

# Photogrammetrische Aufnahme des Stephansdomes als Grundlage einer Dokumentation der petrographischen Zusammensetzung und des Verwitterungszustandes der Fassaden

Dip.Ing. W. Kalman

## Zusammenfassung:

Für die Erhebung der petrographischen Zusammensetzung sowie einer Dokumentation des Verwitterungszustandes der Fassaden des Wiener Stephansdomes wurde eine photogrammetrische Aufnahme notwendig, da keine dafür geeigneten Pläne vorhanden waren. Diese wurde vom Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung der Universität für Bodenkultur Wien in Zusammenarbeit mit der Abteilung Baugeologie durchgeführt. Die Planung der Aufnahme dieses komplexen Großobjekts und die Erstellung der bislang vorliegenden Pläne wird erläutert.

## 1. Einleitung

Die Sanierung und Erhaltung großer Baudenkmäler wie des Wiener Stephansdomes ist im Lauf der letzten Jahre zu einem Problem geworden, dessen Lösung sowohl finanziell als auch technisch erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Obwohl die komplexen Zusammenhänge zwischen den chemischen, physikalischen und biologischen Prozessen, die bei der Zerstörung von Naturbausteinen eine Rolle spielen, heute weitgehend bekannt sind, ist derzeit keine befriedigende Lösung in Sicht.

Die Anforderungen an den Schutz wertvoller Bauten stehen den derzeitigen Möglichkeiten in vielen Fällen beinahe diametral gegenüber. Der Einsatz von Steinfestigern ist bisher in vielen Fällen fehlgeschlagen, sodaß der Austausch von zerstörtem Material für einen längeren Zeitraum die einzige Alternative bleiben wird. Dadurch geht früher oder später die gesamte ursprüngliche Bausubstanz verloren. Beim derzeitigen Verwitterungsfortschritt zeichnet sich möglicherweise ein Totalaustausch im Lauf der nächsten hundert Jahre ab, sollte es nicht gelingen die verbliebene Altsubstanz vor Verwitterung zu schützen. Es kann kaum noch von einer

organischen Veränderung der Altsubstanz gesprochen werden, sondern es handelt sich um die Erstellung einer Kopie bei gleichzeitigem Verlust des Originals. Ob es dabei sinnvoll wäre, alte Bearbeitungsspuren zu imitieren und Steinmetzzeichen zu übertragen, bleibt dahingestellt. Da heute jede Form der Sanierung und Bestandserhaltung mit einer häufig irreversiblen Veränderung des Originalbestandes verbunden ist, sollte die Erfassung des Originalbestandes am Anfang jedes Sanierungskonzeptes stehen.

Abgesehen vom Problem des fortschreitenden Substanzverlustes bei wichtigen Baudenkmalern werden minder bedeutende Bauwerke voraussichtlich wegen fehlender Mittel nicht erhalten werden können. Diese Kulturgüter, die früher oder später unwiederbringlich verloren gehen werden, sollten zumindest in möglichst objektiven und umfassenden Dokumentationen für die Nachwelt erhalten werden.

Sowohl für wissenschaftliche Zwecke als auch als Beweissicherung für Schadenserkenkung und Schadensbehebung sowie als Bestandsdokument ist eine möglichst ungeneralisierte Istformerfassung unerlässlich (H.FORAMITTI, 1976). Diese kann heute nur durch die Photogrammetrie in wirtschaftlicher Form erfüllt werden. Die Photogrammetrie ist derzeit das einzige Verfahren für eine rasche, umfassende und objektive Formdokumentation in Bauforschung und Denkmalpflege.

Die photogrammetrische Aufnahme des Stephansdomes wurde notwendig, da die wenigen vorhandenen Pläne nicht steingerecht waren und es abgesehen von einigen Probeaufnahmen durch H. FORAMITTI keine auswertbaren Meßbilder für gesteinskundliche Aufnahmen und Verwitterungskartierung gab.

