgaden aus Süßwasserkalk von Duna-Almas. Die architektonische Gliederung der Fassade durch halbrunde Wandvorlagen, Kapitelle und Gesimse wird durch regelmäßige, symmetrische Abwechslung dieser beiden farblich deutlich unterschiedlichen Gesteinsvarietäten auch optisch aufgelockert.

Im Verschneidungsbereich zwischen Langhausfassade und Südturm befindet sich noch ein Rest von originalem Quadermauerwerk aus braunem, mittel- bis grobkörnigem Quarzsandstein (Flyschzone, Greifensteiner Teildecke), an dessen Oberflächen noch Zangenlöcher und originale Bearbeitungsspuren in Form von Randschlag und Scharrierung zu beobachten sind.

Das Quadermauerwerk des Nordturmes besteht mit Ausnahme des Turmhelmes (Zogelsdorfer) durchwegs aus braunem Quarzsandstein (Flyschzone, Greifensteiner Teildecke). Auch hier sind noch Zangenlöcher und originale Bearbeitungsspuren zu beobachten. An Verwitterungserscheinungen sind vor allem oberflächenparallele Abplatzungen zu erkennen.

Aufgrund von Übersichtsbegehungen zeigte sich, daß in der historischen Bausubstanz des Stiftsbereiches Flyschsandsteine dominieren, aber für diverse qualitativeren Arbeiten auch diverse Kalkarenite und Kalkrudite der neogenen Randfazies zum Einsatz gelangten (diverse spätgotische Portale aus Zogelsdorfer Kalksandstein, Kapitelle aus grobkörnigem detritischem Leithakalk vermutlich aus Nußdorf, etc.). Eine detaillierte gesteinskundliche Untersuchung dieser Bereiche und der Steinobjekte des Lapidariums steht noch aus.

Der Erhaltungszustand der jetzt etwa hundertjährigen Bau- und Architekturteile ist gut, außerhalb der "Dunstglocke" der Großstadt Wien liegen auch stärker verwitterungsanfällige Gesteine, wie zum Beispiel die Flyschsandsteinquader des Nordturmes, in einem wesentlich besseren Erhaltungszustand vor. In den geschützten Bereichen des Südturmes (E und SE) traten durch Rußpartikel schwarz gefärbte Gipsinterbildungen auf, die während der Restaurierung (1991) entfernt wurden. Die Oberflächen der Quader und Architekturteile weisen oberflächliche Lösungserscheinungen auf. Weichere Gesteine (Typ "Auerstein" und Corallinaceenkalkrudite des Maßwerkes) haben durch Lösungsmulden und Lösungsgrübchen eine leicht wellige, unregelmäßigere Oberfläche erhalten, härtere Gesteine (Zogelsdorfer Quader) eine aufgeraute, aber glatte Oberfläche. Abplatzungen, die auf die Einwirkung von Feuchtigkeit zurückzuführen sind, können an den feinkörnigen Gesteinen (Typ "Auerstein") der Fialen auf der Balustrade beobachtet werden. Auffällig ist die Häufung von Schäden (Lösungsverwitterung) in einer Höhe von 10 bis 16 Metern über dem Stiftsplatz. Hierfür könnte mit Schadstoffen belasteter Herbstnebel, der in dieser Höhenlage auftritt, verantwortlich sein.

Relativ häufig kommen in den harten Leithakalken aus Wöllersdorf, vor allem in den Abdachungen der Strebepfeiler, Risse vor, die als Frostschäden zu interpretieren sind. In diesen bis zu 5mm offenen Rissen siedelten sich diverse Pflanzen an (div. Moose, Weiden), die entfernt werden mußten.

Im ersten Zug der Sanierungsmaßnahmen wurden die Fassaden mit dem JOS-System, einem sehr schonenden Sandstrahlverfahren, gereinigt. Danach wurden fehlende Teile von Kreuzblumen und Krabben mit einem hellen fein- bis mittelkörnigen italienischen Kalksandstein ("Palladio" von St. Gottardo bei Vicenza) ergänzt. Eine Neuverfugung und abschließende Hydrophobierung beendete diese mustergültige Restaurierung.