## **2.Aufnahmeplanung**

Ein sehr wesentlicher Punkt bei der photogrammetrischen Aufnahme eines Großobjektes wie des Wiener Stephansdomes ist die sorgfältige Planung der Aufnahmestandpunkte. Anzahl und Lage dieser Punkte werden von den apparativen Möglichkeiten bei Aufnahme und Auswertung, von der baulichen Beschaffenheit des Objektes und seiner Umgebung sowie vor allem vom geforderten Ergebnis, speziell hinsichtlich Genauigkeit, bestimmt.

Die wesentliche Anforderung an die Pläne für die petrographische Bestandsaufnahme war die eindeutige Identifizierbarkeit der Quader und damit die Möglichkeit der

eindeutigen Zuordnung der einzelnen Steine an den Fassaden. Die Pläne mußten also steingerecht sein, die Genauigkeitsansprüche waren allerdings relativ gering.

Da es aber bis zu diesem Zeitpunkt, abgesehen von einigen Probeaufnahmen durch H.FORAMITTI, keine Meßbilder vom Stephansdom gab und eine Aufnahme des Domes durch andere Institutionen zu diesem Zeitpunkt nicht in Sicht war, wurden höhere Genauigkeitsanforderungen an die Meßbilder gestellt. Einige der nachfolgenden Überlegungen, die unter anderem der Aufnahmeplanung zugrunde lagen, waren für den Zweck der petrographischen Kartierung unerheblich.

Für die photographische Aufnahme stand die große Hebebühne der Wiener Feuerwehr mit einer Maximalhöhe von 35m nur fallweise zur Verfügung. Daher mußte es unter anderem Ziel der Aufnahmeplanung sein, die Aufnahmestandpunkte so festzulegen, daß ein rascher Ablauf des Aufnahmevorganges gewährleistet war. Aufgenommen wurde mit einer Meßbildkamera des Typs UMK (Universalmeßkamera) der Firma Jenoptik, Jena, (Bildformat 13cm x 18cm, Kammerkonstante 99,82mm). Da bei einer großen Ausladung der Hebebühne mit Bewegungsunschärfen zu rechnen war, wurde ein relativ lichtempfindlicher Film (Kodak Tri-X-Pan Professional) verwendet.

Die Planung erfolgte an einem Papiermodell des Stephansdomes (Maßstab 1:220) unter Berücksichtigung des horizontalen bzw. vertikalen Aufnahmewinkels der Kamera. Dabei waren folgende Punkte zu beachten:

Minimierung der Abweichung der Aufnahmeachse zur Flächennormalen des aufzunehmenden Objektes, um Schwierigkeiten bei einer photogrammetrischen Entzerrung zu vermeiden,

Vermeidung von Abbildungsverlusten in stark gegliederten Fassadenabschnitten durch Verdecken,

Einhaltung eines geeigneten Basis-Abstands-Verhältnisses in Bereichen, in denen eine stereoskopische Auswertung vorgesehen war,

Berücksichtigung der Möglichkeiten der Hebebühne bezüglich Reichweite, Ausladung und Manövrierbarkeit,

Einhaltung einer Aufnahmeentfernung kleiner als 30m aus Bildmaßstabs- und Genauigkeitsüberlegungen.

Zur eindeutigen Festlegung und zur genauen Bezeichnung der aufzunehmenden Fassadenabschnitte wurde das von der Dombauhütte für den Wiederaufbau eingeführte Koordinatensystem verwendet. Für die Aufnahmen wurden Detailskizzen (siehe Abb.1) angefertigt, auf denen die Standpunkte des Feuerwehrowagens, die geplanten Aufnahmepositionen und die Aufnahmerichtungen eingezeichnet sind.

Neben der Aufnahmerichtung wurde die Höhe der Hebebühne in Metern und in Bezug zu markanten Punkten am Dom sowie der aufzunehmende Fassadenabschnitt vermerkt. In diese Skizzen wurde während der Aufnahme zu den einzelnen Aufnahmepositionen die laufende Bildnummer der Kamera eingetragen. Daneben wurde ein Protokoll geführt, in dem Bildnummer, eingestellte Entfernung, Blende, Belichtungsdauer und aufgenommenes Detail einzutragen waren.