4 St. Michael (Wien I)

KIESLINGER (1979, S. 57 ff.) hatte in den fünfziger Jahren die Möglichkeit, die Grundmauern der Michaelerkirche und das aufgehende Mauerwerk der Innenfassaden zu untersuchen. Nach seinen Beobachtungen ist in den Fundamenten des Hauptschiffes (Streifenfundamente) "urtümlich" erscheinendes, aus unförmigen Steinblöcken zusammengefügtes Bruchsteinmauerwerk vorhanden, in welchem lageweise die Steine schräg geschichtet wurden, sodaß gleichsam ein halbes "opus spicatum" entstanden ist. Zwischen den Steinen klaffen große Löcher und in den Stoßfugen befindet sich kein Mörtel. Mörtel wurde nur zwischen den einzelnen Steinscharen verwendet. An Gesteinen wurden Sarmatsandsteine vom Typus Türkenschanze und grüne Flyschsandsteine beobachtet.

Im aufgehenden Mauerwerk des Langhauses und des Querhauses bestimmte KIESLINGER geröllführende Corallinaceenkalkrudite ("*Torton Wien-Süd*").

Die im Zuge der Restaurierungen des Jahres 1990 zugänglichen romanischen und gotischen Bereiche der Südfassade, wurden übersichtsmäßig beprobt und photographisch dokumentiert. Im wesentlichen kann im romanischen Altbestand Badenum Wien-Süd beobachtet werden. Daneben finden sich in den Strebebfeilern (gotische Zubauten), Sandsteine und fossilreiche ("Cerithien") sarmatische Kalkarenite und -rudite vom Typ "Atzgersdorf" oder "Türkenschanze". Die fossilfreien Sandsteine sind feinkörnig ausgebildet und weisen Schrägschichtungen auf. An den Strebebfeilern finden sich außerdem helle, detritäre "Leithakalke" (Corallinaceenkalke) mit Quarzgeröllen unsicherer Herkunft (Hainburger Berge oder Leithagebirge).

Die Fortsetzung der Restaurierungsarbeiten im Jahre 1991 (Oktober November) erfolgte an den nördlichen Bauteilen, dem romanischen Querschiff und dem gotischen Chor. An Gesteinen wurden im romanischen Querschiff vorwiegend geröllführende Leithakalke vom Westrand des Wiener Beckens aus dem Süden von Wien verwendet, daneben kommen aber auch sarmatische, fossilreiche, geröllführende Atzgersdorfer Kalkarenite vor. Am gotischen Chor wurden vorwiegen Kalksandsteine vom Typ "Atzgersdorf" verwendet und zwar fein- und grobkörnige Lumachellen, Oolithe, "Cerithien"-reicher Kalkrudit und gelbliche, feinkörnige, quarzreiche Arenite. Für die Fenstergewände der Spitzbogenfenster des gotischen Chores wurden mittelharte, weiße Mannersdorfer Corallinaceenkalke verwendet. Als Datum für die Errichtung des Chores wird der Zeitraum zwischen 1327 und 1340 in Betracht gezogen, aber auch ein Datum um 1416 erwogen. Die Verwendung des mittelharten Mannersdorfer

Corallinaceenkalkes für die Fenstergewände würde eher für dieses spätere Datum (1416) sprechen.