Die Aufnahmetage wurden neben der Verfügbarkeit des Feuerwehrowagens vor allem von Licht- und Wetterverhältnissen bestimmt. Optimale Verhältnisse sind an windstillen Tagen mit bedecktem Himmel gegeben. Dadurch werden Bewegungsunschärfen und Schatten vermieden. Durch ungünstige Wetterverhältnisse ergaben sich Wartezeiten von mehreren Wochen. Es konnten durchschnittlich 40 Aufnahmen pro Aufnahmetag gemacht werden. Im Rahmen der gegenständlichen Arbeit wurden ca.95% der Fassade und die Türme bis in eine Höhe von 56m mit ca.200 Aufnahmen photographisch erfaßt.

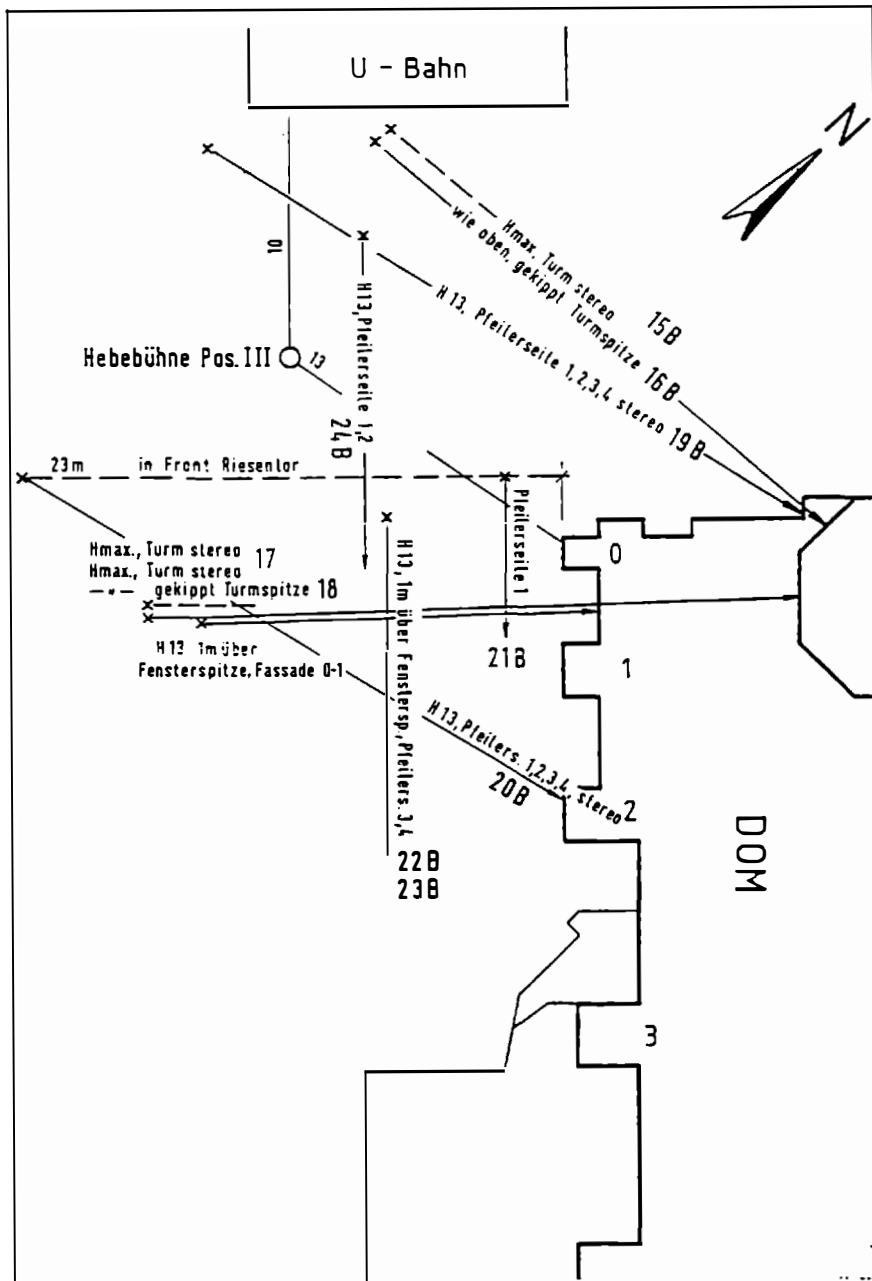


Abb. 1 Detailplan für die Aufnahmendisposition

### 3. Photogrammetrische Auswertung und Planerstellung

Da bei den Aufnahmen eine ausreichende Stabilität der Hebebühne nicht gegeben war, konnte die äußere Orientierung nicht exakt eingestellt werden. Außerdem war ein rascher Aufnahmeablauf notwendig, da die Hebebühne - wie bereits erwähnt - nur begrenzte Zeit zur Verfügung stand. Daher