Aufgrund des späten Redaktionsschlusses für diesen Artikel können hier noch die neuesten Beobachtungen an der nördlichen romanischen Langhausfassade miteinfließen. Es ergaben sich deutliche Unterschiede in der lithologischen Zusammensetzung im Vergleich mit dem Querhaus, die sich wie folgt äußern. Schon von ferne sind diverse Störungen im Quadermauerwerk zu beobachten, die sich aus der Nähe betrachtet auch gesteinskundlich festgelegt werden können. Einerseits dominiert Atzgersdorfer Stein mit Zangenlöchern (I) und andererseits kommen homogene, nicht geschichtete Corallinaceenkalkrudite noch unbekannter Herkunft (Leithagebirge ?) in größeren Mengen ebenfalls mit Zangenlöchern vor. Auch die Rundbogenfriese weisen in den entsprechenden Fassadenabschnitten diese Gesteinsverwendung auf. Diese ersten Beobachtungen zeigen, daß im nördlichen Langhaus mit einer differenzierten Baugeschichte, etwaigen Um- oder Neubauten zu rechnen ist, die nur durch eine detaillierte Aufnahme und Diskussion mit dem Bauhistoriker geklärt werden kann.

Restaurierungskritik

Die erste Kritik trifft den Zeitpunkt der Restaurierung. Derartige Maßnahmen im Spätherbst mit schon beachtlichen Nachtfrösten anzusetzen, sodaß die Libelle in der Wasserwaage gefriert, sind dem Abbindeverhalten von diversen Antragungen mit Sicherheit abträglich (nach einer mündl. Mitt. des zuständigen Restaurators gab es Nächte mit -11°C !).

Fragwürdig ist außerdem warum die Zangenlöcher an den gotischen Quadern geschlossen wurden, die Zeugnis von einer historischen Arbeitstechnik ablegen. Das Argument der Verkleinerung der Angriffsfläche für die Verwitterung ist in diesem Fall nicht schlüssig, da diese Spuren doch immerhin einen Zeitraum von über einem halben Jahrtausend unbeschadet überstanden haben. Außerdem werden diese Antragungen ohnehin meist zu hart und in einer unpassenden Farbe hergestellt, sodaß sie einerseits in kurzer Zeit wieder abfallen oder als unschöne graue Flecken den optischen Eindruck eines Bauwerkes stören.

Lobend muß hingegen erwähnt werden, daß als Ersatzmaterial der auch in Teilen der gotischen Substanz vorhandene, mittelharte Mannersdorfer Stein für die Ausbesserung dieser Bauteile verwendet wurde. Negativ muß jedoch vermerkt

werden, daß dieses sehr helle Gestein auch für die Bereiche mit Atzgersdorfer Stein und Badanium Wien-Süd verwendet wurde; Gesteine, die eine wesentlich dunklere ins bräunliche und rotbraune gehende Farbe aufweisen. Die danach erfolgte Patinierung dieser Neuteile gleicht diese Unregelmäßigkeiten für eine gewisse Zeit sicher aus.

5 Steinverwendung in Wien vom 13. - 15. Jahrhundert

Aufgrund dieser Untersuchungen sowie weiterer Beobachtungen an verschiedenen anderen Kirchen (Maria am Gestade, Minoritenkirche, Burgkapelle, Ruprechtskirche, Kirche am Hof, Schottenkirche) kann für Wien folgende Chronologie in der Gesteinsverwendung im Sakralbau erstellt werden. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei KIESLINGER (1979).