erfolgte die Bestimmung der Elemente der äußeren Orientierung durch Paßpunktmessung. Die Auswahl der Paßpunkte wurde anhand der von den Bildnegativen angefertigten Kontaktkopien (siehe Abb.2) vorgenommen.

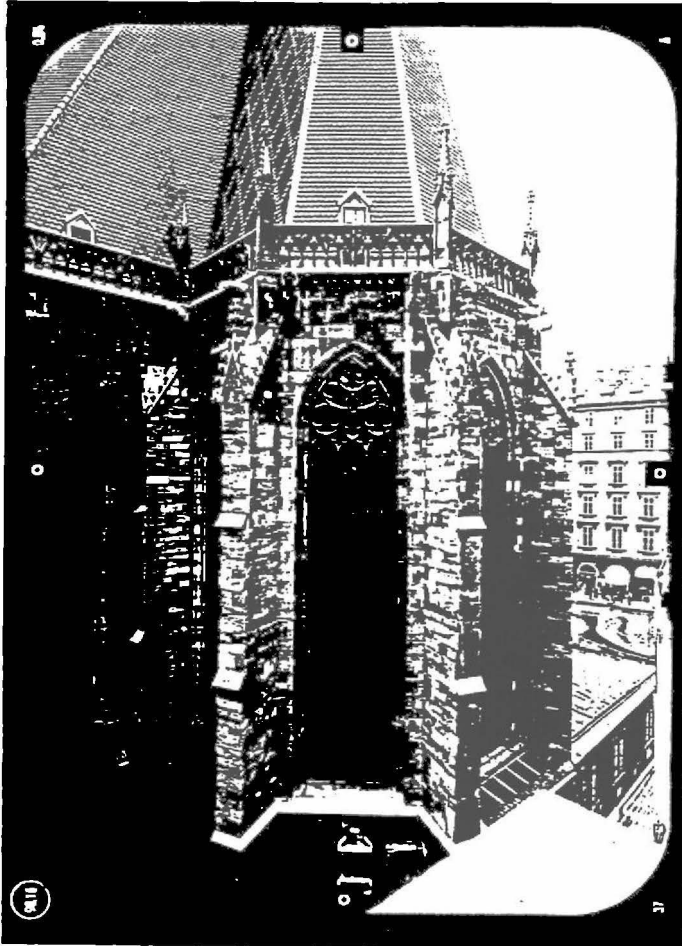


Abb.2: Kontaktkopie

Die Paßpunktmessung wurde nur an der Westfassade durchgeführt, da nur dieser Fassadenabschnitt photogrammetrisch ausgewertet wurde. Die Messung der Paßpunkte erfolgte mittels Vorwärtseinschnitt aus 5 Polygonpunkten. Als Meßinstrument stand der mit einem Steilsichtprisma ausgestattete Theodolit ELTA 3 der-Fa. Carl ZEISS, Oberkochen zur Verfügung.

Von den einzelnen Polygon- bzw. Paßpunkten wurden Lageskizzen gezeichnet, die mit einer Punktbeschreibung versehen sind. Diese Punktskizzen beinhalten auch die Koordinaten im Gauß-Krüger System, bei den Paßpunkten auch im transformierten Koordinatensystem. Um die Auffindung der einzelnen Paßpunkte zu erleichtern, wurde eine Übersichtsskizze der Paßpunkte gezeichnet.