Im 12/13. Jahrhundert war das bedeutendste Baugestein, das auch für plastische Darstellungen verwendet wurde, ein geröllführender Leithakalk vom Westrand des Wiener Beckens aus der Region zwischen Baden und Wöllersdorf (Badanium Wien-Süd). Die genaue Lage dieser historischen Steinbrüche ist nicht bekannt, sie müssen sich aber aufgrund der Flyschsandsteingerölle und kalkalpinen Komponenten in diesem Bereich befunden haben. Am ehesten vergleichbar ist noch die geröllführende Corallinaceenkalkfazies aus dem unteren Bruch der Steinbrüche des Rauchstallbrunngrabens bei Baden. Wegen seiner Schichtung, Geröllführung, Härte und Inhomogenität war dieses Gestein mit den damaligen, recht bescheidenen Mitteln (Zweispitz, Bossierhacke, Spitzeisen, Beizeisen, etc.) relativ schwierig zu bearbeiten. An Bearbeitungsspuren auf Quadern finden sich vorwiegend Randschlag und Hackspuren (Steinhacke, Bossierhacke); Steinmetzzeichen sind eher selten zu beobachten. Zangenlöcher fehlen, da zu dieser Zeit noch der Steinwolf in Gebrauch war und sich die Wolflöcher an der Quaderoberseite, dem "Lager" befinden. Untergeordnet kamen vorwiegend für Bruchsteinmauerwerk und Fundamente sarmatischer Atzgersdorfer Stein vermutlich von der Türkenschanze (Wien XVIII) und Flyschsandstein zur Verwendung.

Im 14. Jahrhundert scheinen die Vorkommen des Badanium Wien-Süd aufgegeben worden zu sein, da sich dieser Gesteinstyp nur mehr in Zweitverwendung und hier auch nur am Stephansdom nachweisen läßt. Das Hauptbaumaterial dieser Zeit war der sarmatische Atzgersdorfer Stein, der an fast allen sakralen Bauwerken der Wiener Gotik eine Vorrangstellung besitzt. Daneben finden sich am Stephansdom die "Götzendorfer Sandsteine", die bis jetzt nur an diesem Bauwerk nachgewiesen

werden konnten. Für plastische Arbeiten gewinnt der Kalksandstein von Au am Leithagebirge eine unübertroffene Bedeutung. Die Quader am Albertinischen Chor aus "Auerstein" nehmen eine Sonderstellung ein und konnten als Baumaterial in dieser Größenordnung ebenfalls nur am Stephansdom nachgewiesen werden. An Bearbeitungsspuren auf Quadern sind nach wie vor Randschlag und Hackspuren zu erkennen. Dazu kommen nun Zangenlöcher, die auf den Gebrauch der Steinzange als Hebewerkzeug zurückzuführen sind, Steinmetzzeichen werden sehr häufig.

Gegen Ende des 14. und dann im 15. Jahrhundert übernehmen die Gesteinsvorkommen des Leithagebirges die Führung im Bauwesen und verdrängen die bis dahin verwendeten sarmatischen Atzgersdorfer Kalksandsteine, obwohl diese im näheren Einzugsbereich der Brüche nach wie vor verwendet werden (Spitalskirche in Mödling, Pfarrkirche in Maria Enzersdorf, etc.). Für Quader wurden vor allem die Brüche von Mannersdorf und Au am Leithagebirge herangezogen. Bei plastischen Arbeiten setzte sich immer mehr der "*Bildhauerstein*" von Breitenbrunn durch. Bei den Bearbeitungsspuren auf Quaderoberflächen werden die Hackspuren durch Spuren des Scharriereisens abgelöst. Der in der Literatur immer wieder erwähnte Zogelsdorfer ("Eggenburger") Stein kann in Bauwerken und Plastiken dieser Zeit noch nicht nachgewiesen werden.

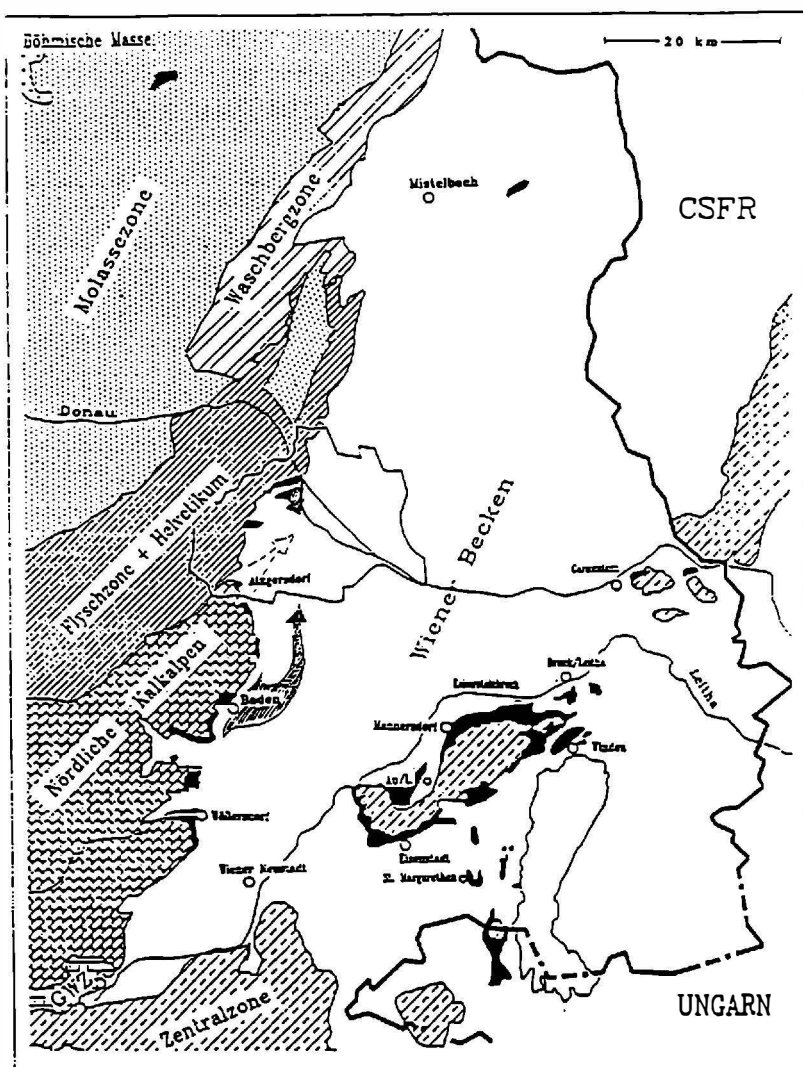


Abb. 8: Steinlieferungen nach Wien im 13. Jahrhundert

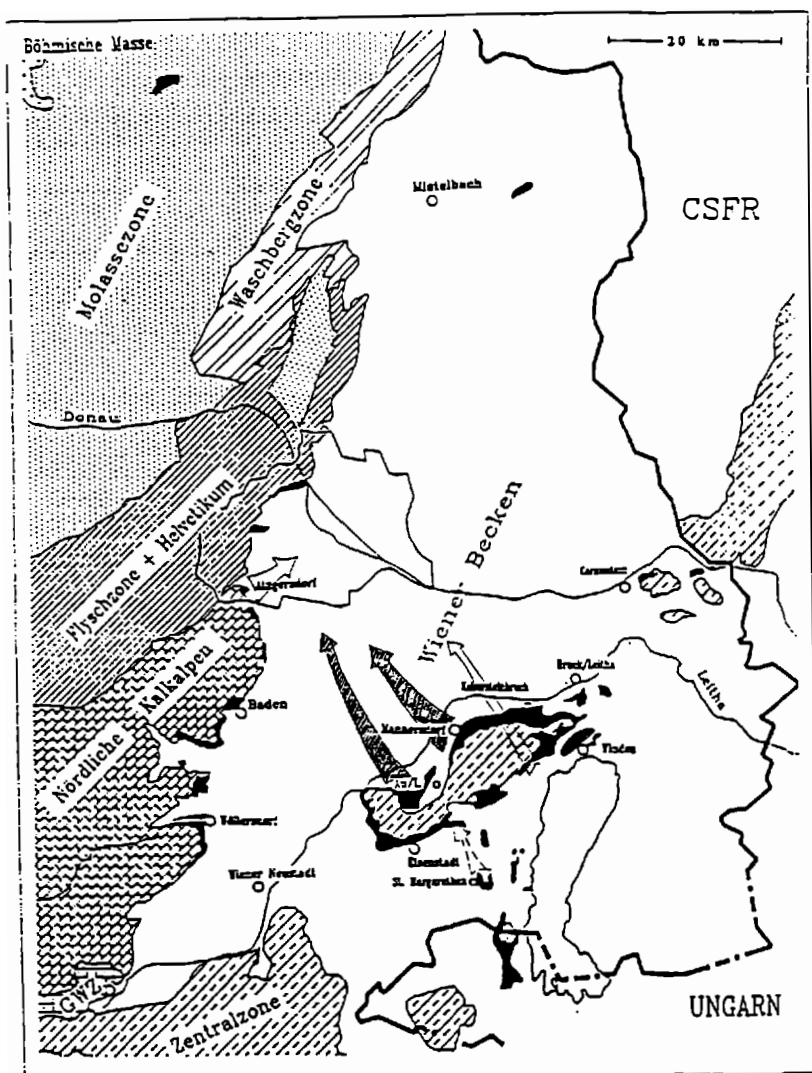


Abb. 10: Steinlieferungen nach Wien Ende 14. Anfang 15 Jahrhundert.

6 Literatur

BUNDESDENMALAMT (Hrsg.; 1973): DEHIO Handbuch. Die Kunstdenkmäler Österreichs. Wien. - 6. Aufl., 218 S., 4 Übersichtskarten, Wien (Anton Schroll & Co.).

BUNDESDENMALAMT (Hrsg.; 1976): DEHIO Handbuch. Die Kunstdenkmäler Österreichs. Niederösterreich. - 5. Aufl., 416 S., 3 Übersichtskarten, Wien (Anton Schroll & Co.).

BUNDESDENMALAMT (Hrsg.; 1980): DEHIO Handbuch. Die Kunstdenkmäler Österreichs. Burgenland. - 2. Aufl., 346 S., Wien (Anton Schroll & Co.).

BUNDESDENMALAMT (Hrsg.; 1990): DEHIO Handbuch. Die Kunstdenkmäler Österreichs. Niederösterreich nördlich der Donau. 1415 S., 6 Übersichtskarten, Wien (Anton Schroll & Co.).

CORRENS, C. W. (1981): Einführung in die Mineralogie. - 485 S., 391 Abb., 1 Taf., Berlin-Heidelberg-New York (Springer).