Ursprünglich bestand die Absicht, die Fassaden abschnittsweise zu entzerren, fallweise unterstützt durch stereoskopische Auswertung. Diese Vorgangsweise wurde nur für die Westfassade beibehalten. Für die Entzerrung wurde ein Lageplan der Paßpunkte bezüglich der transformierten X- und Z-Achse im Maßstab 1:50 gezeichnet. Daneben wurde mittels stereoskopischer Auswertung ein Lineament der Fassade erstellt, um nichtebene Objektteile unverzerrt darstellen zu können. Anhand dieses Lineaments und der Paßpunkte wurden die Entzerrungen durchgeführt. Die entzerrten Positive bzw. das Lineament wurden einer Transparentfolie unterlegt und der Plan hochgezeichnet.

Im weiteren Verlauf wurde das Verfahren aus Zeit- und Kostengründen vereinfacht. Für den Plan des Albertinischen Chores wurden nicht entzerrte Positive im ungefähren Maßstab 1:50 verwendet. Für die Vergrößerungen wurden Sperrmaße mittels Stahlband gemessen. Diese Pläne erwiesen sich für die petrographische Aufnahme und Verwitterungskartierung als vollkommen ausreichend. Erforderlichenfalls kann eine photogrammetrische Auswertung zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden.

#### 4.Schluß

Für die petrographische Aufnahme des Wiener Stephansdomes konnten durch den Einsatz der Photogrammetrie kostengünstige Arbeitsunterlagen geschaffen werden. Die flexiblen Auswertemöglichkeiten der Meßbilder erwiesen sich als wesentlicher Vorteil für die Erstellung der Pläne, da die Vorgangsweise im Verlauf der Arbeiten geändert werden konnte und dadurch sowohl der Aufwand als auch die Kosten erheblich reduziert werden konnten. Da bis zu diesem Zeitpunkt praktisch keine

Meßbilder vom Stephansdom vorhanden waren, wurden an die photogrammetrische Aufnahme höhere Anforderungen gestellt als für diesen Zweck erforderlich war. Die geringen finanziellen Mittel machten jedoch eine exakte Auswertung im Sinne einer Bauaufnahme unmöglich. Darüber hinaus wäre für eine Bauaufnahme die Hinzuziehung eines Bauforschers unerlässlich gewesen, da sowohl eine stereoskopische Auswertung als auch das Hochzeichnen der Pläne bereits durch die Auswahl der aufzunehmenden Linien und Details eine Interpretation darstellt.

Die bisher erstellten Pläne haben nicht nur ihre Eignung für die petrographische Aufnahme und Schadbildkartierung bereits unter Beweis gestellt, sie dürften auch die Dombauleitung überzeugt haben, daß eine steingerechte Aufnahme des Wiener Stephansdomes nicht nur als Dokument des Denkmalschutzes wertvoll und notwendig ist, sondern daß steingerechte Pläne auch praktische Bedeutung als Ausschreibungsgrundlage für die Vergabe und Durchführung der laufenden Renovierungsarbeiten besitzen. Die Dombauleitung hat daher ein privates Unternehmen mit einer nochmaligen Aufnahme des Stephansdomes beauftragt, die im Jahr 1992 auch durchgeführt wurde. Dabei wurden nicht nur die Außenfassaden, sondern auch der Innenraum des Domes photogrammetrisch aufgenommen und stereoskopisch ausgewertet. Der ungleich höhere apparative und personelle Aufwand hatte allerdings Kosten in Millionenhöhe zur Folge. Diese konnten aus der Spendenaktion für den Stephansdom finanziert werden. So begrüßenswert die umfassende Dokumentation eines derartigen Baudenkmales ist, so stellt sich doch die Frage nach der Verhältnismäßigkeit der eingesetzten Mittel zum Ergebnis. Der Stephansdom stellt hier eine Ausnahme dar, da die Bauaufnahme durch private Spenden finanziert wurde. Ein ähnlicher Aufwand für andere Bauwerke wie z.B. Schönbrunn, die Hofburg oder die Ringstraßenbauten wäre nicht finanzierbar. Es ist aber sehr wohl möglich, unsere wichtigsten Baudenkmäler photogrammetrisch zu erfassen und die Auswertung nur im Bedarfsfall durchzuführen.