FEUCHTMÜLLER, R. & P. KODERA (1978): Der Wiener Stephansdom. - 420 S., 356 Abb., 28 Fig., Wien (Wiener Dom-Verlag).

HARL, O. (1990): Archäologische Beiträge zur Baugeschichte des Westwerkes von St. Stephan in Wien. - Österr. Zeitschrift f. Kunst und Denkmalpflege, XLIV/90, Heft 1/2, 39 - 47, Wien.

JAXTHEIMER, B. W. (1990): Die Baukunst - Stilkunde - Gotik. - 416 S., 350 Abb., Eltville am Rhein (Bechtermünz Verlag).

KALMAN, W. (1993): Photogrammetrische Aufnahme des Stephansdomes als Grundlage einer Dokumentation der petrographischen Zusammensetzung und des Verwitterungszustandes der Fassaden. unveröff. Diplomarbeit am Inst. f. Vermessungswesen und Fernerkundung d. Univ. f. Bodenkultur Wien, 51 S. Wien:

KIESLINGER A. (1930): Überblick über die Ursachen der Verwitterung an Bauwerken. - Wiener Bauhütte, 24, Wien.

KIESLINGER, A. (1932): Zerstörungen an Steinbauten, ihre Ursachen und ihre Abwehr. - Leipzig/Wien (Deuticke).

KIESLINGER, A. (1938): Zur Geschichte des Wiener Sandsteins. - Unsere Heimat N. F., 11, 151 - 200, Wien.

KIESLINGER, A. (1949): Die Steine von St. Stephan. 486 S., 207 Abb., Wien (Herold).

KIESLINGER, A. (1952): Bericht über die Führung in den Stephansdom 16. Juni 1951. - Verh. d. Geol. B.-A., 1951/C, 130 - 132, Wien.

KIESLINGER, A. (1952): Neue Forschungsergebnisse an mittelalterlichen Bauten in Wien. - Mitt. d. Ges. f. vergleichende Kunstforschung, 4, Nr. 3, 27 - 28, Wien.

KIESLINGER, A. (1953): Der Bau von St. Michael in Wien und seine Geschichte. - Jb. d. Ver. f. Geschichte d. Stadt Wien, 10, 1 - 74, Wien.

KIESLINGER, A. (1958): Gesteinskunde im Dienste der Baugeschichtsforschung. Anz. d. Österr. Akad. d. Wiss. phil.-hist. Kl., Jahrgang 1957, Nr. 25, 399 - 404, Wien.

KIESLINGER, A.(1964): Bausteine Wiens. - Mitt. d. Geol. Ges. in Wien, 57/1, 217 - 224, Wien.

KIESLINGER, A. (1964): Zur Geschichte der Steinverfrachtung auf der Donau. Österr. Ingenieur Zeitschrift (Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines), 8/7, 109. Jahrgang, 253 - 260, Wien.

KIESLINGER, A.(1972): Die Steine der Wiener Ringstraße. Ihre technische und künstlerische Bedeutung. - 665 S., Wiesbaden (Franz Steiner Verlag).

KIESLINGER, A.(1979): Wiener Baustoffe bis um 1600.- Restauratorenblätter, 3, Steinkonservierung und Steinrestaurierung, 26 - 107, Wien.

KRAUS, Karin (1988): Verwitterung von Naturwerksteinen. - Z. f. Bauinstandhaltung u. Denkmalpflege, 5, Jg. 11, 143 - 149, Köln.

MENTLER, A. & H.W. MÜLLER (1984): Biogene Verwitterung von Naturbausteinen an historischen Baudenkmälern in Wien. - Wiener Ber. über Naturwiss. i. d. Kunst, 1, 228 - 238, Wien.

MENTLER, A., W.E. KRUMBEIN, H.W. MÜLLER & B. SCHWAIGHOFER (1984): Mikrobiologie von Gesteinen der Hofburg und des Stephansdomes. - 4. Koll. über Steinkonservierung, 183 - 192, Münster.

MENTLER, A. (1985): Untersuchungen zur biologischen Verwitterung von Naturbausteinen im Wiener Stadtgebiet. - Diss., Inst. f. Bodenforsch. u. Baugeol. d. Univ. f. Bodenkultur Wien, 211 S., Wien.

MENTLER, A., H.W. MÜLLER & B. SCHWAIGHOFER (1985): Zur biogenen Verwitterung des Kalksandsteines am Stephansdom in Wien. Wiener Ber. über Naturwiss. i. d. Kunst, 2/3, 212 - 229, Wien.

MEYER, D.E. (1992): Geowissenschaftliche Forschung auf dem Natursteinsektor. Aufgaben und Herausforderungen für ein interdisziplinäres Berufsfeld. Die Geowissenschaften. Forschung und Praxis, Organ der Alfred Wegener Stiftung, 9/10, 246 - 250, Weinheim (VCH Verlagsges.).

MORSBACH, P. (Hrsg., 1989): Der Dom zu Regensburg. Ausgrabung, Restaurierung, Forschung. - Kataloge und Schriften/Kunstsammlungen des Bistums Regensburg, 294 S., München-Zürich (Schnell & Steiner).

MÜLLER, H. W., B. SCHWAIGHOFER, W. KALMAN, F. OTTNER & W. SCHNEIDER (1990): A photogrammetric survey of St. Stephen's Cathedral in Vienna as a basis for the mapping of petrological composition and the state of weathering. - (In: P.G. MARINOS & G.C. KOUKIS (eds.): The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites. - proc. of an int. symposium organized by the greek national group of IAEG/Athens/19. - 23. September 1988), 4, 2031 - 2042, A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.