Ob die angefertigten Meßbilder für die 1992 durchgeführte Bauaufnahme geeignet gewesen wären, kann nicht beurteilt werden, da keine Angaben hinsichtlich Genauigkeitsanforderungen vorliegen. Seitens der Dombauleitung erfolgte auch keine Kontaktnahme in dieser Richtung, obwohl das Vorhandensein von Meßbildern bekannt sein mußte.

Für eine nochmalige photogrammetrische Aufnahme jener Teile, die 1987/88 bereits aufgenommen wurden, sprechen allerdings mehrere Gründe. Durch eine Erfassung des gesamten Domes mit einheitlichen Mitteln und Punktsignalisierung wird eine homogene Genauigkeit für die Pläne ermöglicht. Da zwischen den beiden Aufnahmen



ein Zeitraum von ungefähr 5 Jahren liegt, dokumentieren sie den Zustand des Domes zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Es ist anzunehmen, daß in diesem Zeitraum vor allem infolge der laufenden Renovierungsarbeiten einige Veränderungen am Dom erfolgten. Im Sinne des Denkmalschutzes ist es außerdem durchaus wünschenswert, wenn bedeutende Objekte in gewissen Zeitintervallen neu aufgenommen werden, um die Veränderungen im Lauf der Zeit dokumentieren zu können. Ob ein Zeitraum von 5 Jahren allerdings bereits ausreichend ist, um z.B den Verwitterungsfortschritt beobachten zu können, kann nicht gesagt werden. Prinzipiell wäre es aber auf diese Weise möglich, den Verwitterungsfortschritt flächenhaft und quantitativ zu erfassen. Da überdies die Kosten der photogrammetrischen Außenaufnahmen im Verhältniss zur stereoskopischen Auswertung gering sind, wird die nochmalige Aufnahme verständlich.

## 5. Literatur

FORAMITTI, H., 1976: Der Wert moderner photogrammetrischer Kulturgüterarchive. Architektur - Photogrammetrie I, Landeskonservator Rheinland, Bonn.

JÄNSCH, R. D., 1976: Genauigkeitsansprüche bei der photogrammetrischen Bauaufnahme. Architektur - Photogrammetrie II, Landeskonservator Rheinland, Bonn.

KALMAN, W.; 1993: Photogrammetrische Aufnahme des Wiener Stephansdomes als Grundlage einer Dokumentation der petrographischen Zusammensetzung und des Verwitterungszustandes der Fassaden; unveröffentlichte Diplomarbeit, Univ. für Bodenkultur, Wien.

KALMAN, W.; MÜLLER, H. W.; OTTNER, F.; SCHNEIDER, W.; SCHWAIGHOFER, B., 1990: A photogrammetric survey of St. Stephens 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. Intern. Symposium organized by the Greek National Group of IAEG/Athens/19.-23.Sept 1988, Bd.4], A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.

KIESLINGER, A., 1949: Die Steine von Sankt Stephan. Verl. Herold, Wien.

ROHATSCH, A.; MÜLLER, H.W.; 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, Bd. 69, S. 183 - 184; Graz

ROHATSCH, A.; 1991: St. Stephan - Herkunft, Petrographie und Verwitterung der Bausteine des Albertinischen Chores. Diss. Inst. f. Bodenforschung und Baugologie, Univ. f. Bodenkultur

ROHATSCH, A.; 1991: St. Stephan - Herkunft, Petrographie und Verwitterung der Bausteine des Albertinischen Chores. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudenten, Bd. 37, S. 141 - 155, Wien

**Autor:** Dipl.-Ing. W.KALMAN  
Institut für Geotechnik  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor-Mendelstr. 33  
1180 Wien