MÜLLER, H. & ROHATSCH, A. (1993, in Druck): Gesteinskundliche Untersuchungen an historischen Plastiken am Beispiel der "Blanche de Valois". - Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud. Österr., 39, Wien.

ROHATSCH, A. & H. W. MÜLLER (1990): Gesteinskundliche Untersuchungen und Dokumentation des Verwitterungszustandes der Fassaden des Wiener Stephansdomes. (In: H. LICHTENEGGER et al. (Hrsg.): Kulturgut - Dokumentation und Forschung.) Mitt. d. geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, 69, 183 - 184, Graz.

ROHATSCH, A. (1991): St. Stephan - Herkunft, Petrographie und Verwitterung der Baugesteine des Albertinischen Chores. Diss. Inst. f. Bodenforsch. u. Baueol., Univ. f. Bodenkultur Wien, 180 S., 83 Abb., 4 Tab., 6 Taf., Wien.

ROHATSCH, A. & H. W. MÜLLER (1991): Zur Herkunft der sogenannten "Flyschsandsteine" des Stephansdomes. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 37, 119 - 125, Wien.

ROHATSCH, A. (1991): St. Stephan - Herkunft, Petrographie und Verwitterung der Baugesteine des Albertinischen Chores. - Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr., 37, 141 - 155, 4 Abb., 1 Beil. Wien.

ROHATSCH, A. (1993, in Druck): Ökologische Aspekte bei Foraminiferenfaunen des Sarmatium aus den Randbereichen des Wiener Beckens. Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud. Österr., 39, Wien.

RZIHA, F. (1989): Studien über Steinmetzzeichen. Reprint d. Orig.-Ausg. (Wien) 1883. - 57 S., 68 Taf., Wiesbaden-Berlin (Bauverlag).

SCHMELLER, A. (1965): Das Burgenland. Seine Kunstwerke, Historischen Lebens- und Siedlungsformen. - 244 S., Salzburg (Verlag St. Peter).

UHLIRZ, K. (1902): Die Rechnungen des Kirchenmeisteramtes von St. Stephan zu Wien. - Wien (Verlag Braumüller).

VITRUVIUS, P. M. (1991): Vitruvii De architectura libri decem = Zehn Bücher über Architektur. - Übers. mit Anmerk. versehen v. Curt FENSTERBUSCH, 5. Aufl., Wiss. Buchgesellschaft Darmstadt (Bibliothek klassischer Texte), Darmstadt.

WEBER, J., A. VENDL, H. PASENINGER & H. RICHARD (1984): Untersuchungen über den Einfluß von Luftschadstoffen auf die chemische Verwitterung von Naturbausteinen. - Wiener Ber. über Naturwiss. i. d. Kunst, 1, 239 - 257, Wien.

WEBER, J. (1985/86): Der Wiener Stephansdom - Baugeschichte und Bausubstanz. Messungen zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen Schadstoffimmissionen und der Korrosion von Naturstein. Wiener Ber. über Naturwiss. i. d. Kunst, 2/3, 193 - 199,.

WINKLER, E. M. (1973): "Stone: Properties, Durability in Man's Environment". Wien/New York (Springer).

ZYKAN, M. (1981) Der Stephansdom. "Wiener Geschichtsbücher", 26/27, Wien/Hamburg (Paul Zsolnay).

ZYKAN, M. (1990): Der Westbau von St. Stephan. Zur Forschungslage und aktuellen Problematik. - Österr. Zeitschrift f. Kunst und Denkmalpflege, XLIV/90, Heft 1/2, 47 - 52, Wien.

**Autor: Mag.Dr. Andreas Rohatsch
Institut für Geologie
TU-Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien**