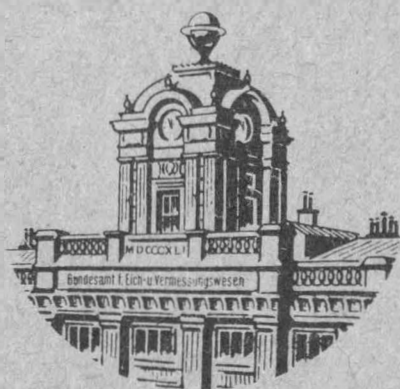


© Sonderheft 31  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Empfehlungen für die Anwendung der  
Photogrammetrie im Denkmalschutz,  
in der Architektur und Archäologie

von

F. Ackerl und H. Foramitti



Herausgeber:

Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Eigentümer und Verleger:

Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

1080 Wien VIII., Friedrich-Schmidt-Platz 3

Wien 1976

# Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948. Preis S 18,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 4: Zaar, *Zweimedienphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18,—.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.* 45 Seiten, 1948. Preis S 18,—.
- Sonderheft 6: Hauer, *Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.* 31 Seiten. 1949. (Vergriffen.)
- Sonderh. 7/8: Ledersteger, *Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.* 59+22 Seiten, 1949. Preis S 25,—. (Vergriffen.)
- Sonderheft 9: *Die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich.* 56 Seiten, 1949. Preis S 22,—.
- Sonderheft 11: Mader, *Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung.* 74 Seiten, 1951. Preis S 25,—.
- Sonderheft 12: Ledersteger, *Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landstriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35,—.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoides.* 208 Seiten, 1953. (vergriffen)
- Sonderheft 14: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 90. Geburtstag.* 764 Seiten und viele Abbildungen. 1952. Preis S 120,—.
- Sonderheft 15: Mader, *Die orthometrische Schwerekorrektur des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern.* 26 Seiten und 12 Tabellen. 1954. Preis S 28,—.
- Sonderheft 16: *Theodor Scheimpflug — Festschrift.* Zum 150jährigen Bestand des staatlichen Vermessungswesens in Österreich. 90 Seiten mit 46 Abbildungen und XIV Tafeln. Preis S 60,—.
- Sonderheft 17: Ulbrich, *Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 30 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48,—.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80,— (DM 14,—).
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28,—.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34,—.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28,—.
- Teil 4: *Der Sachverständige — Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20,—.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40,—.
- Teil 6: *Markscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42,—.

Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmal-  
schutz, in der Architektur und Archäologie

F. A c k e r l, H. F o r a m i t t i

1. Teil : bearbeitet von F. A c k e r l (Seiten 1 bis 54)  
Anhang zum 1. Teil (Seiten 55 bis 63)  
Abbildungen zum 1. Teil

2. Teil : bearbeitet von H. F o r a m i t t i (Seiten 65 bis 78)

Als Sonderheft herausgegeben vom Österreichischen Verein für  
Vermessungswesen und Photogrammetrie

Gedruckt als Projekt Nr. 523 des Österreichischen Fonds zur  
Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Vervielfältigung und Druck durch die Österreichische Hochschü-  
lerschaft an der Universität für Bodenkultur  
in Wien

Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie

F. A c k e r l, H. F o r a m i t t i

1. Teil. Bearbeitet von F. Ackerl

Der Anlaß zur Durchführung dieser Untersuchung ergab sich schon 1962 durch eine Anfrage des Österreichischen Bundesdenkmalamtes bei der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie, ob Rat und Hilfe gegeben werden könne zur Absicht, die Photogrammetrie für die Arbeiten des Bundesdenkmalamtes sachlich richtig einzusetzen. Da verschiedene private Stellen Einzelwünsche des Bundesdenkmalamtes (BDA) nicht zufriedenstellend und bei sehr hohen Kosten erfüllt hatten, wendete man sich vorerst an das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen. Dort konnte jedoch aus dienstlichen Gründen, wegen allgemeiner Arbeitsüberlastung, die erbetene fachliche Beratung nicht gegeben werden. Der zuständige Beamte Oberrat Dipl. Ing. Dr. techn. J. BERNHARD (nunmehr wirklicher Hofrat und Leiter der Abteilung Photogrammetrie im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, sowie Lehrbeauftragter für Photogrammetrie und Luftbildauswertung an der Universität Wien) war zugleich ständiger Sekretär der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie (ÖGfPH) und übermittelte mir, dem damaligen Vorsitzenden der Gesellschaft, die Anfrage des BDA.

Wenngleich nun die ÖGfPH in ihren Satzungen die Förderung der Photogrammetrie in Wissenschaft und Praxis, sowie Hilfeleistungen entsprechender Art vorsah, so ergab sich doch kein anderer Weg als meine Lehrkanzel (für Geodäsie und Photogrammetrie) an der Hochschule für Bodenkultur Wien einzuschalten und alle weiteren Belange persönlich zu bearbeiten, unter Mithilfe meiner Assistenten und in Zusammenarbeit mit den einzuschulenden Herren des BDA. So kam es, daß in Besprechungen mit dem damaligen Präsidenten des BDA Universitätsprofessor Dr. DEMUS und Hofrat Dr. ZYKAN, sowie dem mit den beabsichtigten Arbeiten unmittelbar befaßten Oberstaatskonservator Dipl. Ing. Dr. techn. H. FORAMITTI die Art der Beratung und der zukünftigen Zusammenarbeit festgelegt wurde.

Einen Einblick in die allmähliche Entwicklung dieser Zusammenarbeit geben einzelne Teile des Schriftwechsels, die im Anhang mitgeteilt sind (Seiten 55 bis 63).

Da das BDA schon für alle routinemäßig anfallenden Arbeiten nur über bescheidene Mittel verfügte und über keine solchen, die für die beabsichtigte Aufgabe hätten verwendet werden können, aber auch die ÖGfPH keine geldliche Unterstützung geben konnte, mußte vorerst ein Weg für die Beschaffung der erforderlichen Geldmittel gefunden werden.

Im Bewußtsein, daß die Lösung der vom BDA angeschnittenen Fragen von internationaler Bedeutung sei und die österreichische Forschung einen besonderen Beitrag leisten könne, machte ich Professor Dr. DEMUS den Vorschlag, an den "Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung" ein wohlbegründetes Ansuchen um die finanziellen Mittel für die Bearbeitung des angeregten Forschungsvorhabens zu richten, wobei das BDA sich um eine entsprechende Unterstützung dieses Ansuchens bemühen müßte.

Da das Ansuchen eine genaue und detailreiche Darstellung der beabsichtigten Arbeiten erforderte, wurde in mehreren Besprechungen und nachfolgender Zusammenfassung vom BDA die nachfolgende Wunschliste aufgestellt.

- I Grundlagen und Vorgang der photogrammetrischen Aufnahme von Denkmälern, Architekturen usw. für beabsichtigte Stereoauswertung.
- II Grundlagen und praktische Durchführung von Aufnahmen mit COLOR-Emulsionen, insbesondere in dunklen Innenräumen.
- III Vergleichung der Verwendung von Aufnahmekammern großen Formats (13 cm x 18 cm) und kleinen Formats (z.B. 9 cm x 12 cm), oder auch Kleinbildkammern bei gleichartigen Aufnahmeverhältnissen.
- IV Gewünschte Versuchs- und Testaufnahmen:
  - a) Palais AUERSPERG, Palais TRAUTSON
  - b) HOFSTALLUNGEN (Messepalast)
  - c) Festsaal der NATIONALBIBLIOTHEK
  - d) Außenfront des STIFTES MELK
  - e) Kuppel - Innenraum der Basilika des Stiftes MELK

- f) Nordturm von ST. STEPHAN
- g) Außenaufnahme der Kirche MARIA am GESTADE
- h) Innenaufnahmen der Kirche MARIA am GESTADE
- i) Allseitige Aufnahme der DREIFALTIGKEITSSÄULE (PESTSÄULE)  
am GRABEN

V ZUSÄTZLICHE Aufnahme der Apsis-Außenwand der Kirche SCHÖN-GRABERN (Niederösterreich, Hollabrunn)

VI EINZELBILD - Auswertung der Testaufnahmen

VII BILDPAAR - Auswertung der Testaufnahmen

Mit dieser Auswahl an Einzelfragen war anzunehmen, daß die Vielfältigkeit der zu behandelnden Aufnahmefälle und Objekte den erwünschten Schluß auf die zu entwickelnden und später anzuwendenden Empfehlungen ermöglichen würde. Das dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung vorgelegte Ansuchen wurde mit der Bezeichnung Projekt Nr. 523 hinsichtlich Forschungsziel und erforderlichen Mitteln bewilligt. Nachfolgend werden die einzelnen oben genannten Themen soweit dargestellt, daß die schließlich entwickelten und vorgeschlagenen Empfehlungen bestmöglich begründet erscheinen.

I Grundlagen und Vorgang der photogrammetrischen Aufnahme von Denkmälern, Architekturen usw. für beabsichtigte Stereoauswertung

Da der zur Leitung der späteren Abteilung für Photogrammetrie des BDA bestimmte Dr. FORAMITTI, als Dipl. Ing. Architekt ausgebildet, für die genannten Aufgaben und Themen nicht nur persönlich großes Interesse zeigte, sondern die einzelnen Arbeiten mit Präsident Dr. DEMUS abgesprochen hatte, so reduzierte sich dieser Punkt I auf die Erörterung gewisser Feinheiten bei Routine-Aufnahmen und jene Sonderfälle, die sich bei Denkmal - und sonstigen Architektur - Aufnahmen ergeben können.

Ein ganz wesentlicher, aber bei den vorausgegangenen Arbeiten des BDA noch nicht hinreichend beachteter Umstand fand indessen besonders ausführliche Erläuterung: die Notwendigkeit der Stützung photogrammetrischer Aufnahmen durch nach Anzahl

und Lage gut gewählte und gut bestimmte Paßpunkte. Es genügt nämlich nicht, bzw. nur in Fällen der Aufnahme von ebenflächig und völlig schmucklos begrenzten Körpern zur Festlegung der Dimensionen lediglich Strecken zwischen ausgewählten, vielleicht aber gar nicht sehr genau definierten Punkten zu messen.

Die Folge dieser Hinweise war es, daß Dr. FORAMITTI in den Werkstätten des BDA zweckmäßig konstruierte "Paßpunktgerüste" aus Leichtmetall herstellen ließ, über deren Art Dr. FORAMITTI mehrmals ausführlich berichtete (1)(2). Trotz Leichtigkeit sehr fest gebaut, ermöglichten diese "Gerüste" die teleskopartige Aufschiebung von in dm geteilten Rohren mit Zielscheiben. Nach der Lotrechtstellung eines Standrohres mit Dosenlibellen und unter Umständen mit Verbesserung durch die Benützung von Senkeln, liegen eine oder mehrere Zielscheiben lotrecht übereinander, knapp vor dem aufzunehmenden Objekt. Die Abstände zwischen den Zielscheiben sind an den Halterohren ablesbar und auch mit runden Werten einstellbar.

Durch Untersuchungen über die günstigste Lage von Paßpunkten bei Architekturaufnahmen und ihre praktische Ermittlung wurde von BERNHARD (3) ein wesentlicher Beitrag für die spätere Anwendung und rationelle Auswertung bei Einzel- und Raumbildern geleistet.

Für den Fall, daß hohe Gebäudefronten aufzunehmen sind, können die Rohre mit Zielscheiben von oben her in geeigneter Form hängend verwendet werden.

In besonderen Fällen vermag man mehrere Stand- oder Hängerohre durch schließlich horizontal gelegte Querverbindungen zu einem wirklich gerüstartigen Paßpunkttrahmen zu vereinigen. Dies ist bei der Aufnahme von Monumenten, Figurengruppen usw. zu empfehlen, wenn an den Bauwerken selbst keine Paßpunktmarken, etwa in Form von Kreisscheibchen, angeklebt werden können oder dürfen.

Wenn die erwähnten Paßpunktrohre nicht verwendet werden können, um z.B. den Verkehr nicht zu behindern, dann verbleibt nur die Auswahl von so sehr markanten Punkten am Aufnahmegegenstand, daß sie auf den Bildern einwandfrei identifizierbar sind.

Die Lagebestimmung dieser nicht signalisierbaren Paß-

punkte ist mit geodätischen Verfahren vorzunehmen. Für die sehr genaue Bestimmung sind Basismessung (zwecks Ermittlung des Maßstabsverhältnisses der Bilder) und Theodolitbeobachtungen erforderlich. Eine etwas geringere Genauigkeit erhält man bei Verwendung eines topographischen Entfernungsmessers {etwa des TODIS von BREITHAUPT & SOHN, Kassel (4), oder des Basis-Reduktions-Tachymeters BRT des VEB JENOPTIK-JENA (5)}. Beide Instrumente messen unmittelbar schiefe Entfernungen und - durch getrennte oder selbsttätige Reduktion - Horizontaldistanzen nach beliebigen Zielpunkten, die nicht besonders signalisiert werden müssen. Die Benützung solcher Instrumente ist auch als zusätzliche Kontrolle dann zu empfehlen, wenn Paßpunkte durch trigonometrische Messungen bestimmt werden. Diese nützliche Anwendung kommt bei der Darstellung der Aufnahmemarbeiten für die PESTSÄULE am Graben in Wien (siehe IV i) zur Sprache.

## II Grundlagen der Farbenphotographie in dunklen Räumen

Es war beabsichtigt, für die Innenaufnahmen nicht nur Schwarz-Weiß-Emulsionen (SW) zu verwenden, sondern dort auch Aufnahmen mit Farbemulsionen (FE) zu tätigen, wo die bestehenden Farben des oder der Objekte in möglichst farbtreuen Bildern festgehalten werden sollten. Auch in dunklen Räumen ist es natürlich durchaus möglich, durch hinreichende Ausleuchtung jene Verhältnisse zu schaffen, die nur kurze Belichtungszeiten erfordern. Solche Lichtbilder erfüllen ihren Zweck ohne weiters als Buchillustrationen oder für Werbeprospekte zur Förderung des Fremdenverkehrs, weil sie, zufolge der auf den betreffenden Fall abgestimmten Zusatzbeleuchtung, einen auf Propaganda gezielten Eindruck vermitteln.

Da die Farben eines Gemäldes oder eines farbigen Objektes durch wechselnde oder zusätzliche Beleuchtung für einen Betrachter, in Teilen oder gänzlich, stark verändert werden können, sind bei allen Farbaufnahmen, aus denen später nicht nur Formen, sondern eben auch Farben rekonstruiert werden sollen, bestimmte Vorkehrungen zu treffen, deren Beachtung erst die möglichste Erreichung des angestrebten Zieles der farbtreuen



Wiederherstellung gewährleistet.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß ein für spätere Restaurierungen wichtiges Protokoll enthalten sollte.

1. Datum und Uhrzeit der Aufnahme, sowie Bedeckungsgrad des Himmels, wodurch die am betreffenden Kammerstandort verfügbar gewesene Lichtmenge wenigstens annähernd gegeben und wiederherstellbar ist.
2. Belichtungszeit für die verwendete Emulsion und Blende, beobachtet in jeder Aufnahmerichtung.
3. Feststellung des zu jeder Belichtung gehörigen SCHWARZ-SCHILD-Effektes (6a), (6b), (7), (8).
4. Das voraussichtlich gute Gelingen der Rekonstruktion eines farbigen Gegenstandes wird durch die nachfolgend genannten Umstände ermöglicht bzw. beeinflußt.
  - 4a) Die Form und Oberfläche des Objektes ergibt sich aus den aufgenommenen M e ß b i l d e r n durch die fachmännisch-sachgemäße Auswertung.
  - 4b) Die Farbe bzw. die Farben des Gegenstandes der Aufnahme können genähert ermittelt werden durch den von einem Fachmann auszuführenden Vergleich der in den Bildern enthaltenen Farbinformation mit der zur Verfügung stehenden Farbenvergleichs-Palette (8).
  - 4c) Eine strenge Lösung für die Beziehungen zwischen den Originalfarben des Gegenstandes und ihre Wiedergabe im Bild fordert die in der genannten Abhandlung (8) empfohlene Entnahme von geringen Farbstoffproben in getrennten Phiolen, (bei Archivierung in Dunkelheit), nach der photogrammetrischen Aufnahme. Die Analyse dieser Farbenproben und Wiederherstellung durch einen Fachmann, unter Zuhilfenahme der Meßbilder, sichert die völlig farbtreue Rekonstruktion des aufgenommenen Objektes.

Es muß nun wohl auch darauf hingewiesen werden, daß die Durchführung von Farbaufnahmen mit den verfügbaren Meßkammern vorerst beträchtlichen Schwierigkeiten gegenüberstand.

Alle Erzeuger von Farbemulsionen benutzten als Träger immer nur Filme verschiedener Art, nicht aber Platten. Als in Erfahrung gebracht wurde, daß beim US Geodetic Survey Luftbildaufnahmen auf von Kodak erzeugten Platten durchgeführt worden waren, wendete ich mich an den Autor der betreffenden Veröffentlichungen (9), erfuhr aber, daß von Kodak nur Platten im Format 23 cm x 23 cm für besondere Farbaufnahmen des US Geodetic Survey hergestellt werden. Die an Kodak gerichtete Bitte, eine beschränkte Anzahl von solchen Platten in den benötigten Formaten 9 cm x 12 cm und 13 cm x 18 cm für Versuchszwecke zu erzeugen, wurde abgelehnt. Um aber trotzdem Farb-Meßbilder aufnehmen zu können, begann ich eine Reihe von Versuchen zur Aufbringung der verfügbaren Formate von Farb-Planfilmen auf Glasplatten. Der schließlich erreichte Vorgang ist in der Arbeit (10) ausführlich dargestellt. Dem Grundsatz nach wird von Platten die Schwarz-Weiß Emulsion abgewaschen und auf sie eine formatgleiche, beidseitig klebende Folie unter Druck aufgeklebt. Erst nach einigen Tagen zieht man die Deckfolie ab und klebt nun den Planfilm sorgfältig - ohne Druck und Zug - abrollend entlang der Formatlänge auf die Kleberschicht der Platte. Die in solcher Art hergestellten Platten als Träger der Farbenemulsion haben sich bewährt, wie durch die später dargestellten Vergleiche mit SW-Aufnahmen erkennen lassen. Für die Zwecke der Entwicklung wird der aufgeklebte Farbfilm durch vorsichtiges Lösen entlang der Schmalseite des Formates vorerst gelüftet und dann langsam von der Platte abgezogen. Der Kleber haftet nur auf der Glasplatte nicht aber auf der Filmrückseite, so daß die Entwicklung des Farbfilmes von der vorherigen Aufklebung völlig unbeeinflusst bleibt.

Bei den zum Beginn der Untersuchungen durchgeführten Aufnahmen wurde das gleiche Objekt, vom gleichen Standpunkt aus, mit SW-Platten und in Farben aufgenommen, so knapp hintereinander als der Plattenwechsel dies zuläßt. Die am Monokomparator der Wiener Universitätssternwarte gemessenen Koordinaten von gleichmäßig über das Bildfeld verteilten Punkten ergaben die Vergleichsunterlagen für die Entscheidung, ob zwischen den SW-Aufnahmen und den Farb-Meßbildern ein Unterschied besteht.

Unter den hier genannten Verhältnissen sind Aufnahmen

mit SW-Platten für die Verwendung bei terrestrischer Photogrammetrie aller Erzeuger (Agfa-Gevaert, Ferrania, Orwo - Wolfen, Perutz), die bei den Arbeiten verwendet wurden, untereinander gleichwertig bei den benutzten Formaten 9 cm x 12 cm und 13 cm x 18 cm.

Die in der beschriebenen Art auf Planplatten aufgezogenen Farbfilme wurden nach der Entwicklung in verschiedener Art ausgewertet.

- 1.) auf großer Planglasplatte an den Ecken mit Glasklarfolie ohne Druck angeheftet
- 2.) neuerlich auf die gleiche Photoplatte aufgezogen, auf der sie für die Aufnahme aufgezogen worden waren.

Zur Gewinnung einwandfreier Vergleichsunterlagen wurden auf jeder SW-Platte für 6 gleichmäßig verteilte Punkte die Bildkoordination gemessen. Die auf den Farbfilmen nach obigem Vorgang 1.) bzw. 2.) bestimmten Koordinaten der gleichen Punkte sind sodann einer Transformation unterworfen worden, wie sie in (11) mit der Bezeichnung "Einpassung einer Neuaufnahme" in einen fest gegebenen Rahmen beschrieben ist. Der stets vorhandene Maßstabsfaktor lag bei 42 Prüfungen von Aufnahmen 13 cm x 18 cm zwischen 1,00027 bzw. 1,00048. Dies entspricht einer Schrumpfung der Formatlänge 18 cm des Farbfilmes (Ferraniacolor) um 0,049 mm bzw. 0,086 mm. Es ist merkwürdig, daß die Planfilme (ebenfalls Ferraniacolor), die ich in der genannten Art für die vom BDA ausgeführten Farbaufnahmen vorbereitete, in dem Format 9 cm x 12 cm eine stärkere Deformation aufwiesen, nämlich etwa 0,16 mm für die Formatlänge 12 cm.

Die obigen Angaben gelten für Positiv-Color, sind aber auch für Negativ-Color ungefähr zutreffend.

Die nach der erwähnten Transformation verbleibenden Unterschiede zeigen an, daß keine bevorzugte Deformationsrichtung vorhanden ist. Da die verbleibenden Restfehler der Aufnahmen mit Color-Planfilmen in der Größenordnung mit jenen Beträgen übereinstimmen, die für viele gegenseitig transformierte SW-Plattenaufnahmen erhalten wurden, kann das in der Arbeit (12) ausgesprochene Urteil wiederholt werden: Meßbilder auf Colorfilmen (die in der genannten Art auf Planplatten aufgezogen sind) sind praktisch gleichwertig mit SW-Aufnahmen auf üblichen

Platten.

Zur Ergänzung der nur kurzen Bemerkung zum Punkt 3.) dieses Abschnittes, betreffend Feststellung des 'SCHWARZSCHILD-Effektes, sollen einige Hinweise auf die bei den Innenaufnahmen von relativ dunklen Räumen gemachten Erfahrungen dienen.

Die für jede photographische Aufnahme notwendige Belichtung der verwendeten Emulsion wird durch die Intensität der Belichtung (gemessen in Lux) und die Dauer der Belichtung (gemessen in sec) bestimmt. Diese in Luxsekunden (lxsec) ausgedrückte Einwirkung der beiden Größen erzeugt in der Emulsion chemische Reaktionen, die durch die Entwicklung Schwärzungen bzw. entsprechende Vorgänge in den Schichten von Farbenemulsionen bedingen. Durch K. SCHWARZSCHILD wurde schon 1900 festgestellt, daß "es durchaus nicht gleichgültig ist, ob bei der Belichtung die Lichtmenge kurz und intensiv oder aber lang und nur schwach auf die photographische Schicht einwirkt." Trotz gleicher Lichtmenge entsteht bei geringer Intensität und daher langer Dauer der Belichtung eine geringere Schwärzung als bei kräftig wirkendem Licht und entsprechend nur kurzer Belichtungsdauer.

Im Bereich der SW-Photographie spielt der SCHWARZSCHILD-Effekt praktisch bei Aufnahmen keine Rolle, wohl aber in der Vergrößerungstechnik bei hohen Vergrößerungen mit langen Belichtungszeiten.

Bei Farbaufnahmen in dunklen Räumen, oder überhaupt bei nur geringer Lichtintensität, bewirkt die notwendig werdende längere Belichtungsdauer nicht nur eine geringere Farbdichte, sondern auch Farbverschiebungen in den drei Emulsionsschichten. Wie in allen Prospekten und Gebrauchsanweisungen angegeben, sind die Umkehr-Farbfilm für Tageslicht auf eine Belichtungsdauer von 1/125 sec (bei Agfa - Flanfilmen auf 1/60 sec) abgestimmt. Etwa im Bereich bis zu einer Belichtungsdauer von 2 sec ist der SCHWARZSCHILD-Effekt vernachlässigbar. Darüber hinaus müssen die Belichtungszeiten verlängert werden, wie dies für Agfacolor-Umkehrfilm CT (Tageslicht) und CK (Kunstlicht) die Abb. 1 darstellt, die der Anweisung "Agfacolor Umkehrfilm" von Agfa entnommen ist. Ein ähnliches Diagramm für die Berücksichtigung des Schwarzschild-Effektes findet man auf S. 258 von (6a) bzw. auf

S. 207 von (6b).

In allen Fällen, wo man besonders lange Belichtungszeiten erwarten muß, sollte durch Proben mit abgestuften Zeiten der Bestwert ermittelt und die Korrelation ermittelt werden, die für die benutzte Filmsorte zwischen der Ablesung am Belichtungsmesser und dem Bestwert besteht. Geschieht dies für zwei möglichst unterschiedliche Zustände der Lichtintensität, dann ergeben sich Zwischenstufen durch Interpolation oder auch durch Rechnung nach dem von SCHWARZSCHILD begründeten Gesetz

$$\frac{J_1}{J_2} \cdot \left( \frac{t_1}{t_2} \right)^p = 1 .$$

Den Werten  $J_1$ ,  $t_1$  bzw.  $J_2$ ,  $t_2$  von Intensität und Belichtungsdauer ist der SCHWARZSCHILD-Koeffizient  $p$  zugeordnet. Für geringe Intensitäten ist  $p < 1$  (etwa 0,8), für hohe Intensitäten wird  $p > 1$ .

Um für die vom BDA verwendeten Kammern geeignete Unterlagen zur Beurteilung der Farbwiedergabe bei verschiedenen Belichtungszeiten zu erhalten und damit die Wirksamkeit des SCHWARZSCHILD-Effektes zu prüfen, sind zahlreiche Aufnahmen farbiger Objekte in Innenräumen des BDA durch Dr. Foramitti unter verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen ausgeführt worden. Mit den Abb. 2,3 sind SW-Proben dieser Color-Negativ-Testaufnahmen dargestellt.

Die im Verlauf der geplanten Farbaufnahmen in Innenräumen zu erwartenden Intensitäten natürlichen Lichtes veranlaßten jene erwähnten Probeaufnahmen und hernach - für die drei verwendeten Filmsorten Gevacolor, Agfacolor, Orwocolor (Tageslicht-Umkehr) - die Aufstellung von Tabellen, mit deren Angaben alle Aufnahmen (Lehrkanzel 13 cm x 18 cm, Bundesdenkmalamt 9 cm x 12 cm) ausgeführt wurden. Ein Ausschnitt dieser Tabelle ist in der folgenden Zusammenstellung gezeigt, wobei  $t$  die am Belichtungsmesser abgelesene Belichtungsdauer bedeutet:

t (sec)	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	
T (sec)	0,5	1,0	1,5	2,0	3,2	4,8	6,0	
	0,8	1,6	2,5	3,5	5,5	7,6	9,5	
t (sec)	10,0	15,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	120
T (sec)	13,8	21	29	48	62	82	98	.
	21,0	34	46	72	99	130	152	345

Die beiden unter T stehenden Zeilen grenzen den Bereich ab, in dem für verschiedene gängige Umkehr-Farbfilme die den SCHWARZSCHILD-Effekt berücksichtigende Belichtungszeit schwanken kann. Zur Gewährleistung bester Ausbeute hinsichtlich zutreffender Belichtung und Farbtreue ist jede Aufnahme dreimal genommen worden: erste Aufnahme mit der Tabellenzeit, zweite Aufnahme mit der halben und dritte Aufnahme mit der doppelten, manchmal auch dreifachen Tabellenzeit. Da eine Veröffentlichung der Ergebnisse aus Kostengründen nicht möglich ist, aber auch der Übergang von der Aufnahme zum Druck die bestehende Güte beeinträchtigt, sind sämtliche Aufnahmen mit Umkehrfilmen und Negativfilmen in die Verwahrung des BDA übergeben worden, wo diese Ergebnisse zur Einsicht durch Interessenten verfügbar sind.

### III Vergleichung der Verwendung von Aufnahmekammern großen Formates (z.B. 13 cm x 18 cm) und kleinen Formates (z.B. 9 cm x 12 cm), sowie Kleinbild-Meßkammern (z.B. CONTAX)

Es ist vor allem notwendig darauf hinzuweisen, daß bei Beginn aller Untersuchungen über die Anwendung der Infrarot-Strahlung und Farbenemulsionen (etwa 1950) Österreich noch nicht frei war, Materialien aller Art oft sehr selten und nur mit sehr kargen Mitteln erworben werden konnten. Um die vorhandenen Instrumente benutzen zu können, mußten Wege beschritten werden, die heute völlig überholt sind, denn es wird niemand mehr eine Meßkammer mit Rahmenleisten ausstatten, wenn Nahbildkamern zur Verfügung stehen, die in verschiedener Art alles bewältigen, was früher mühsam ausgeklügelt werden mußte. Außerdem ist die damals bestehende Geldnot so sehr behoben, daß

in gelegentlich verschwenderischer Weise fast alle Wünsche Befriedigung finden können.

Für die Vergleichung standen die folgenden Instrument - Ausrüstungen zur Verfügung.

III A : Von der Lehrkanzel für Geodäsie und Photogrammetrie an der Hochschule für Bodenkultur (GPh):

III A 1) Eine C. ZEISS - Feldausrüstung (13), bestehend aus dem Phototheodolit mit Meßkammer Nr. 14800 (Brennweite 195 mm), 2 Stativen und allen Zusatzgeräten für terrestrische Photogrammetrie (Feldprüfeinrichtung usw.)

Außerdem war schon 1958, also mehrere Jahre vor der ersten Anfrage des BDA, an der Lehrkanzel eine Einrichtung konstruiert worden, mit deren Hilfe - bei nach allen Raumrichtungen einstellbarer Meßkammer - Stereoaufnahmen mit beliebiger (auch sehr kurzer Basis) ermöglicht wurden. Einige Abbildungen zeigen eine Auswahl von möglichen Kammerlagen. Die zugeordnete Stellung für eine Stereoaufnahme ergibt sich immer durch  $180^{\circ}$ -Drehung um die Stativachse und durch entsprechende Kippung. Je nach der Lage der Kammer (Formatlänge in Basisrichtung, Abb. 4, 5 oder normal zur Basis, Abb. 6, 7) ist die Länge der Basis begrenzt zwischen "kurz" mit 303,4 mm und "lang" mit 606,8 mm. Die am Basisrohr bzw. an der Hülse für die Kammerdrehachse befindlichen Teilungen ermöglichten die Einstellung jeder gewünschten Richtung mit einer Genauigkeit von wenigen Bogenminuten. Bei der Entwicklung der Zusatzeinrichtungen war es mein Bestreben gewesen ein Gerät zu erhalten, das alle praktisch vorkommenden photogrammetrischen Aufgaben auf der Erde durchaus nach dem Grundsatz luftphotogrammetrischer Aufnahmefälle löst und auch eine routinemäßige Auswertung mit Hilfe der verfügbaren großen Luftbild-Auswertemaschinen zuläßt. Dies geschah ohne Wissen von der später sich ergebenden Verwendung im Rahmen der Hilfe für das BDA, lediglich aus dem Bestreben die Farbbildmessung und Infrarot-Strahlung für jene Bereiche vorzuschlagen, die sich auf so zahlreichen Gebieten ergeben.

Die vorgebrachten Abbildungen sollen das Zusatzgerät zeigen, zu dem Zeitpunkt, als die Einladung des BDA an mich

erging. Es ist festzuhalten, daß seit etwa 1960 eine überraschende Entwicklung von Geräten eintrat, die alle dem Zweck der Nahaufnahmen dienen und vorzüglich für Aufgaben der Architektur-Aufnahmen ständig verbessert und immer raffinierter für Spezialzwecke ausgestattet werden. Dabei möchte ich darauf hinweisen, daß ein guter Teil der Zusatzentwicklungen auf die Initiative des Herrn Dr. FORAMITTI entstanden ist, der nach und im Zusammenhang mit seiner Mitarbeit eben gerade jene Feinheiten ersann, die seiner besonderen Arbeit im Denkmalschutz den erwünschten guten Erfolg versprachen.

Die Abb. 4 zeigt die Meßkammer (13 cm x 18 cm) in der üblichen Stellung mit der Formatlänge 18 cm in waagrechter Lage und mit der Abb. 5 ist die Ansicht der gleichen Stellung von rückwärts her gegeben. Das am Basisarm verschiebbare Gegengewicht im Verein mit den erwähnten Teilungen ermöglicht neben dem Gewichtausgleich auch teilweise Hilfe für die Stellung der Achsen. Diese Stellung der Kammer begründet die kürzest mögliche Basis. Durch die Abb. 6 ist die eingedrehte Kammer dargestellt, mit der Formatlänge 18 cm normal zur Basis, also im Hochformat der beabsichtigten Aufnahme und die Abb. 7 bietet die Ansicht von rückwärts. Diese Stellung entspricht der längsten auf einem Stativstand möglichen Basis.

Mit den Abb. 8 bzw. 9 sind die geneigten Lagen dargestellt, die sich durch Kippung aus Stellung der Abb. 4 bzw. 5 erreichen lassen, nämlich mit Formatlänge 18 cm in Richtung der Basis. Die Abb. 10 bzw. 11 entsprechen einer Kippung aus den Stellungen der Abb. 6 bzw. 7, wo die 18 cm-Formatseite zur längstmöglichen Basis normal steht.

Für Aufnahmen lotrecht aufwärts wurde das Libellenkreuz verwendet, mit dem die Projektoren des Aeroprojektors Multiplex lotrecht gerichtet werden. Die Abb. 12 bzw. 13 entsprechen der kürzestmöglichen Basis mit der 18 cm - Formatseite in der Richtung der Basis. Die Kammerlage bei längstmöglicher Basis mit der Formatseite 18 cm normal zur Basis wird durch die Abb. 14 bzw. 15 dargestellt. Die von Zeiss-Aerotopograph seinerzeit sehr genau eben und normal zur Kammerachse geschliffene Endfläche des Verschlußgehäuses sichert den einwandfreien Sitz des Libellenkreuzes und damit die innerhalb weniger Bogenmi-



nuten richtige Lage der Kammerachse.

Da die Kammer ursprünglich nur für die Aufnahme mit wenig empfindlichen Topo-Platten, d.h. durch Belichtung bei Abhebung des Objektivdeckels eingerichtet war, ergab sich die Notwendigkeit der Anbringung eines für Color-Aufnahmen geeigneten Verschlusses, der als Compur-Verschluß von Zeiss-Aerotoptograph abnehmbar erzeugt worden war. Die kürzestmögliche Belichtungszeit betrug  $1/125$  sec über die üblichen Zwischenstufen bis 1 sec, sowie "Ball" und "Zeit".

Über weitere zusätzliche Einrichtungen zur Bestimmung der inneren Orientierung und der Verzeichnung berichtet der Abschnitt III B.

III A 2) Eine Kleinbildkammer CONTAX mit SONNAR-Objektiven (Brennweiten 5 cm, 135 mm, 50 cm) für Aufnahmen im Kleinbildformat 24 mm x 36 mm mit Verwendung von Pan-, oder Farb- oder Infrarotfilm.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß ich bei ZEISS-AEROTOPOGRAPH 1959 vorschlug, als Zusatzgerät für einen Sekundentheodolit von ZEISS, eine CONTAX-Kammer aufsetzbar zu entwickeln. Es hatte sich mehrfach gezeigt, daß sorgfältig behandelte CONTAX-Negative bei 5-facher Vergrößerung mit dem Format 120 mm x 180 mm bei sehr vielen Aufgaben die mit schweren Phototheodoliten aufgenommenen Bilder im Format 13 cm x 18 cm ersetzen können. Bei einer Zusammenkunft mit Herrn MESSTER und Prof. SCHWIDEFSKY in München wurde auf diesen Vorschlag nicht eingegangen, wegen vermutetem zu geringen Absatz eines solchen Gerätes. In der Tat hat die Zeit zur Konstruktion solcher Zusatzkammern bei einigen Instrumentenerzeugern geführt, wenngleich diese doch auf das Kleinbildformat nicht eingehen. Der Grund liegt offenbar in der Vermeidung einer Vergrößerung zwecks Brauchbarkeit in einem der verfügbaren Auswertegeräte.

Gewiß spielt hier auch die Schwierigkeit eine beträchtliche Rolle, mit der die Schaffung eines geeigneten Meßmarken-Rahmens bei so kleinem Bildformat verbunden ist.

Die nachfolgend kurz dargestellte Einrichtung hat sich bei vielen Arbeiten im Hochgebirge bewährt und später eben

auch im Verlauf der Architekturaufnahmen gemeinsam mit dem BDA.

Um die als "äußere Orientierung" bezeichnete Richtung der Aufnahmeachse besonders genau festzulegen oder zu beobachten, wurde eine Zusatzeinrichtung hergestellt. Sie ermöglichte die Aufsetzung der CONTAX über der Kippachse eines Sekundentheodolits C. ZEISS II, die Justierung der optischen Kammerachse in die Vertikalebene des Theodolits und die Einstellung verschiedener Höhenwinkel der Aufnahme.

Die Abbildungen 16, 17 lassen diese Art der Verbindung von Kammer und Theodolit erkennen. Die Einrichtung war bei der unterdessen nicht mehr bestehenden Firma Friedrich KLINTZ durch Herrn PERNER nach meinen Angaben erzeugt worden. Herr Direktor BENSMANN der Vertretung von C. ZEISS in Wien veranlaßte die Herstellung verschiedener Formen von mit sehr dünnen Strichen geritzten Randmarken bzw. Achsenkreuzen auf plangeschliffenen Deckgläsern für Mikropräparate. Die Dicke der Gläser war so bemessen, daß nach der Einkittung eines Glases seine Strichmarken sehr genau in der Ebene der Filmemulsion lagen. Zur Justierung des Strichkreuzes diente eine optische Bank. Mit ihren Einrichtungen wurde die Strichkreuzfläche der Bildebene während der Einkittung im Kammergehäuse lotrecht zur optischen Achse der Objektiv gestell und das Strichkreuz erhielt eine optimale Lage hinsichtlich Kantung bzw. Übereinstimmung des Bildmittelpunktes mit dem Bildhauptpunkt.

Die Abbildungen zeigen die Erstform der CONTAX mit dem Mehrfachsucher für die beiden Objektiv mit den Nenn-Brennweiten 50 mm 1:2 bzw. 135 mm 1:4 bei aufgesetztem UV-Filter, beidemal in geneigter Stellung nach dem gleichen Zielpunkt, in freiem Gelände 1959 aufgenommen.

### III B Innere Orientierung und Verzeichnung

Da die Bestimmung der "inneren Orientierung" - einschließlich der Verzeichnung des jeweils verwendeten Objektivs - von besonderer Bedeutung ist, wurde schon frühzeitig nach einer Testfläche mit möglichst vielen gut bestimmbar Paßpunkten Ausschau gehalten. Sie sollte *keine* Laborprüffläche sein, sondern möglichst naturgegeben im Freien liegen, um praktisch vorhandenen Verhältnissen völlig zu entspre-

chen. Mit der in der Abbildung 18 dargestellten Frontfläche des Gebäudes der Österreichischen Mineralöl-Verwaltung (ÖMV) bot sich ein Feld von zahlreichen markanten Punkten in wünschenswert regelmäßiger Anordnung dar.

Auf den Fensterbänken des dem ÖMV-Haus gegenüberliegenden Gebäudes des Landesgerichtes für Strafsachen wurden mehrere günstige Standpunkte ausgewählt, deren Benützung die Direktion des Gerichtes zu vorgeschriebenen Zeiten bewilligte. Diese Standpunkte dienten vorerst für die erforderlichen Theodolitmessungen zum trigonometrischen Einschneiden der Paßpunkte und später für die Aufnahmen der Meßbilder zur Bestimmung der inneren Orientierung aller verwendeten Kammern.

Das lokale Netz der auf den Fensterbänken vermarkten, nahezu in einer lotrechten Ebene liegenden Standpunkte wurde mit den üblichen geodätischen Verfahren entwickelt, bei Basismessung mit Invarband und Polygonzugmessung mit 2 m - Invarlatte, mit WILD - T2 Theodoliten, bzw. C. ZEISS-Sekundentheodoliten. Die Höhenunterschiede der auf zwei Stockwerke verteilten Standpunkte ergaben sich durch Nivellement mit C. ZEISS Ni 2, hingegen die Höhenunterschiede zu den Paßpunkten durch trigonometrische Höhenbestimmung mit Verwendung der genannten Theodolite.

Da der gleiche Vorgang zur Prüfung bzw. Bestimmung der inneren Orientierung und Verzeichnung schon 1934 so gebraucht wurde, wie er in der Arbeit (12) beschrieben ist, soll auf die anfallenden Routinearbeiten hier nicht eingegangen werden.

So wie damals an einem der Kasernengebäude des Arsenal in Wien, dienten als Paßpunkte die gut ausgearbeiteten Fensterecken des ÖMV-Gebäudes, die wegen ihrer guten Einstellbarkeit nicht besonders signalisiert werden mußten.

Die rechnerische Bestimmung der Koordinaten und der Höhen erfolgte in zwei Gruppen. In einem das Paßpunktfeld einschließenden Rahmen von mit  $A_i$  bezeichneten Punkten lag - regelmäßig verteilt - die Menge der  $B_i$  - Punkte.

Mit der Abb. 19 wird die Anordnung der vier Standpunkte im Aufriß schematisch angedeutet:  $S_1, S_2$  im ersten Stockwerk und  $S_3, S_4$  im zweiten Stockwerk.

Alle  $A_i$ -Punkte sind von 4 Standpunkten aus eingeschnitten worden, nämlich in den Kombinationen  $S_1S_2, S_3S_4; S_1S_4, S_2S_3$ .

Sämtliche  $B_i$ -Punkte wurden zweimal berechnet usw. aus den Kombinationen  $S_1S_2, S_3S_4$ .

Die größte Klaffung bei den  $A_i$  - bzw.  $B_i$ -Punkten betrug:

$A_i$  : Koordinaten 13 mm, Höhen 9 mm,

$B_i$  : " 22 mm, " 14 mm.

Die mittleren Lagefehler: für alle 36 Paßpunkte ( $A_i$ - und  $B_i$ -Punkte gleichgewichtig angenommen) in Koordinaten  $\pm 9$  mm, in Höhe  $\pm 7$  mm.

Für Nahaufnahmen, die schon ab 1953, also zeitmäßig rund 10 Jahre vor den geplanten Arbeiten mit dem BDA durchgeführt worden waren, hatte die Wiener Vertretung von C. ZEISS-Oberkochen 9 Paare von Rahmenleisten hergestellt, mit sehr genau parallel geschliffenen Flächen, bei auf  $\pm 5 \mu\text{m}$  gleichem Abstand der Leistenflächen. Den in Halbmillimeter-Stufen wachsenden Leistenstärken  $\Delta$  entsprechen abgerundet die folgenden Dingweiten  $g$ :

$\Delta$ mm	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
$g$ m	77	38	26	19	15	13	11	10	9

Eine rechnerische Begründung für die optische Wirkung der Leisten wurde erstmals in der Arbeit (14) gegeben. Ergänzungen sind enthalten in (15) mit einem Diagramm für die festen Blenden der Kammer, nämlich 1:12,5 ; 1:18 ; 1:25 ; 1:36 nebst Angaben über die den obigen Dingweiten  $g$  entsprechenden Lagen der zugehörigen Nahebenen und Fernebenen.

Für die sämtlichen über den oben genannten 4 Standpunkten aufgenommenen Meßbilder sind die folgenden Hinweise von Bedeutung.

- 1.) Um den optischen Folgen zu entsprechen, die durch Verwendung von üblichen Meßkammern bei der Aufnahme von nahen Objekten eintreten, wurden die eben kurz erwähnten, am Bildrahmen oben und unten satt ansteckbaren Leisten verwen-

det. Sie gewährleisteten, daß bei bestimmten Entfernungen und Objektivblenden die in der Bildebene anstelle von Punkten auftretenden Beugungsscheibchen mit dem kleinstmöglichen Durchmesser entstehen. Die in solcher Art erhaltenen Meßbilder weisen größtmögliche Schärfe auf. Da es aber nicht möglich ist, die jeder Aufnahmedistanz zugeordnete Leistenstärke zu verwenden, muß aus der Reihe der verfügbaren Leisten jene gewählt werden, die der gegebenen Aufnahmedistanz am besten entspricht.

- 2.) Um größte Genauigkeit der Auswertung zu sichern, kann man - insbesondere für angestrebte Instrumentprüfungen - zwei Aufnahmen mit jenen beiden Leisten durchführen, die mit ihren Stärken die erforderliche Leistenstärke einschließen. Dann ist es mindestens gewiß, daß mit den beiden Auswertungen zwei Beträge für die mittleren Fehler der Bildkoordinaten ausgewählter Punkte gewonnen sind, deren kleinerer Wert auf die weiterhin zu verwendende Aufnahme hinweist.
- 3.) Da bei den Aufnahmen in den 4 Standpunkten die Objektivmitte genau über dem trigonometrisch bestimmten Punkt lag, mit sorgfältigst horizontal gerichteter optischer Achse, jedoch nur ungefähr normal zu den entsprechenden Basisstrecken, waren hiedurch 4 voneinander unabhängige Bündel der Richtungen nach den gleichen Paßpunkten aufgenommen.
- 4.) Die Messung der Bildkoordinaten der Paßpunkte auf allen Platten erfolgte auf dem Plattenkomparator der Wiener Universitätssternwarte, der in letzter Stelle  $\mu\text{m}$  ablesen läßt. Mehrmalige Einstellungen und an verschiedenen Tagen wiederholte Messungen zeigten eine Genauigkeit von  $\pm 3 \mu\text{m}$  bis  $\pm 10 \mu\text{m}$ .

Es bestand demnach die Aufgabe, dem Bündel der in jedem Standpunkt mit dem Theodolit gemessenen Strahlen nach den Paßpunkten (strenger: dem aus Mittelwerten von Raumkoordinaten berechneten Richtungen) das Bildstrahlenbündel jeder Aufnahme bestmöglich zuzuordnen. Die aus allen unvermeidlichen Beobachtungsfehlern  $m_D$  im Dingraum des Objektivs (zufolge Theodolit-

messung) bzw.  $m_B$  in seiner Bildebene (Kontrastübertragung, Koordinatenmessung) entstehenden Widersprüche gegen die zu bestimmende Korrelation wurden unter der üblichen Annahme gedeutet, die  $m_D$  als vernachlässigbar klein gegen  $m_B$  zu betrachten.

Die formtreue Übertragung des Dingraum-Bündels in den Bildraum vermittelt die Konstanten der "inneren Orientierung", einschließlich der Vektoren für die Verzeichnung in den Bildorten der Paßpunkte, durch Ausgleichung mit der Voraussetzung, daß die Quadratsumme der Verbesserungen für die Bildkoordinaten der Paßpunkte ein Minimum werde. Als wertvolle Kontrolle mußte die für eine bestimmte Platte mit bestimmter Leistenstärke erhaltene Bildweite - vermindert um die betreffende Leistenstärke - den gleichen Wert der Kammerkonstante ergeben (nahezu entsprechend der Brennweite des Objektivs) nämlich der Bildweite zur Dingweite unendlich.

Einzelheiten im Ablauf der für die Rechenanlage IBM 360 programmierten Rechnungen, die in einzelnen Stufen instruktiv und verständlich für Studenten und andere minder vorgebildete Interessierte, auch auf der Rechenanlage ZUSE Z 11 meiner Lehrkanzel durchgeführt wurden, sollen unterbleiben.

Zusätzlich sei jedoch schon hier und mit größtem Dank für die Mitarbeit vermerkt, daß umfangreiche Messungen von Bildkoordinaten mit anschließender Computer-Auswertung ausgeführt wurden, nämlich:

- 1.) im Institut für Photogrammetrie (Lehrstuhl für Photogrammetrie und Kartenkunde) des Herrn Prof. Dr.-Ing. R. Burkhardt der TU Berlin, von seinem Assistenten Herrn D. Wölpert,
- 2.) im Geodätischen Institut der Rheinisch-Westfälischen TU Aachen, des Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. F. Löschner, von seinem Assistenten Herrn Dipl. Ing. Gerhard,
- 3.) bei der von Senatsrat Dipl. Ing. KLING geleiteten Magistratsabteilung 41 (Stadtvermessung Wien) durch meinen ehemaligen Assistenten Herrn Dipl. Ing. Dr. A. Hirn.

III C) Vom Bundesdenkmalamt (BDA) wurden die von C. Zeiss-Oberkochen erzeugten Instrumente für Nahbildmessung

(Stereomeßkammern) und Einzelbild-Aufnahme (Terrestrische Meßkammer TMK) verwendet. Über diese Geräte und die von Dr. Foramitti veranlaßten Zusatzeinrichtungen für spezielle Zwecke der Architektur-Photogrammetrie wird Foramitti im 2. Teil berichten bzw. auf die von ihm verfaßten Veröffentlichungen hinweisen.

#### IV Versuchs- und Testaufnahmen

Mit der Vorbereitung und Planung jeder Aufnahme ist eine Entscheidung über ihren Zweck zu treffen. Soll der Zustand des Objektes durch Herstellung von Zeichnungen festgehalten werden, dann ist jene Art der Photogrammetrischen Aufnahme zu empfehlen, die man als Normalfall bezeichnet. Die Auswertung ist am einfachsten, wenn der Normalfall mit horizontaler Basis und horizontalen Aufnahmeachsen vorliegt. Um diesen Aufnahmefall rasch verwirklichen zu können, konstruierten fast alle Erzeuger von photogrammetrischen Instrumenten die oben erwähnten Stereometer-Kammern (Stereomeßkammern), bei denen zwei gleichartige Meßkammern an den Enden einer Basisstange so befestigt sind, daß die parallelen Kammerachsen zur Basis normal stehen.

Die Bezeichnung "gleichartig" bezieht sich wesentlich auf den Kammer- und Objektivtypus, da es nicht zu vermeiden ist, daß die "innere Orientierung" beider Kammern kleine Unterschiede aufweist. Für eine in Aussicht genommene nur zeichnerische Auswertung sind diese Unterschiede entweder überhaupt belanglos, oder sie können durch entsprechende Korrekturen bei der Einpassung des Raummodells in das Paßpunktfeld berücksichtigt werden.

Wird eine mit der Basisstange verbundene berichtigte Libelle eingespielt, dann ist die Forderung nach horizontaler Basis erfüllt. Durch Drehung der Basisstange um ihre Achse werden beide Kammern gleichzeitig und gemeinsam um denselben Winkel gekippt, so daß nicht nur die Grundstellung mit horizontaler Kammerachse herstellbar ist, sondern auch jede andere Neigung, wie sie bei Architekturaufnahmen oft benötigt wird. Zur Vereinfachung der späteren Auswertung mit geeigneten

Geräten beschränken manche Erzeuger mit Einrastungen die Kippung auf bestimmte Werte. Für diesen "Normalfall mit horizontaler Basis und geneigten Kammerachsen" wurden Auswertegeräte geschaffen, die zum erzwungenen Normalfall rasch und genau die zeichnerische Darstellung für die benötigten Risse und Schnitte des Objektes liefern.

Auf den Vorgang der stereoskopischen Auswertung soll hier nicht eingegangen werden, da er als bekannt angenommen werden darf. Die Fähigkeit zur Raumwahrnehmung ist im Bereich der Architekturaufnahmen leichter zu schulen und zu steigern, wegen des Vorhandenseins gut erfaßbarer Formen durch markante Punkte und Linienzüge, die bei der Auswertung von topographischen Formen nicht so gut ausgeprägt sind. Auf jeden Fall bedarf es aber einer besonderen Schulung unter Anleitung eines erfahrenen Auswerters und dies war der Anlaß für die Konstruktion von Schulungsgeräten, an denen der Lehrer gleichzeitig mit dem Lernenden dessen Tätigkeit verfolgt und gegebenenfalls verbessert.

Die unvermeidlichen Abweichungen der Aufnahme vom Idealfall werden, durch den Vorgang der Einpassung des Raummodells in den durch gut bestimmte Paßpunkte vorbereiteten Rahmen, so beseitigt, daß das Modell sich der Paßpunktmenge bestens anschmiegt. Im Zuge der Testaufnahmen für Architektur-Objekte ergaben sich interessante neue Gesichtspunkte und daraus folgende Empfehlungen für die hinkünftig zu wählende Lage von Kontrolldistanzen und Kontrollpunkten, die in (3) von Bernhard begründet sind.

Da für die Zwecke der Architekturaufnahmen die Anwendung horizontaler Kammerachsen häufig Bildfeldverluste für den Vordergrund bedingt und daher zur Aufnahme mit geneigten Achsen zwingt, war die Auswertung der anfänglichen Aufnahmen des BDA verhältnismäßig schwierig und auch zeitraubend. Hier zeigte sich die Initiative von Dr. Foramitti, der in zahlreichen Besprechungen mit den maßgebenden Herren von C. Zeiss - Oberkochen nicht nur ausschlaggebende Vereinfachungen der Stereo-meßkammer - Ausrüstung bewirkte, sondern auch die Konstruktion einer Zusatzeinrichtung zum Auswertegerät "Terragraph" anregte. Nach Zufügung des sogenannten "Neigungsrechners" waren dann



auch Aufnahmen im Normalfall mit geneigten Achsen ohne Schwierigkeit und kurzzeitig auswertbar. Mit der endgültigen Form des Aufnahme - und Auswertegerätes können alle praktisch vorkommenden Fälle bearbeitet werden (16). Über wichtige Einzelheiten berichtet Dr. Foramitti im 2. Teil unter wesentlicher Zusammenfassung seiner zahlreichen Veröffentlichungen und Vorschläge.

Im Verfolg der mit dem BDA 1962/63 (siehe Schriftwechsel im Anhang) getroffenen Vereinbarungen wurde die Reihenfolge der unter IV genannten Testaufnahmen den damals bestehenden besonderen Verhältnissen angepaßt. Sie ergaben sich aus den großen Bauvorhaben der Verkehrsbetriebe der Gemeinde Wien, durch die Verlegung als Untergrundbahn jener Linien der Straßenbahn, die bis dahin entlang der Lastenstraße vor den Gebäuden IVa bzw. IVb verkehrten.

Arbeiten zu IV b (Hofstallungen - Messepalast) (17./18. April 1963)

IV a (Palais Trautson, Palais Auersperg) (19. April 1963)

Der plötzliche Beginn dieser Bauarbeiten erzwang rascheste Neuplanung und Durchführung der Aufnahmen mit Umstellung der beabsichtigten Reihenfolge. Als günstig erwies sich das Fehlen des Verkehrs auf dem Vorfeld des Vordergrundes der Aufnahmen, als ungünstig die Tatsache, daß die vorgesehenen und erkundeten Basisstrecken nunmehr im Bereich der neuen Kraftwagen-Parkplätze lagen und daher nicht mehr benützt werden konnten. Da die Lastenstraße - als unmittelbarer Baubereich - für Instrument-Standpunkte unverwendbar war, mußten die neuen Basisstrecken in die Vorgärten der Hofmuseen, knapp hinter deren Gittereinfassung verlegt werden. Dies ist aus der Abb. 20 erkennbar, ebenso wie das über Nacht eingerichtete Betretverbot (im Bild links unten) und die Aufstellung von Baumaschinen (im Bild rechts unten).

Durch die Plötzlichkeit der Änderungen ging allerdings nicht viel verloren, denn nur der untere Teil der Gebäude blieb durch die parkenden Kraftwagen verdeckt. Die Aufnahme war ohnedies für einen Zeitpunkt n a c h dem Laubfall der die Lasten-

straße säumenden Roßkastanien beabsichtigt. Die nun größere Aufnahmeentfernung veranlaßte eine geringere Anzahl von Basisstrecken und damit auch eine Einsparung von Paßpunkten bzw. Paßstrecken. Zwei lotrechte und eine solche horizontale sind (durch Pfeile angedeutet) in der Abb. 20 sichtbar. Die neuen Standorte dieser Signalstangen wurden - den geänderten Umständen entsprechend - so erkundet, daß sie jeweils für eine der neuen Basistrecken in Geltung waren. Ihre Standpunkte bzw. die Endpunkte der horizontalen Paß-Strecken und eine ausreichende Anzahl von Fensterecken sind wieder von den Endpunkten der Basis aus trigonometrisch bestimmt worden, mit Sekundentheodoliten von Wild oder C. Zeiss. Die Festlegung der Basisendpunkte war wesentlich davon bedingt, daß die erwähnten Fensterecken von beiden Punkten aus sichtbar sein mußten, was wegen des Baumwuchses im Vordergrund schon einiges Suchen und Vergleichen bewirkte. Das Anbringen von Signalscheiben an den Gebäuden hätte keine wesentliche Zeitersparnis gebracht. Um für die ganze Front des Gebäudes der ehemaligen Hofstallungen (Messepalast) ein einziges Netz von Paßpunkten und Paßstrecken zu erhalten, lagen die insgesamt 6 Basisstrecken im Verlauf eines Präzisionspolygonzuges, von der Kreuzung der Mariahilferstraße mit der Lastenstraße bis zu deren Kreuzung mit der Burggasse. Die Standpunkte und Aufnahmebereiche sind in der Abb. 21 dargestellt.

Die Durchführung dieser Messungen lag unter besonderem Zeitzwang und ihr Ablauf wird als "Empfehlung" für ähnliche Arbeiten nachfolgend dargestellt (Abb. 22).

Für beliebig viele Instrumente und Beobachter geeignet, verlangt der Vorgang und die Gleichzeitigkeit der Zusammenarbeit wohl einigermaßen geschulte Beobachter, gewährleistet aber einen unübertrefflich schnellen Fortschritt der Messungen. Im gegebenen Fall waren drei Meßtrupps eingesetzt. Die Ausrüstung jedes Trupps bestand aus: 1 Universaltheodolit Wild T2, 3 Wild - Stative mit ausziehbaren Beinen, 1 Wild - Invarbasislatte, 1 Wild - Zielzeichen, 1 Sprechfunkgerät. Die auf den Stativen befindlichen Dreifüße gaben Zwangszentrierung für alle genannten Geräte.

Die Abb. 22 zeigt schematisch den Arbeitsablauf für

die drei Meßgruppen. In Stellung a befinden sich die Theodolite in den Polygonpunkten 0, 3, 6. Die Basislatten sind in den Punkten 1, 4, 7 zentriert und gegen das zugehörige Instrument ausgerichtet. Das Zielzeichen  $\Delta$  für den späteren Gebrauch beim Theodolit der Meßgruppe 0 (derzeit in dem Punkt 0) ist vorbereitet. Die Zielzeichen (in Abb. 22 durch vollschwarze Punkte bezeichnet) für die Meßgruppen in den Punkten 3 bzw. 6 sind auf den Stativen in Punkt 2 bzw. 5 meßgerecht aufgestellt.

Nach Fertigstellung der Meßbereitschaft gibt der alle Meßtrupps überblickende Arbeitsleiter über Funk Kommandos, bei deren Befolgung die Beobachtungen gleichartig ablaufen.

Eine solche Kommandofolge (die erste) lautet wie nachstehend:

Stellung a		Fernrohrlage I		Fernrohrlage II		Ergebnis
Instrument in	Komm. 1	Komm. 2	Komm. 3	Komm. 4		
	Ziel	Ziel	Ziel	Ziel		
	0	P	1 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	1 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$		P
3	$\Delta$ 2	4 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	4 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$	$\Delta$ 2	$\alpha_3, d_{34}$	
6	$\Delta$ 5	7 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	7 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$	$\Delta$ 5	$\alpha_6, d_{67}$	

Nebenbei sei bemerkt, daß die Beobachtung der Basislatte (Marke links "l", Marke rechts "r") nicht unbedingt in der zweiten Fernrohrlage ausgeführt werden müßte, wenn der Polygonzug nahezu horizontal verläuft. Dann ist nämlich der Einfluß eines etwa vorhandenen Fehlers der Stehachse und der Kippachse des Instrumentes belanglos und ein Zielachsenfehler ist, wegen der geringen Größe des parallaktischen Winkels nach der Basislatte, ohne Wirkung auf den Polygonwinkel  $\alpha$ . Jede solche durch die Kommandoabrufe 1, 2, 3, 4 geschlossene Kommando-Gruppe kann beliebig oft wiederholt werden, doch wird - bei guten Beobachtern - der Fehler eines Polygonwinkels bei etwa  $10^{\text{CC}}$  liegen und bei sorgfältigen Einstellungen nach den Marken der Basislatte wesentlich geringer sein. Immerhin ist eine nochmalige Messung jeder Gruppe zu empfehlen, um vor gro-

ben Fehlern abzusichern.

Nach dieser Kommandogruppe 1 ....4 folgt der Übergang in die Stellung b, der in der Abb. 22 durch gewellte Linie angedeutet ist. Die in 0 vorbereitete Zieltafel wird dort gegen das Instrument ausgetauscht, das Instrument wird auf das Stativ 1 übertragen usw. In der Zeit des Überganges der Basislatten und Zielzeichen in die neuen Standorte messen die Instrumente die Richtungen nach den Paßpunkten zu deren 2-maliger unabhängiger Bestimmung. Nach diesen Richtungsmessungen wird die Meßbereitschaft der Basislatten und Zielzeichen erreicht sein (Stellung b) und es folgt die nochmals angedeutete Kommandogruppe für diese Stellung b:

Stellung b		Fernrohrlage I		Fernrohrlage II		Ergebnis
Instrument in	Komm. 5	Komm. 6	Komm. 7	Komm. 8		
	Ziel	Ziel	Ziel	Ziel		
1	$\Delta 0$	2 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	2 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$	$\Delta 0$	$\alpha 1, d_{12}$	
4	$\Delta 3$	5 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	5 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$	$\Delta 3$	$\alpha 4, d_{45}$	
7	$\Delta 6$	8 $\begin{matrix} l \\ r \end{matrix}$	8 $\begin{matrix} r \\ l \end{matrix}$	$\Delta 6$	$\alpha 7, d_{78}$	

Während des nun folgenden Übertrages der Basislatten und Zielzeichen auf die Stativeder Stellung c sind auch die Instrumente in die neuen Standpunkte 2, 5, ... gebracht worden und beobachten die vorgeschriebenen Richtungen zu den Paßpunkten. Am Ende der Stellung c sind dann alle Polygonseiten, alle Polygonwinkel bis einschließlich  $\alpha_8$  und die Richtungen nach allen Paßpunkten beobachtet, die für die photogrammetrische Auswertung verwendet werden sollen.

Sobald die Stellung c erreicht war und in 1 das Zielzeichen stand, begannen die photogrammetrischen Arbeiten, die dann ohne Unterbrechung über die bereits von den Meßgruppen verlassenen Standpunkte aufeinander folgten. Als Muster für die Reihe dieser Aufnahmen wurde bereits die Abb. 20 gezeigt (B-Station im Punkt 1 der Basis d 01). Da die Straßenbau-Leitung Interesse zeigte, konnte gegenüber dem Eingang des Messe-

palastes diesem näher gerückt werden (Abb. 23). Hier wurden die längsten Paßpunktstrecken angewendet (zwei lotrecht, eine waagrecht), die in der Abb. 23 durch Pfeile angezeigt sind. Zusätzlich zu den trigonometrisch erfaßten Paßpunkten sind auch eine Anzahl von Entfernungen direkt (mit Invar-Maßband) gemessen worden, um den von BERNHARD empfohlenen Vorgang zu erproben und als Kontrolle zu verwenden. Diese Paßpunkte und die gesichert erhalten bleibenden Endpunkte der erwähnten Vergleichsstrecken sind in den Abbildungen nicht besonders bezeichnet.

Die Erwähnung vieler Einzelheiten, die erst nachträglich beachtet und untersucht wurden (wie z.B. die Bestimmung der Durchmesser jener in den Bildpaaren binokular sichtbaren Fahnenmasten, im Vergleich zu den aus direkten Messungen des Umfanges abgeleiteten Werten) muß unterbleiben.

IV a Palais TFAUTSON, Palais AUERSPERG (19. April 1963)

IV a 1 Palais TRAUTSON

Günstige Lage- und Größenverhältnisse ermöglichten beim Palais TRAUTSON die Aufnahme mit einer einzigen Basis. Alle trigonometrischen und Streckenmessungen waren bereits vor den photogrammetrischen Aufnahmen erledigt worden. Wegen des mildsonnigen Tageslichtes, ohne ausgeprägte Schatten an der Palastfront, konnten die beabsichtigten Aufnahmefälle in folgender Reihe durchgeführt werden.

A - Station: 1) Normalfall mit über der Bodenmarke zentrierter Kammer und Vollinhalt des Bildes nach aufwärts verschobenem Objektiv,  
 2) Aufnahme in Stellung lt. Abb. 4  
 3) Aufnahme in Gegenstellung (d.h. gedreht und gekippt für kleine Basis)

B - Station: 4) wie 1), 5) wie 2), 6) wie 3).

Als Beispiel für die (paarweise mit einfacher und doppelter Belichtungsdauer) aufgenommenen Bilder diene die Abb. 24. Von dem zur Palaisfront in größerem Abstand liegenden Punkt (in Abb. 21 bei III durch Doppelring bezeichnet) wurden sechs Aufnahmen durchgeführt u. zw. je drei Aufnahmen entsprechend

der vorigen Stellung 2) und je drei Aufnahmen in voriger Stellung 3), d.h. mit kleiner Basis.

Die beiden lotrechten und eine horizontale Paßstrecke sind durch Pfeile, die trigonometrisch erfaßten Paßpunkte aber durch Ringe bezeichnet.

#### IV a 2 Palais AUERSPERG

Hier waren die Verhältnisse wesentlich ungünstiger, einerseits erschwert und oft behindert durch den sehr starken Kraftwagenverkehr, andererseits durch eine wegen der großen Frontlänge des Palastes erforderlichen zweiten Basis, die in dem dem Palais gegenüberliegenden ruhigeren Park (siehe Lageplan Abb. 21 bei IV) Platz fand. Auch hier waren alle notwendigen trigonometrischen - und Streckenmessungen vor der photographischen Arbeit erledigt worden. Diese fand für jede Basis getrennt nach dem vorhin genannten Schema statt. Dabei sei erwähnt, daß in jedem Basispunkt eigentlich zwei Aufnahmen genommen wurden, nämlich jene in der Stellung der Kammer entsprechend der Abb. 4, sodann in der Gegenstellung (d.h. gedreht und gekippt), also mit "kleiner Basis". Für jede Basisstrecke (im Lageplan Abb. 21 durch Doppelring für die A - Station und durch einfachen Ring für die B - Station angezeigt) standen daher jeweils 6 Aufnahme-Kombinationen zur Verfügung. Bezeichnet man nämlich die Kammerlagen mit 1, 2, 3, 4 (1,2 in der A - Station, 3,4 in der B - Station), die direkt gemessene Basisstrecke  $AB = b$  und die halbe "kleine Basis" mit  $\beta_k$ , so ergeben sich die folgenden Kombinationen von Basislängen:

$$12 = \beta_k, \quad 13 = b, \quad 14 = b + \beta_k, \quad 23 = b - \beta_k, \quad 24 = b, \quad 34 = \beta_k.$$

Mäanderartig aufeinanderfolgend sind zwei Plattensorten belichtet worden, nämlich FERRANIA - TOPO, die es damals (1964) noch gab, sowie ORWO - TOPO, die auch heute noch erhältlich sind.

Mit der vom Belichtungsmesser Lunasix angezeigten Belichtungsdauer  $t$  und der doppelten Zeit  $2t$  ergab sich in jeder Kammerstellung diese Folge der Aufnahmen: FERRANIA  $t, 2t$ ; ORWO  $t, 2t$  mit entsprechend sorgfältiger Einstellung der Aufnahme-

daten, Plattennummern usw. und gleichzeitiger Niederschrift zwecks späterer fehlerfreier Vergleichsmöglichkeit der völlig gleichartig entwickelten Platten. In der Abb. 25 sind die vor der Eingangs-Flügeltüre befindlichen Paßpunktstrecken (lotrechte mit oberer Zielmarke) wieder durch Pfeile bezeichnet. Der sehr schnelle PKW-Verkehr konnte die Sichtbarkeit nicht verhindern, wohl aber die binokulare Auswertung geringfügig stören. Während der Belichtungsdauer langsamer fahrende PKW können jedoch horizontal etwas zu tief gelegte Paßpunktstrecken verdecken, so wie dies oberhalb des Doppelkreises (in der Parklücke der beiden PKW) der Fall ist. Die drei dort stehenden Helfer mit horizontal aufgelegter Paßpunktstrecke sind noch sichtbar, nicht aber die Paßpunktstrecke. Die im Bildfeld liegenden trigonometrisch bestimmten Paßpunkte sind wieder durch Ringe bezeichnet. Für den Versuch eines Vergleiches mit späteren zeichnerischen Auswertungen der prächtigen Figurengruppen im Mittelfeld über dem Palaiseingang sind zahlreiche konvergente Kleinbild - Teleaufnahmen mit der unter III A 2 beschriebenen Einrichtung über den A - Stationen jeder Basis aufgenommen worden.

Die sämtlichen Aufnahmen mit den zugehörigen Daten für spätere Vergleiche und Überlegungen zur Wirkung verschiedener Belichtungsdauern bei den verwendeten Plattensorten, sind dem BDA zur Einsicht für Interessenten übergeben worden.

Aus Gründen der Arbeitseinteilung des BDA ergab es sich, daß die unter IV d, IV e (Stift MELK) geplanten Arbeiten vor der Aufnahme des Festsaaes der Nationalbibliothek (IV c) durchgeführt werden mußten.

IV Aufnahme des Stiftes MELK (Außenfront IV d) und Kuppel-Innenraum des Domes (IV e) (6. bis 8. Dezember 1964)

Die Kuppel und das Innere des Domes wurden um die Mittagszeit der sehr nebeligen Tage 6. und 7. Dezember 1964 bei aufeinander folgender Verwendung aller Geräte des BDA und meiner Lehrkanzel in gemeinsamer Arbeit aller Beteiligten, nach einem vorher ausführlich besprochenen und entsprechend begründeten Plan und Vorgang aufgenommen.

Dr. FORAMITTI hat dabei in einer ungemein rasch und frei hergestellten Skizze (Abb. 26, Originalformat 70 cm x 50 cm) die verschiedenen Instrument-Aufstellungen im Längsschiff des Domes eingezeichnet. In dieser Skizze sind auch die Anzahlen der überhaupt (etwa auch in der Stiftsbibliothek, dem Marmorsaal usw.) getätigten Aufnahmen eingetragen.

#### IV e Die Arbeiten im Innenraum des Domes

Von besonderem Interesse war die Aufnahme der Kuppel, zwecks Feststellung ihrer Form, als Grundlage für die Bestimmung von Abweichungen gegen eine Rotationsfläche. Bei der mit größtmöglicher Genauigkeit ausgeführten Basismessung (zentrisch-symmetrisch unter der Kuppelachse) und der Aufnahmen im Format 13 cm x 18 cm war der als Mathematikprofessor am Stiftsgymnasium tätige Abtkoadjutor Dr. Reginald ZUPANCIC, O.S.B. anwesend (jetzt Abt des Stiftes MELK). Im Anschluß zu allen Messungen ergaben sich sehr interessante Aussprachen über die voraussichtliche Genauigkeit der späteren Auswertung und die Art ihrer Durchführung.

Alle Gebäude der nach 1938 (mit der Besetzung Österreichs) dem allmählichen Verfall preisgegebenen Abtei lagen 1945 im Kampfgebiet und erlitten beträchtliche Schäden durch Beschuß, Brand und sonstige Zerstörung. Während der folgenden Jahre des Wiederaufbaues kam es 1947 bei Schweißarbeiten an der schwerbeschädigten Metallhaut der Kuppel über ihrem Gewölbe zu einem verheerenden Brand. Die zu seiner Löschung über die Kuppel gepumpten Wassermassen versickerten über dem Steingewölbe bis zu den Freskogemälden der inneren Kuppelwölbung. Wenn nun auch gewiß alles für die Entwässerung getan wurde, so mußte doch mit Formänderungen gerechnet werden, die man durch laufende Beobachtung von Rissen verfolgte, insbesondere von dem durch ein Geländer gesicherten Rundgang entlang der Kuppelbasis.

Die Bestrebungen des BDA zur Sicherung der Kunstwerke in den Gebäuden von hervorragender Bedeutung führten zu dem Entschluß zwei Ziele gleichzeitig zu erreichen: Sicherung des Schatzes an Freskogemälden und - wie oben genannt - Bestimmung der Kuppelform nach dem von mir in Aussicht genommenen Vorgang.



Da die Besonderheit der Aufgabe nur durch die Art des Objektes gegeben war, bestanden für die Planung und Durchführung der notwendigen Messungen keine Schwierigkeiten, wohl aber solche für die photographischen Arbeiten zur Meisterung der sehr ungünstigen Lichverhältnisse. Die Meßarbeiten gliederten sich in die folgenden Abschnitte:

- a) Bestimmung von zwei Punkten in der Längsachse der Basilika, knapp unter dem Ost - bzw. Westrand der Kuppelbasis. Diese beiden Punkte sind in Abb. 26 etwas rechts von  $B_2$  (Ostrand) bzw. etwas links von  $B_1$  (Westrand) zu denken. Sie wurden zuerst genähert in die durch zwei Mirenmarken (Altar und Westeingang) gegebene Achse eingewiesen und hernach durch Wild T2 - Theodolitmessung und Rechnung in die Achse gebracht.
- b) Für dieses Teilstück der Achse wurde die Lage der Kuppelachse in drei verschiedenen Arten bestimmt, nämlich:
  - 1) durch die Verbindung von einander zentrisch symmetrisch entsprechenden Punkten an Fundamentecken der vier tragenden Säulen des Kuppelgewölbes über dem Längs - und Querschiff der Basilika. Im Schnitt der sechs Verbindungslinien (1-1), (2-2) usw. (6-6) entstanden die in der Abb. 27 eingetragenen Punkte, z.B. (15) aus dem Schnitt von (1-1) mit (5-5).
  - 2) durch optische Ablotung der vier Endpunkte von zwei Durchmessern 7-7 und 8-8 des Gesimskreises, über dem sich der die Kuppel tragende Zylinder erhebt. Ein Durchmesser (7-7) lag in Richtung der Basilika-Längsachse (x-x), der zweite Durchmesser (8-8) etwa normal zu ihr.
  - 3) durch optische Ablotung der Ecken von vier Konsolen am oberen Abschlußkranz der Kuppel, von wo aus die Krönungslaterne nach oben führt. Zu allen Ablotungen diente das Firstlotgerät von Wild - Heerbrugg AG.

Ohne Eingang auf Einzelheiten sei bemerkt, daß die nach 1) ermittelten Linienschnitte eine nahezu kreisförmige Fläche von Handtellergröße einschlossen. Die abgesteckte Längsachse der Basilika teilte diese Fläche ungefähr im Verhältnis 1 : 2, so daß der geschätzte Schwerpunkt S der gleichgewichtig angenom-

menen Punkte etwa 3 cm nördlich der Achslinie (x-x) lag. Der nach 2) bestimmte Schnittpunkt (78) der erwähnten Durchmesser (7-7) und (8-8) fiel in Richtung Südost knapp an den Rand der unter 1) genannten Fläche, vom vorhin bestimmten Schwerpunkt S 5 cm entfernt.

Die nach dem Verfahren 3) ermittelten Bodenpunkte ergaben bei entsprechender zentrisch symmetrischer Verbindung vier zueinander fast senkrechte Linien, deren Schnittpunkte innerhalb der nach 1) entstandenen Fläche lagen und - der Deutlichkeit wegen - in der Abb. 27 nicht mehr dargestellt sind. Das Gesamtergebnis wurde mit der Contax photographisch dokumentiert. Da aber die verwendeten verschiedenfarbigen Kreiden im Photo teilweise ausfallen, sind die Punktlagen in der Abb. 27 eingezeichnet, mit dem angenommenen Fußpunkt K der Kuppelachse.

Bei dieser Sachlage konnte man die bereits ermittelte und mit Kreide bezeichnete Längsachse der Basilika als Basisrichtung für die photogrammetrische Aufnahme beibehalten.

Um für die beabsichtigten späteren Vergleiche genaueste Unterlagen bereitzustellen, wurden die für die Kuppelaufnahme in Aussicht genommenen Instrumentstandpunkte auf der Basilika-Längsachse angezeichnet und sowohl für die Aufnahmen 13 cm x 18 cm, wie auch von Dr. Foramitti für die Ausrüstung des BDA verwendet. Die in der Abb. 26 unter der Kuppel liegenden Basisstrecken  $B_1$  und  $B_2$  galten für alle Aufnahmen; III und IV und alle anderen eingezeichneten Standpunkte dienten Dr. Foramitti für seine zusätzlichen Aufnahmen.

Zwecks bester Anpassung der Basisgrößen an die für die Kuppel bestehenden Gegenstandweiten wurden einerseits die vom BDA angegebenen Daten verwendet, aber hinsichtlich der die Kuppel abgrenzenden Distanzen auch mit dem topographischen Entfernungsmesser "Todis" von BREITHAUPT (Kassel) gemessen. Im Hinblick auf die für beste Scharfabbildung angegebenen Gründe (III B) ergab sich bei der (den sehr schlechten Lichtverhältnissen Rechnung tragenden) Blendenwahl 1 : 12,5 die Annahme einer Leistenstärke von 1,5 mm für die bestmögliche scharfe Abbildung des ganzen Kuppelbereiches. In jedem der beiden Standpunkte erhielt die Kammer die in den Abb. 12 bis 15 gezeigten Stellungen für mit einer Genauigkeit von etwa 1 Altminute lot-

rechte Aufnahmerichtungen. Die Einrichtung in bzw. parallel zur Basis erfolgte durch genaueste Lotung der Mattscheiben-Mitte. Entsprechend den Angaben zu III A 1) betrug die Basislänge in einem Standpunkt jeweils einmal 303,4 mm und einmal 606,8 mm.

Um bestimmte Basiskombinationen für alle verwendeten Instrumente zu erreichen, waren die beiden Standpunkte zu den Basisstrecken  $B_1$  bzw.  $B_2$  (Abb. 26) symmetrisch zum gewählten Fußpunkt K der Kuppelachse mit einem Abstand von 2642 mm angenommen worden. Bezieht man alle Kammerlagen und die Standpunkte auf den Westpunkt der Basis  $B_1$  (Abb. 26), dann sind aus den Angaben der nachfolgenden Tabelle alle verfügbaren Basislängen berechenbar und die Punktnummern sind aus der Abb. 28 zu ersehen.

B a s i s $B_1$			B a s i s $B_2$		
Westpunkt	0	0,000	Punkt 7		2,6420
Punkt	1	0,2966	Punkt 8		2,9386
Punkt	2	0,4483	Punkt 9		3,0903
Zentrum	3	0,6000	Zentrum 10		3,2420
Punkt	4	0,7517	Punkt 11		3,3937
Punkt	5	0,9034	Punkt 12		3,5454
Punkt	6	1,2000	Ostpunkt 13		3,8420

Mit Übergehung der Einzelheiten werden beispielhaft und als Empfehlung für ähnliche Arbeiten die verwendeten Aufnahmematerialien genannt, die in den auf Abb. 26 notierten Anzahlen belichtet wurden.

13 cm x 18 cm : Ferrania Topo-Platten (11 Din), 1 : 12,5, 30 sec  
 Ferrania Color Negativ Film (in genannter Art auf Planglasplatten aufgezogen) (17 Din), Belichtungsmesser: 8 bzw. 9 sec, Belichtungsdauer wegen Rücksicht auf den SCHWARZSCHILD-Effekt: 17 bis 18 sec.

9 cm x 12 cm: verwendet von Dr. Foramitti

Tasche 1 mit 12 Platten Orwo Topo TO 1 (18 Din) nach bei Dr. Foramitti befindlichen Aufzeichnungen unter der Kuppel und im Längsschiff der Basilika belichtet.

Nach Belichtung dieser Platten 1 - 12 entlud ich die Kassetten in der Dunkelkammer des Stiftes und beschickte die Kassetten nun mit 12 Perutz Silber Eosin - Platten, die teilweise auch für die Aufnahmen der Bibliotheks - Deckengemälde dienen.

Unterdessen wurden belichtet: in Tasche 2 die auf Spiegelglas aufgezogenen Agfa Color Negativ Filme (17 Din) mit Nr. 13 - 18 und die nachfolgenden Kassetten Nr. 19 - 24 mit Agfacolor Umkehr Film (18 Din).

Alle Belichtungsdaten und insbesondere die Überlegungen zur Berücksichtigung des SCHWARZSCHILD-Effektes befinden sich bei den Aufzeichnungen von Dr. Foramitti.

Als Beispiel für die Art der zahlreichen Aufnahmen, die mit SW - und Color - Materialien von Dr. Foramitti mit der Ausrüstung des BDA ausgeführt wurden, dienen die beiden Abb. 29a, 29b. Sie entsprechen der Aufstellung im Punkt 3 (Abb. 28) und den Aufnahmezentren in den Punkten 0 (= Westpunkt), bzw. 6.

Hinsichtlich der Aufnahmen im Format 13 cm x 18 cm wird nur ein Beispiel gebracht (Abb. 30), das zugleich die Grundlagen für die Bestimmung der Kuppelform darstellt. Die im Inneren der Basilika belichteten Color-Negativ-Filme wurden zur Entwicklung einer bestempfohlenen Firma übergeben, der einzigen Anstalt, die damals in der Lage war, Color - Material im Format 13 cm x 18 cm zu entwickeln.

Die Entwicklung der Color Negativ Filme wurde von eindringlichen Hinweisen auf den wissenschaftlichen Zweck der Versuchs - und Testaufnahmen begleitet, mit der inständigen Bitte die Ränder der Filme zu schonen, um jede Beschädigung der Randmarken zu vermeiden. Diesen Bitten wurde nur teilweise Rechnung getragen, denn bei den meisten Filmen wurde eine Schmalseite des Formates 13 cm x 18 cm, bei vielen Filmen aber auch an beiden Seiten durch Heftklammern der Rand verletzt, so wie dies krass an der Abb. 31c zu erkennen ist. Die beim Wiener AGFA-Umkehrdienst entwickelten Filme sind in jeder Hinsicht einwandfrei geliefert worden und in der Tat war es möglich einwandfreie Vergleiche zwischen denselben Aufnahmen in Schwarzweiß und Farbe zu erhalten, bei numerischer Auswertung im unter II 4 c erwähnten Komparator der Wiener Universitäts-Sternwarte.

Es ist bei beschränkten Mitteln leider nicht möglich

auf Einzelheiten einzugehen, die für spätere Arbeiten ganz allgemein empfohlen werden können, doch sind diesbezügliche Aufklärungen und Hinweise jederzeit bei dem am Gesamtwerk beteiligten und an seiner Wirksamkeit interessierten Dr. Foramitti im BDA zu erhalten.

An dieser Stelle möchte ich aber auf die beabsichtigte Bestimmung der Kuppelform eingehen. Zu diesem Zweck erbat ich beim Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Dipl. Ing. EIDHERR die Bewilligung zur Herstellung einer sehr hohen Vergrößerung von einem der Bilder des Kuppelgewölbes, das der Planung am besten entsprach. Ich erhielt diese Vergrößerung im Format 104 cm x 139 cm - durch das Interesse des damaligen Leiters der Abteilung für Photographie und Reproduktion, jetzt Wirkl. Hofrat Dipl. Ing. SCHENK und nunmehr Leiter der Landesaufnahme - in einer besonders zweckentsprechenden Ausführung.

Die Abb. 30 zeigt einen Ausschnitt im Mittelteil mit eingestempelten Nummern für die gewählten Paßpunkte, die zur deutlichen Kennzeichnung für die Einstellung bei der Parallaxenmessung eingezeichnet sind. Im Bereich der Frescogemälde im Kuppelraum wurden die Paßpunkte - immer möglichst einem Meridian folgend - auf sicher identifizierbare Stellen, etwa Fingerspitzen, Augen, Spitzen von Engelflügeln usw. gelegt. Die früher genannten, zur Ablotung 3) verwendeten, sich gut im Bild abhebenden 8 Eckpunkte der vier Konsolen dienten ebenfalls als Paßpunkte. Die höchsten 4 Punkte an der Decke der Krönungskuppel entsprachen dem Schnabel der Taube (182), deren Flügelenden (181), (184) und dem Ende des Schwanzes (183). Zur Bestimmung der Raumkoordinaten dieser vier höchstliegenden Punkte und der genannten Konsolenpunkte wurden vor den photographischen Arbeiten die notwendigen trigonometrischen Beobachtungen - unter Verwendung von Steilsichtprismen - in Zwangszentrierung von zwei gegenseitig als Kollimatoren einstellbaren Zeiss II - Sekundentheodoliten ausgeführt.

Alle für die Punkte 1,2,3,4,5 und 8,9,10,11,12 der Abb. 28 vorliegenden Schwarzweiß-Platten wurden am mehrfach erwähnten Monokomparator der Universitäts-Sternwarte durch

meinen ehemaligen Assistenten Dipl. Ing. GRÖBER ausgewertet. Für alle möglichen Kombinationen der durch die obigen Punkte gegebenen Basisstrecken lagen nun - ähnlich wie bei nahezu lotrechten Luftbildern - für 184 Punkte die Unterlagen zur numerischen Bestimmung ihrer Raumkoordinaten vor, unter Bezug auf das Basissystem und mit den Korrekturen der äußeren Orientierung, die für jede Kombination aus den trigonometrisch bestimmten Paßpunkten bekannt wurden.

Herrn Prof. Dr. RINNER verdanke ich die Vermittlung zur Herstellung der Rechnungsprogramme durch Herrn Dr. BOXAN des Rechenzentrums der Technischen Hochschule Graz.

Auf Einzelheiten soll im Rahmen dieser für praktische Lösung von Routine-Aufgaben gedachten "Empfehlungen" nicht eingegangen werden, da eine ausführliche Darstellung aller Arbeiten zur rechnerischen Bestimmung der Kuppelform, ihrer Interpolationen und Ausgleichungen einer besonderen Veröffentlichung vorbehalten ist.

#### IV d Die Arbeiten zur Aufnahme der Außenfront des Stiftes

Die photographischen Aufnahmen der südlichen Außenfront des Stiftes Melk fanden am 8. Dezember 1964 statt. Wegen des stark nebeligen Wetters, das auch die Innenaufnahmen behinderte, waren die zur Bestimmung der Basisstrecke notwendigen Messungen schon teilweise am Nachmittag des 7. Dezember ausgeführt worden u.zw. in folgender Art.

Die Lage des Stiftes bietet für eine, gute Auswertung gewährleistende, photogrammetrische Aufnahme beträchtliche Schwierigkeiten, denn der im Süden des Stiftes tief liegende Ortskern bewirkt es, daß sich eine entsprechende direkt meßbare Basis erst in sehr weiter Entfernung ergibt. Zu weit, um die gewünschten Einzelheiten der Außenfront deutlich und gut auswertbar zu erhalten. Ich hatte daher eine Aufnahme aus kürzerer Entfernung vorgesehen, wenn es sich als möglich erwies auf Fensterbänken der höher liegenden Häuser gegenüber der Stiftfront Basis-Endpunkte in entsprechender Entfernung zu finden. Dies führte vorerst zu einer Durchmusterung der dem

Stift gegenüber liegenden Häuser und nachfolgenden - vom Abt des Stiftes befürworteten und geförderten - Besuchen bei den etwa in Frage kommenden Wohnungsinhabern, zwecks Feststellung der Brauchbarkeit als Basisendpunkt. Es ergaben sich zwei geeignete Standpunkte mit sehr knapp ausreichender Bewegungsfreiheit für die trigonometrischen Beobachtungen und die photographischen Arbeiten (A - Station: Familie Direktor Kremer, B - Station: Familie Fuchs).

Die Bestimmung dieser beiden Stationen geschah durch Rückwärtseinschnitt aus 6 Zielpunkten, die in folgender Art festgelegt wurden.

In dem die ganze Südfront des Stiftsgebäudes entlang führenden Gang konnte eine Richtung als x - Achse am Boden mit Kreide gezeichnet werden. Schon in Wien vorbereitete Zieltafeln aus weißem Karton mit auf der Spitze stehendem Dreieck wurden an Fenster jener Räume geklebt, durch deren Türe die Zieltafel vom Gang her sichtbar war. Diese Spitzen der 6 Tafeln wurden durch rechtwinklige Koordinaten auf die erwähnte x-Achse im Hin - und Rückgang eingemessen. Bei von 9,38 m auf 11,56 m wachsenden Ordinaten entsprach dem östlichsten Punkt die Abszisse 191,39 m nahezu am Ende des Ganges.

Diese Zielmarken sind in den Abb. 31 durch Pfeile hervorgehoben und dienten zur Bestimmung der Koordinaten der gegenseitig nicht sichtbaren Basisendpunkte mit den in diesen beobachteten Richtungen. Bei Verwendung eines Theodolites Wild T2 ergab die Ausgleichung von je 3 Sätzen in jedem Basisendpunkt mittlere Richtungsfehler von  $\pm 0,8''$  und  $\pm 1,1''$  und die in der Nacht 7./8. Dezember durchgeführte Ausgleichung der beiden Rückwärtseinschnitte aus je 6 Richtungen erbrachte die in üblicher Art definierten mittleren Punktfehler von  $m_A = \pm 16$  mm und  $m_B = \pm 21$  mm. Die aus den Koordinaten berechnete Basislänge von 17,9745 m entsprach der Planung, daß sie rund 1/10 der Entfernungen zum Objekt (192 m bis 216 m) betragen sollte.

Bei der für den nächsten Tag (8. Dezember 1964) beabsichtigten photographischen Arbeit sollte der bereits betonte Grundsatz verwirklicht werden, nämlich den Normalfall

soweit als möglich herzustellen, aber unbesorgt geringe Abweichungen der äußeren Orientierung hinzunehmen, mit der Absicht, die strenge Bearbeitung mit einem Luftbild-Auswertegerät I. Ordnung durchzuführen, unter Umständen - mit besonderer Strenge - auf analytischem Wege.

Es handelt sich demnach darum, den Sollwert von  $90^{\circ}$  zwischen der Aufnahmeachse und dem nicht sichtbaren anderen Basisendpunkt so gut als erreichbar herzustellen. Die gerechnete Richtung der Basis und die Richtung von einem ausgeglichenen Endpunkt jeweils nach dem der Basis nahezu gegenüberliegenden Zielpunkt 4 schließen jenen Winkel  $\alpha$  ein, der  $90^{\circ}$  betragen sollte. Würde man dem in der Station A zur Kammer justierten Phototheodolit auf der Kammer die Orientierung  $90^{\circ}$  eingeben und die Station B anzielen, so wäre in üblicher Art in der Station A der Normalfall hergestellt. Bei geklemmter Kammer muß nun die Einstellung des gelösten Theodolits auf den erwähnten Zielpunkt 4 die Ablesung  $\alpha$  ergeben. Stellt man also bei Beginn durch Drehung des Theodolits die vorausberechnete Ablesung (z.B.  $\alpha$ ) ein, klemmt den Theodolit nun mit der Kammer und zielt, durch Drehung der Kammer, im Theodolitfernrohr den Punkt 4 an, dann schließt die optische Kammerachse mit der Basisrichtung den Sollwert  $90^{\circ}$  des Normalfalles ein.

Ähnliche Überlegungen gelten für die Orientierung in der B - Station, dort aber für die verkehrte Lage des Theodolitfernrohrs.

Trotz sehr geringer Bewegungsfreiheit auf einer Fensterbank und dadurch verringerter Möglichkeit von Hilfeleistungen bei Plattenwechsel, Einstellung der Aufnahmedaten usw., bei großer Kälte und leichtem Nebel sind alle Aufnahmen gut gelungen, nämlich:

A - Station gleichartig wie B - Station (13 cm x 18 cm Format)

Ferrania Topo Platten ( $11^{\circ}$ Din)

Orwo Tageslicht Umkehr Color Film ( $16^{\circ}$ Din)

Orwo Tageslicht Negativ Color Film ( $18^{\circ}$ Din)

Gevaert Tageslicht Negativ Color Film ( $17^{\circ}$ Din)

je eine Aufnahme links verschwenkt, normal, rechts verschwenkt.



Alle genannten Filme waren in der unter II 4c dargestellten Art auf alten Planglasplatten 13 cm x 18 cm aufgezogen.

Die Außenaufnahmen durch Dr. Foramitti und seine Mitarbeiter mit der Ausrüstung des BDA galten vor allem der Westseite (4 Topoplatten, 2 Orwo Tageslicht Negativ Color Film) und der Ostseite (2 Tageslicht Negativ Color Film).

#### IV c Aufnahmen im Festsaal der Nationalbibliothek (25./26. November 1965)

Diese Aufnahmen fanden am 25. und 26. November 1965 statt. Mit Absicht war diese beleuchtungsmäßig sehr ungünstige Zeit gewählt worden, um die bisher bei der Aufnahme und Entwicklung von Platten und Colorfilmen gewonnenen Erfahrungen zu prüfen. Um den Bedingungen möglichst nahe zu sein, die sich bei unter Zeitdruck stehenden Aufgaben praktisch ergeben, wurde auf jede zusätzliche Beleuchtung verzichtet. Bei allen SW-Aufnahmen mit den mehrfach erwähnten Plattensorten und Tageslicht Umkehr- bzw. Negativ Color Filmen lieferten die in jedem Standort lotrecht aufwärts mit dem Belichtungsmesser Lunasix knapp vor jeder Aufnahme gemessenen Belichtungszeiten die Grundlage für die Bestimmung der Blendenstellung zur gewählten Belichtungszeit  $t$ . Für alle Aufnahmen mit Colormaterial ergab sich die Belichtungszeit  $T$  durch Einführung der Korrektur zum Schwarzschild-Effekt. Um völlige Gewißheit für das Gelingen von zweckentsprechenden und gut auswertbaren Bildern, aber auch Material für spätere Studien zu erhalten, wurde jede SW-Aufnahme mit den Belichtungsdauern  $t$  und  $2t$  durchgeführt. Auf diese beiden Aufnahmen folgten die Tageslicht - Umkehr - Color bzw. Tageslicht Negativ - Color Aufnahmen je mit den Belichtungsdauern  $1/2 T$ ,  $T$ , und  $2T$  rasch aufeinander.

Die Basisstreifen wurden so gelegt, daß die sämtlichen Deckengemälde und die Wölbungsformen hinsichtlich Farbgebung und späterer räumlicher Auswertung vollständig und mehrfach erfaßt waren.

Zu den Tätigkeiten während der Aufnahmen ist zu erwähnen, daß nach der Aufstellung entsprechend den Abb. 12 - 15,

bei sorgfältiger Einspielung der bestmöglich justierten Libelle des Multiplex-Aufsatzes, einer meiner Assistenten die Lunasix-Messungen und die Bestimmung der Belichtungsdauer (mit SCHWARZSCHILD-Korrektur) besorgte, ein zweiter Assistent das Protokoll führte und ich persönlich die Aufnahmedaten an den Zählrädern der Kammer einstellte, die Platten und Filme in den zugereichten Kassetten anlegte und belichtete.

Alle während dieser Arbeiten geführten Gespräche, Hinweisen und insbesondere die Berücksichtigung der Schwarzschild - Korrektur anhand der früher erwähnten Tabellen und Diagramme, sowie die Zeitählung für die Belichtungsdauer der Colormaterialien wurden mit Philips - Recorder auf Band festgehalten. Dies erwies sich als sehr nützlich für Instruktion-zwecke aber auch für die Kontrolle der Protokollführung.

Die hohen Kosten der Reproduktion von Color - Aufnahmen verhindern die Beibringung von Farbbildern in diesem Bericht, doch können alle im Bundesdenkmalamt verwahrten Ergebnisse von Interessenten dort eingesehen werden. Die von ORWO Color - Negativfilm kopierten SW-Bilder der Abb. 32 (B - Station unter der Kuppel) bzw. das Bildpaar (Abb. 33 A - Station und 33 B - Station) lassen gewiß die Schwierigkeit der Lichtverhältnisse erkennen. Mit einer dreifachen Vergrößerung der Abb. 33 A in Farben wurde eine Prüfung der Farbtreue unternommen und auch ein Test über die Veränderung von derartigen Farbbildern bei Aufbewahrung hängend in halbdunklem Raum. Auch diese Ergebnisse sind nun beim BDA aufbewahrt für eine eventuelle Fortführung der Versuche durch Herrn Dr. Foramitti.

Große Befriedigung ergab sich aus der Tatsache, daß die sämtlichen Color - Aufnahmen - als Folge der genauen Berücksichtigung des SCHWARZSCHILD - Effektes - mit der Belichtungsdauer T gut gelungen waren. Es hätte der Vorsichtsmaßnahmen mit den Belichtungsdauern  $1/2 T$  und  $2T$  nicht bedurft, doch bilden diese zusätzlichen Aufnahmen ein wertvolles Material für das Studium der Farbtreue.

IV i Allseitige Aufnahme der Pestsäule am Graben  
(14. Oktober und 4. November 1967)

Gerüchte über den möglichen Beginn von Vorbereitungen zum projektierten Bau der U - Bahn im Bereich des Denkmals veranlaßten die Vorverlegung der photogrammetrischen Aufnahme. Sie war wegen der in mancher Beziehung größeren Schwierigkeiten als letzter aller Wünsche des BDA eingeplant. Bei der Erkundung geeigneter Standpunkte für die Ausrüstung 13 cm x 18 cm mußte von vornherein auf Bodenpunkte verzichtet und Gelegenheiten in etwa halber Höhe des Denkmals gesucht werden, um bei horizontaler oder nur wenig geneigter Aufnahmeachse die ganze hohe Pestsäule zu erfassen. Durch Nachfrage und Bitte an die Eigentümer geeignet gelegener Wohnungen durften die Ausblicke auf die Pestsäule vorerst geprüft werden. Nach getroffener Wahl gab das BDA schriftlich den Zweck der Arbeiten bekannt und erbat die Erlaubnis zur Benützung der ausgewählten Standpunkte auf Fensterbänken und Balkonen

Für alles Entgegenkommen ist insbesondere zu danken: der Direktion der Sprachschule "BERLITZ -SCHOOL" (Graben Nr.13), der Spielwarengroßhandlung "KOBBER" (Graben Nr. 14-15) (Standpunkt West), den Eigentümern der Firmen "KNIZE & CO" (Graben Nr. 13) (Standpunkt Ost), bzw. "KOSCHIER et KOSCHIER" GmbH (Graben Nr. 27) (Standpunkt Nord).

Den Arbeiten für die Aufnahme 13 cm x 18 cm gingen die Basis - und trigonometrischen Messungen VORAUSS, zur Bestimmung der gegenseitigen Lage der drei genannten Standpunkte I, II, III (Lageplan Abb. 34) im lokalen Netz und von Paßpunkten an der Pestsäule. Da eine besondere Kennzeichnung nicht vorgenommen werden sollte, aber auch technisch sehr großen Aufwand erfordert hätte, sind wieder deutlich erkennbare Punkte (Fingerspitzen von Engeln, Spitzen von Schwertern, Enden von Schmuckstrahlen usw.) als Paßpunkte durch Einschneiden nach Lage und Höhe bestimmt worden. Um Irrtümer zu vermeiden, wurden aus bei der Erkundung mit einer Contax aufgenommenen Kleinbildern besondere Vergrößerungen hergestellt, mit Bezeichnung der einzumessenden Paßpunkte. Da nur Theodolite mit astronomischem Fern-

rohr verfügbar waren, konnte der Beobachter dann im Vergleich mit den höhen- und seitenverkehrten Vergrößerungen die gewählten Paßpunkte immer sicher erkennen. Auf Einzelheiten dieser geodätischen Routinearbeiten wird hier nicht weiter eingegangen; jedoch erwähnt, daß von allen Standpunkten aus - nach den Theodolitbeobachtungen - mit dem im Abschnitt I bereits erwähnten topographischen Entfernungsmesser "Todis" von Breithaupt & Sohn, Kassel (4) die Schrägdistanzen und ihre Neigungen nach den Paßpunkten gemessen wurden. Dies geschah nicht etwa zur Kontrolle der trigonometrischen Ergebnisse, sondern vielmehr zur Ermöglichung einer späteren Aussage über die erreichbare Genauigkeit, wenn nur der "Todis" für rasche Arbeiten verwendet würde.

Nach allen diesen Vorbereitungen fanden die photographischen Arbeiten am 14. Oktober 1967 vormittags auf den oben genannten Standpunkten statt und anschließend - während der Mittagszeit - auch Aufnahmen des Nordturms von St. Stephan, (Lageplan Abb. 34), worüber der Abschnitt IV f später berichtet.

Hinsichtlich des schon zur Routine gewordenen Ablaufes der Arbeit in jedem Standpunkt galten praktisch die Vorgänge (Einstellung der Kammerdaten, Protokollführung, Plattenfolge usw.), wie sie bei dem Berichtteil IV c (Festsaal der Nationalbibliothek) ausführlicher dargestellt sind. Auch hier wurde die listenmäßig vorgeschriebene Plattenfolge genau eingehalten: SW - Topoplatten, Tageslicht Umkehr-Colorfilm, Tageslicht Negativ - Colorfilm, in jeder Gattung 2 Platten (bzw. auf Platten aufgezogene Colorfilme), jeweils belichtet mit einfacher und doppelter Belichtungsdauer, die mit Lunasix knapp vor jeder Kassettenanlage ermittelt wurde.

Für die in jedem Standpunkt gegebene mittlere Dingenweite  $g$  wurde die bestentsprechende Leistenstärke  $\Delta$  aus der im Abschnitt III B genannten Tabelle entnommen und bei allen Aufnahmen dieses Punktes beibehalten.

Die Kammerlage in der A - Station ist mit der Abb. 6 (von vorne gesehen) bzw. Abb. 7 (von rückwärts gesehen) dargestellt. Der Übergang zur Kammerlage in der B - Station ergibt sich durch  $180^\circ$  Drehung um die Standpunktachse und nach-

folgende Kippung der Kammer um die Rohrachse bis zur horizontalen Lage der Aufnahmeachse, bzw. bis zu der in der A - Station eingestellten Neigung der Aufnahmeachse, so wie etwa in Abb. 8 ( von vorne) und Abb. 9 (von rückwärts) gezeigt (jedoch für die Formatseite 18 cm in Richtung der Basis).

Da 2 Kassettenbehälter für je 12 Doppelkassetten verfügbar waren (insgesamt 48 Aufnahmen), ergab sich der folgende für jeden Standpunkt vorbereitete Material - und Belichtungsplan. Die Nr. - Reihenfolge bezweckt zeitlich und symmetrisch naheliegende Belichtungen der gleichen Emulsion. Die Kassetten waren in der genannten Folge gereiht und außerdem noch hinsichtlich Inhalt durch aufgeklebte Farbstreifen gekennzeichnet.

#### S t a n d p u n k t   N r.   N

##### A - Station

Aufnahme Nr.	Platte	Bel.Dauer	Aufnahme Nr.	Platte	Bel.Dauer
1	Topo	1x	3	Topo	2x
2	Topo	2x	4	Topo	1x
7	+Color	2x	5	+Color	1x
8	+Color	1x	6	+Color	2x
9	-Color	1x	11	-Color	2x
10	-Color	2x	12	-Color	1x

Ungefähre Dauer der Arbeit in Minuten: Aufstellung 10; 12 Plattenwechsel und Belichtungen je etwa 3; 2 Übergänge A nach B und 1 Übergang B nach A, je etwa 5; insgesamt 61 Minuten oder rund 1 Stunde.

Vorsichtshalber wurde bei allen Versuchs- und Testaufnahmen eingeplant, daß die Vielfalt verschiedener Emulsionen mit jeweils entsprechenden Belichtungsdauern, sowie die möglichst rasche Aufnahmefolge und der schnelle Wechsel von der A - Station zur B - Station eine gelegentliche Fehlhandhabung verursachen kann.

Für diesen Fall standen die letzten 6 Doppelkassetten des zweiten Behälters zur Verfügung. Je 2 Doppelkassetten waren mit den benötigten Emulsionssorten geladen. Da im Verlauf aller Aufnahmen keine solchen Fehlhandhabungen eintraten, kamen die Reserven entweder zusätzlich anschließend oder bei

anderen Standpunkten in Verwendung.

Es erwies sich als wertvoll, daß für spätere Überlegungen und Vergleiche - insbesondere auch während der Auswertung - neben dem geschriebenen Protokoll auch die Ansagen und Bemerkungen im Verlauf des Aufnahmevorganges zur Verfügung standen, die mit dem zwischen Instrument und Schriftführer aufgelegten Recorder auf Band festgehalten waren.

Als Beispiel für eine solche Recorder-Aufzeichnung folgen die ersten Bemerkungen und Hinweise während der Aufnahmen in der A-Station von Standpunkt N = Pestsäule I entsprechend der vorhin gegebenen Reihenfolge: A - Station, d.h. Kammer links bei Höhenwinkel genau Null. "Es ist Samstag, der 14. Oktober (1967), 8 Uhr 27. Einstellung Aufnahmefall I A 1, Leisten mit 1,5 mm eingesetzt, Platte Topo Nummer 37 eingesetzt. Bitte Belichtungsdauer für Blende 1:18 und Ferrania Topo 18 Scheiner! (Nicht ganz 2 sec). Topo - Filter für 3-fache Verlängerung aufgesetzt! Verschuß auf "Ball" eingestellt, Verschußprobe! Läuft richtig! Als einfache Zeit gilt 3 mal 2 sec = 6 sec. Kassettendeckel aus, Libellen kontrolliert, Achtung Aufnahme, zähle 1 - 6, Verschuß zu. Kassettendeckel einschieben, Kassette ausheben und wechseln auf nächste Aufnahme d.i. Platte mit Nr. 38. Aufnahmefall bleibt erhalten, aber jetzt 2, d.h. I A 2, Kassette mit Nr. 38 eingeschoben, Verschußlauf geprüft, Kassettendeckel aus, Libellen geprüft. Doppelte Zeit ist nun 2 mal 6 sec = 12 sec. Achtung Aufnahme, zähle 1 - 12 sec. Verschuß zu, Kassette mit 37/38 belichtet! Versorgen unter "Belichtet". Übergang in Station - B, d.h. drehen, kippen, ausrichten, Höhenwinkel einstellen"..... Folgen die Aufnahmen Nr. 3 und Nr. 4 der vorigen Reihenfolge für Standpunkt N.

Beim kommenden Übergang auf Color für die Aufnahmen Nr. 5, 6 darf auf die Wegnahme des Topo-Filters und die Einsetzung des für CT 18 Film bestimmten Neutralfilters nicht vergessen werden.

Es ist sehr zu empfehlen, im Verlauf aller ähnlichen photogrammetrischen Arbeiten, die wenigen Ansagen, Bemerkungen usw. mit Recorder aufzunehmen, insbesondere aber dann, wenn der Beobachter auch noch sachlich für Denkmalschutz und Architektur fachkundig ist, um Einzelheiten des Objektzustandes zu beurteilen und festzuhalten.

Auf dem Standpunkt II (Spielwarengroßhandlung "Kober) bot die - wenn auch schmale - Terrasse hinreichend Bewegungsmöglichkeit für die Aufnahme eines Farbfilmes, der - für Instruktionszwecke - den Ablauf der wichtigsten Teilvorgänge während der photogrammetrischen Arbeit zeigt.

Als Beispiele für diese Aufnahme der Pestsäule sollen die Abb. 35 bis 37 dienen, nämlich

Abb. 35 : Bildpaar "Pestsäule West", d.h. Westseite des Denkmals, gesehen von Standpunkt II,

Abb. 36 : Bildpaar "Pestsäule Ost", d.h. Ostseite des Denkmals, gesehen vom Standpunkt I,

Abb. 37 : Bildpaar "Pestsäule Nord", d.h. Nordseite des Denkmals, gesehen vom Standpunkt III.

Die volle Ausnutzung des Bildfeldes bei Abb. 35 und 36 ist eine Folge der auf dieses Ziel abgestimmten Erkundung der Standpunkte, die entlang der südseitigen Häuserfront am Graben leichter zu finden waren, als auf der dem Denkmal sehr nahen nordseitigen Häuserfront. Auf den Bildern erkennt man die teilweise Abdeckung der eingestellten Aufnahmedaten durch die verwendeten Randleisten (siehe Abschnitt III B), deren Ausnehmungen jedoch die Mitabbildung der Randmarken freigeben. Die Stärke  $\Delta$  der Leisten betrug 1,5 mm in den Standpunkten I, II und 4,5 mm im Standpunkt III.

IV f Aufnahme des Nordturmes von St. Stephan  
(14. und 31. Oktober 1967)

Der rasche Ablauf der Pestsäule - Aufnahmen führten zum Entschluß die verbliebenen Reserven des zweiten Kassettenbehälters, nämlich je zwei Doppelkassetten mit Topo-, Color Umkehr - und Color Negativ - Emulsion für Aufnahmen im Standpunkt "Terrasse des Erzbischöflichen Palais" zu verwenden, wo die Erkundung gleichzeitig mit der für die Pestsäule durchgeführt worden war. Maßgebend für diesen Entschluß war die um Mittag eingetretene Diesigkeit, derzufolge für die nach Süden gerichteten Aufnahmen günstige Lichtverhältnisse bei nur geringer Schattenbildung bestanden.

Während die aus der Reserve hier aufgenommenen 4 Topo- Platten gut entsprachen, waren die Coloraufnahmen ausdruckslos hinsichtlich der Farbwiedergabe der gleichmäßig altersgrauen Flächen und Einzelheiten des Turmes. Es ist daher nicht zu empfehlen, solche nach Süden gerichtete Aufnahmen

auch mit Color - Emulsionen durchzuführen (siehe Lageplan Abb. 34).

Um den Einfluß verschiedenen Sonnenstandes festzuhalten, wurden die Aufnahmen des Nordturmes von St. Stephan auf den gleichen Standpunkten am 31. Oktober 1967 wiederholt. Außer 4 Orwo-Topoplatten kamen anstelle der 8 Color - Aufnahmen nunmehr Infrarot - Emulsionen zur Verwendung, nämlich 4 Stück Orwo-Infrarot 950 Platten und 4 Stück Orwo-Infrarot 1050 Platten. Mit diesen Aufnahmen wollte ich den seit 1950 oft betriebenen und stets gelungenen Versuch neuerlich tätigen, Fremdkörper im Bereich einer nahezu gleichartigen Umgebung zu erkunden und lagemäßig festzustellen. Als solche Fremdkörper konnten jene in den Sandstein eingedrungenen Splitter von Granaten gelten, die 1945 bei der Beschießung des Domes am Nordturm selbst, sowie hinter ihm am Dach des Domes detonierten und den zerstörenden Brand verursachten. Es mußte die Erkundung solcher Splitter nützlich sein, da in ihrer Nähe die vermehrte Schädigung durch Witterungseinflüsse auf größere Entfernung nur schwer zu erkennen, bei Betrachtung eines guten Raumbildpaares aber deutlich erfaßbar ist.

Die Begründung zur Möglichkeit solcher Ausforschung und Erkennung von Fremdkörpern mit Hilfe infraroter Strahlung ist bekannt (17) und für den Bereich der Photogrammetrie frühzeitig untersucht worden (14), (15).

Um insbesondere die Infrarot - Emulsionen bei möglichst verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen mit gegensätzlichem Lichteinfall zu belichten, fand die Aufnahmen symmetrisch zum Mittag vormittags ab 9 Uhr am Standpunkt "Terrasse Ost" und nachmittags ab 15 Uhr am 3,581 m entfernten Standpunkt "Terrasse West" statt. Der Ablauf in jedem Standpunkt stimmt mit dem bei der "Pestsäule" angegebenen überein, doch ist hier statt Color-Umkehrfilm (+ Color) zu setzen Orwo Infra 950 und statt Color-Negativfilm (- Color) zu setzen Orwo Infra 1050. Die bereits mehrfach genannten Vorgänge während der Aufnahme liefen routinegemäß ab. Es wäre nur zu bemerken, daß beim Wechsel der Plattensorten auch dem Wechsel der zugehörigen Filter sorgfältigste Beachtung zukommt. Zur Sicherung einwand-



freier Vergleichsmöglichkeit ist jede der hier aufgenommenen Platten von mir persönlich in stets neu vorbereitetem Feinkornentwickler Rodinal bei derselben Temperatur und gleicher Entwicklungsdauer, gleicher Fixier- und Wässerungsdauer behandelt worden. Da die Unterschiede der Aufnahmen Infrarot 950 und Infrarot 1050 in Papierkopien nur gering sind und im Druck sich gewiß weiter abflachen, wird auf die Beibringung von Vergleichs-Abbildungen - auch auf die Gegenüberstellung zum Ergebnis der Topo-Aufnahmen - verzichtet. Den Anblick des Turmes von der B - Station des Standpunktes "Terrasse West" zeigt die Abb. 38 (Infrarot I 950 Orwo). Um Überlastung mit Ringen zu vermeiden, sind nur in einem kleinen Teil (links oben) sicher erkannte Stellen von Schäden durch eingedrungene oder abgeprallte Granatsplitter bezeichnet.

Sämtliche Platten und Filme befinden sich zur Einsicht für Interessenten in der Verwahrung des BDA.

#### IV g Außenaufnahmen der Kirche "Maria am Gestade"

(18. November 1967)

Diese für den Abschluß aller Test- und Musteraufnahmen geplante Arbeit bot hinsichtlich der Erkundung eines geeigneten Standpunktes die größten Schwierigkeiten. Man muß die Enge der Kirchenumgebung kennen, um die anfänglich sich aufdrängende Aussichtslosigkeit der Auffindung eines passenden Aufnahmeortes für die von hohen alten Häusern umgebende Kirche zu überwinden.

Durch oftmalige Umwanderung, nach zahlreichen vergeblichen Aufstiegen in die Dachböden dieser Häuser, vielen Abweisungen durch Hausbewohner und Hauswarte, die eine Kommissionierung zwecks Abbruch dieser Althäuser befürchteten, trotz vorgewiesener Förderung durch das BDA, wurde schließlich doch eine Lösung gefunden. Sie war nur durch das aufgeschlossene große Entgegenkommen von Frau Berta Swetina möglich, die in dem einzigen Neubau nahe der Kirche, bei der Erkundung und späteren Aufnahme gastfreundlichst ihre Wohnung und die schmale Umgangsterrasse zur Verfügung stellte.

Nachdem der Instrumentenstand vorbereitet und alle Geräte für die Aufnahme in der Wohnung der genannten Dame eingelagert waren, verhinderte eine Reihe von Tagen mit schlechtem Wetter alle Arbeiten, die dann am 18. November 1967 bei trübem Himmel stattfanden.

Die Verschiedenheit der Dingweiten bis zur Stirnwand mit ihren seitlichen Türmen und der Tympanon - Figurengruppe über der Turmbläser - Terrasse bzw. bis zum hohen Maßwerk - Glockenturm der Kirche, forderten eine sehr genaue Ermittlung der für die Scharfabbildung aller Einzelheiten in einem einzigen Bildpaar notwendigen Leistenstärke  $\Delta$  und Blendenöffnung. Die Abb. 39 (Standpunktbezeichnung VI, Stellung A 2) zeigt eine mit der einfachen Belichtungsdauer (1x) durchgeführte Aufnahme. Sie läßt die gute Qualität der Konturenschärfe erkennen und auch, daß das Bildfeld - als Folge der genauen Erkundung mit Bildfeldmasken - voll ausgenützt ist. Alle anderen Arbeiten verliefen so, wie sie in den vorausgehenden Abschnitten geschildert worden sind.

In der A - Stationslage (siehe Abb. 6) befand sich die Kammer noch innerhalb des Terrassengeländers, das in Abb. 39 links unten erscheint. Die B - Stationslage brachte aber die Kammer außerhalb des Geländers über der 8 Stock hohen Hausfront. Die außergewöhnliche Instrumentenstellung und die sehr geringe Bewegungsmöglichkeit verursachten Verzögerungen, die zu einer fast dreifachen Dauer der Arbeit führten, die sonst, entsprechend den Angaben zum Ablauf des Planes für drei Emulsionen (siehe Abschnitt IV i, Pestsäule) nur etwa eine Stunde betrug.

Hinsichtlich der Auswertungen, die auch früher nicht besonders erwähnt wurden, sei auf die kurzen Abschnitte V und VI verwiesen.

#### IV h Innenaufnahmen der Kirche "Maria am Gestade"

(18. November 1967)

Nach Durchführung der Außenaufnahmen, am Vormittag des 18. November 1967, wurden die Aufnahmen im Inneren der

Kirche am Nachmittag erledigt. Dr. Foramitti hatte mit seiner Arbeitsgruppe des BDA alle Arbeiten, die eine Gesamtaufnahme bezweckten, nahezu abgeschlossen. Am Ort wurde vereinbart, daß mit der Ausrüstung 13 cm x 18 cm nur mehr die Apsis mit dem Hochaltar aufgenommen werden sollte. Vor allem die nach den Bombenschäden erhalten gebliebenen Fenster mit ihrem großen Kunstwert und Farbenreichtum sowie die Statuen des Altars waren für das Format 13 cm x 18 cm in Aussicht genommen.

Die Kassetten der am Vormittag belichteten Platten und Filme waren während der Mittagszeit an meiner Lehrkanzel entladen und neu beschickt worden, so daß die erwähnte Anzahl von 48 Emulsionen zur Verfügung stand. Da nun anstelle der 4 vorher erkundeten und geplanten Standpunkte im Kirchenschiff nur mehr ein Standpunkt (VII) fällig war, ist mit dem vorhandenen, aber ungeordneten Material die Anzahl der Aufnahmen nach dem folgenden Plan - zugunsten der Color-Aufnahmen - vermehrt worden.

#### Inneres der Kirche "Maria am Gestade"

A - Stellung			B - Stellung		
Aufnahme Nr.	Platte	Bel.Dauer	Aufnahme Nr.	Platte	Bel.Dauer
1	Topo	1x	4	Topo	3x
2	Topo	2x	5	Topo	2x
3	Topo	3x	6	Topo	1x
10	Color	3x	7	Color	1x
11	Color	2x	8	Color	2x
12	Color	1x	9	Color	3x
13	- Color	1x	16	- Color	3x
14	- Color	2x	17	- Color	2x
15	- Color	3x	18	- Color	1x

Alle Colorfilme - auch die von Dr. Foramitti für seine Ausrüstung 9 cm x 12 cm benutzten - waren nach dem in Abschnitt II erwähnten Verfahren von mir persönlich auf Platten aufgezogen. Die mit dem Belichtungsmesser Lunasix beobachtete Belichtungsdauer wurde mit dem SCHWARZSCHILD-Effekt verbessert und galt dann damit als einfache Belichtungsdauer (1x). Um die Erfahrungen bei den vorausgegangenen Arbeiten mit Colorfilmen zu erhärten und erweitertes Vergleichsmaterial zur Verfügung zu haben, sind die bereits früher verwendeten Be-

lichtungsdauern 1x und 2x um je eine Aufnahme mit der Belichtungsdauer 3x vermehrt worden. Als ein Beispiel für das Bildfeld aller Aufnahmen dient das Bildpaar der Abb. 40 a (A - Stellung) und Abb. 40 b (B - Stellung). Sämtliche Aufnahmen sind dem BDA zur Verwahrung übergeben worden.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Firma AGFA - GEVAERT zur Vermeidung von Beschädigungen der Colorfilme besondere Schutzhüllen und Kartonrahmen zur Verfügung stellte. So können die Colorfilme auch einer größeren Zahl von Betrachtern im Durchlicht dargeboten werden.

#### V ZUSÄTZLICHE Aufnahme der Apsis-Außenwand der Kirche SCHÖN-GRABERN (Niederösterreich, Hollabrunn)

Während der geodätisch-photogrammetrischen Übungen meiner Lehrkanzel in Großrußbach, NÖ., kam es oft zu Gesprächen mit dem Leiter unseres dortigen Heims, Monsignore Dr. Martin STUR. Nach meiner Schilderung der Aufnahme des Nordturmes von St. Stephan ergab sich die Frage, ob es wohl möglich sei, mit Infrarot-Aufnahmen auch Altersunterschiede von Gebäudeteilen festzustellen und vielleicht auch zu bestimmen. Für eine Anwendung und Deutung sei die Kirche von Schöngrabern (Nö/Hollabrunn) besonders geeignet, sowohl wegen der offenbar verschieden alten Schichten der Mauer der Apsis, der außerdem ikonographisch schwer deutbaren Figurenreliefs und auch wegen der gerade noch erkennbaren Reste mittelalterlicher Ausmalung in der Apsis und im Kirchenschiff. (18)

Diese Hinweise waren der Anlaß für die photogrammetrische Aufnahme der ganzen Außenwand der Apsis aus 3 miteinander verbundenen Standpunkten in der Kammerstellung entsprechend den Abb. 6, 7 (A - Station mit 18 cm-Formatseite lotrecht) und der die B - Station bestimmenden Gegenlage, d.h. mit "langer Basis" von 606,8 mm. In jedem Standpunkt und in jeder Kammerstellung kamen 4 SW-Platten zur Belichtung (2 Perutz - Topo, 2 Orwo I 850) und 2 Agfacolor Umkehrfilme. Die Abb. 41 zeigt eine der Infrarot - Aufnahmen (A - Station, IV, 3) mit eingezeichneten 6 Paßpunkten und läßt Tönungsunter-

schiede der Mauersteine erkennen, die von den Topoplatten nicht erfaßt sind. Auf jedem Drittel der Apsismauer sind 3 Paßpunkte gewählt, die - ohne besonderes Signal - als Schnittpunkt vertikaler und horizontaler Stoßfugen deutlich erkennbar, trigonometrisch und durch direkte Distanzmessungen bestimmt worden sind. Die für alle drei Apsis-Dritteln gleichen Dingweiten erforderten die Auflage der 4,5 mm - Randleisten.

## VI EINZELBILD - Auswertung der Testaufnahmen

Bei Verwendung der modernen Stereometerkammern mit fester Basis und gleicher Orientierung beider Kammern wird das Bildpaar später einer binokularen Betrachtung und Auswertung zugeführt. In wohl sehr seltenen Fällen wird man die Möglichkeit benützen, über die entsprechend ausgerüsteten Auswertegeräte auch Koordinaten für eingestellte Objektpunkte zu registrieren. Im zutreffenden Fall können durch Anwendung der im Bereich der analytischen Photogrammetrie entwickelten Formeln Unterlagen gewonnen werden, die an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lassen, wenn an eine Rekonstruktion von etwa zerstörten oder beschädigten Objekten gedacht wird. Die notwendigen Daten können auch durch Einzelbildauswertung gewonnen werden, d.h. durch die Bestimmung ausgewählter Punkte über ihre Bildkoordinaten mit Hilfe eines Monokomparators. Bei monokularer Einstellung der Punkte ergeben sich ihre Koordinaten im System der Bildachsen entweder durch Ablesung, oder durch automatische Registrierung, bei entsprechender Ausrüstung des Gerätes.

Bei Verfügbarkeit eines Stereokomparators wird die Genauigkeit der Einstellung auf die Bildpunkte, also auch die Genauigkeit der beobachteten Koordinaten, wie bei jeder binokularen Betrachtung gesteigert.

Unter III A 1) wurde bereits bemerkt, daß die von mir mit der Ausrüstung 13 cm x 18 cm durchgeführten Aufnahmen so geplant und abgestimmt waren, wie sie für das Bildpaar einer guten Luftbildaufnahme vorliegen. Bei der dann gegebenen Möglichkeit der Anwendung der Regeln der analytischen Photo-

grammetrie (19) ergibt sich folgendes Ziel notwendiger Rechenarbeiten: Herstellung der äußeren Orientierung beider Bilder auf das gegebene System der Paßpunkte, deren große Lagegenauigkeit auch eine große Genauigkeit der Orientierungselemente sichert. Da - ähnlich wie bei der Luftbildaufnahme - nur eine Kammer verwendet wird, ist kein Unterschied von Kammerkonstanten vorhanden, der - wenn auch nur in einem geringen Ausmaß - bei Stereometerkammern immer gegeben sein wird.

Die früher aus Zeitgründen nicht leistbaren Rechenarbeiten sind nun ausführbar, da entsprechende Rechenprogramme schon bei Computern geringerer Kapazität die erforderliche Genauigkeit sichern.

Über die Art des Programmes zur Orientierung eines Bildpaares soll hier nicht berichtet werden, da die Literatur (20) hiezu ausführliche Angaben bringt. An dieser Stelle war im Bereich des Titels "Empfehlungen" nur ein Weg anzudeuten, der eine besonders genaue Lösung für die Wiederherstellung von Gegenständen und Modellen nennt. Denkt man sich ein Bildpaar mit den zugehörigen Elementen der äußeren Orientierung und den Koordinaten (die den Maßstab feststellen) der Paßpunkte als ein Ganzes, dann ist jederzeit - nachträglich - jeder beliebige Punkt des Gegenstandes durch die Messung seiner Bildkoordinaten in jedem der beiden Bilder gegeben und daher auch jede Strecke, die zwischen Punkten des Gegenstandes gewünscht wird.

Da bei den hier besprochenen Arbeiten kein Stereokomparator entsprechender Genauigkeit zur Verfügung stand, wurden - wie bereits erwähnt - alle Beobachtungen mit dem Monokomparator der Universitätssternwarte Wien ausgeführt. Es ist hier aber nochmals zu danken, daß Herr Professor Burkhardt (Institut für Photogrammetrie der Technischen Universität Berlin) durch seinen Assistenten Herrn Dietrich Wölpert, Herr Professor Löschner (Geodätisches Institut der Technischen Universität Aachen) durch seinen Assistenten Herrn Gerhard zahlreiche Messungen mit Präzisionskomparatoren ausführen ließ und für die Rechnungen die den Instituten eigenen Großrechenanlagen einsetzten. Nicht unerwähnt soll wiederholt sein, daß auch der Vorstand der Stadtvermessung Wien, Herr Obersenats-

rat Kling die Beobachtungs - und Rechenanlagen seiner Dienststelle zur Benützung überließ und daß mein ehemaliger Assistent Herr Dr. Hirn alle Beobachtungen und anschließenden Rechenarbeiten ausführte.

Die Ergebnisse und ihre Gewinnung soll nicht hier dargestellt werden, sondern später geschlossen gebracht werden, da der Umfang und auch der Gegenstand nicht in den Rahmen dieser "Empfehlungen" paßt.

#### VII BILDPAAR - Auswertung der Testaufnahmen.

Im Hinblick darauf, daß bisher nur die von Herrn Dr. Foramitti durchgeführten Testaufnahmen einerseits auf dem in seiner Abteilung des BDA zur Verfügung stehenden Terra-graphen, andererseits mit dem Präzisionsgerät Planimat ausgewertet wurden, muß für die Ausrüstung 13 cm x 18 cm nur eine Fehlanzeige gegeben werden. Wie oben erwähnt, sind für diese Ausrüstung nur numerische Ergebnisse gewonnen und weiterverarbeitet worden, nicht aber graphische Darstellungen, wie sie Herrn Dr. Foramitti in reichster Zahl zur Verfügung stehen und beim BDA zur Einsichtnahme für Interessenten bereit stehen.

## Literaturhinweise zum 1. Teil

- (1) Foramitti, H., La photogrammétrie appliquée aux travaux courants de la conservation des monuments historiques, Bulletin N°19 de la Société Française de Photogrammétrie, 1965
- (2) Foramitti, H., Méthodes classiques et photogrammétriques, les levées architecturales; Musées et Monuments N°14, "La conservation et la restauration des monuments et bâtiments historiques", UNESCO, Paris 1973
- (3) Bernhard, J., La Photogrammétrie au service des Monuments historiques, Société Française de Photogrammétrie, Bulletin 19, 1965
- (4) Ackerl, F., Bemerkungen zum Basisentfernungsmesser "Todis", Zeitschr. f. Instrumentenkunde, Braunschweig 1958
- (5) Zill, W., Das Jena-Basisreduktionstachymeter BRT 006, seine Genauigkeit und Anwendung, Jenaer Rundschau, Berlin 1967, VEB Verlag Technik
- (6a) Berger, H., Agfacolor, Theorie und Praxis, 7. Aufl. 1964, Girardet Essen
- (6b) Mutter, E., Farbphotographie in Theorie und Praxis, Springer, Wien und New-York 1967
- (7) Kowaliski, P., Théorie photographique appliquée, Masson & Cie, Paris 1972
- (8) Ackerl, F. Neue Möglichkeiten für die Anwendung der Photogrammetrie mit Farbmeßbildern im Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie, Forschungen und Fortschritte, Akademie-Verlag Berlin, 1966
- (9) Swanson, L.W., Aerial Photography and Photogrammetry in the Coast and Geodetic Survey, USA C&GS-Bericht, ISP Kongreß Lisbon 1964
- (10) Ackerl, F., Die Verwendung von Farbaufnahmen in der Photogrammetrie, Österr. Z. f. Vermessungswesen, 1967
- (11) Ackerl, F., Geodäsie und Photogrammetrie, 2. Bd., Fromme Verlag, Wien 1956
- (12) Ackerl, F., Metrische Photogrammetrie mit Farbfilmern, Österr. Z. f. Vermessungswesen, 1969
- (13) Manek, F., Erdbildmessung (Terrestrische Photogrammetrie), Wilhelm Knapp, Halle/Saale 1950
- (14) Ackerl, F., Infrarot - Photogrammetrie, Wissenschaftliche Zeitschrift der TH Dresden, Heft 8, 1958/59
- (15) Ackerl, F., Photogrammetrie mit Infrarot - und Farbenemulsionen, Österr.Z.F. Vermessungswesen, 1968



- (16) Berling, D., Geräte für Architekturphotogrammetrie, Österr. Z.f. Vermessungswesen 1964
- (17) Clark, W., Photography by Infrared (its principles and applications) Chapman & Hall, Ltd. London, Second edition, 1946
- Nürnberg, A., Infrarot-Photographie, VEB W. Knapp Verlag, Halle (Saale) 1957
- (18) Reclams Kunstführer Österreich, Baudenkmäler, Bd. I, Stuttgart 1961
- (19a) Buchholtz-Rüger, Photogrammetrie (Abschn. 10.1 - 10.3), VEB Verlag für Bauwesen Berlin, 1973
- (19b) Jordan-Eggert-Kneißl. Handbuch der Vermessungskunde (§§ 34, 36, 40) in Bd. IIIa/1, Metzler Stuttgart, 1972
- (20a) a.a.O. (19a) (Abschn. 8.1, 8.5, 8.6)
- (20b) a.a.O. (19b) Bd. IIIa/2, § 93

Anhang zum 1. Teil

## BUNDESDENKMALAMT

WIEN I., HOFBURG  
SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE  
TELEPHON 52 55 21, 52 41 51  
52 55 22, 52 41 81

BITTE IN DER ANTWORT DIE  
VORSTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

Wien, 6. Juli 1962

Herrn Professor  
Dipl.Ing. Dr. Franz A c k e r l

W i e n XVIII  
Gregor Mendelstr. 33

Sehr geehrter Herr Professor!

Ihr Vortrag im Bundesdenkmalamt über die Möglichkeit der Anwendung fotogrammetrischer Aufnahmen bei der Vermessung von Baudenkmalen, hat auf mich nachhaltigen Eindruck gemacht. Leider war es mir durch meinen schlechten Gesundheitszustand nicht möglich, mit Ihnen neuerlich Fühlung aufnehmen zu können. Ich habe aber den dringenden Wunsch, wenn ich von meinem Urlaub im August zurück bin, mit Ihnen zusammenzutreffen, um mit Ihnen zu besprechen, wie die Fotogrammetrie für die Aufnahme von Burgen und Schlössern nutzbar gemacht werden könnte. Auch wäre zu erwägen, wie auf einfache und billige Weise fotogrammetrisches Material im Zusammenhang mit dem Zivilschutz von Baudenkmalen gemacht werden könnte.

Ich bitte Sie daher, sehr verehrter Herr Professor, mir bekannt zu geben, ob Sie mich nach Rückkehr von meinem Urlaub im August, oder wenn Sie zu diesem Zeitpunkt auf Urlaub sind, zu einem anderen Termin mit Herrn Dr. Foramitti zu einer vertraulichen Aussprache empfangen könnten.

Mit dem Ausdruck vorzüglichster Hochachtung

Ihr ergebenster

*Zykm*

# BUNDESDENKMALAMT

WIEN I. HOFBURG

SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE

TELEPHON 52 55 21, 52 55 22

52 41 51, 52 41 81

Zl. 17/Res/63

Wien, am 4. März 1963

BITTE IN DER ANTWORT DIE  
VORSTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

Herrn

o. Prof. Dr. Franz A c k e r l

Vorstand der Lehrkanzel für

Geodäsie und Photogrammetrie

Hochschule für Bodenkultur

Peter-Jordan-Straße 82

W i e n X I X.

Sehr geehrter Herr Professor,

mit bestem Dank für Ihre freundliche Zuschrift vom 14. Feber 1963 möchte ich Ihnen vor allem versichern, daß das Bundesdenkmalamt den Bestrebungen der Lehrkanzel für Geodäsie und Photogrammetrie an der Hochschule für Bodenkultur überaus interessiert ist. Selbstverständlich bin ich gerne mit Ihrem Vorschlag einverstanden, daß Frau Dr. Herta Ladenbauer-Orel für die prähistorische Abteilung des Bundesdenkmalamtes und Herr Architekt Dr. Foramitti als Vertreter des Architekturbüros des Bundesdenkmalamtes das Referat "Luft- und Erdbildinterpretation für Zwecke der Archäologie und Architektur" übernehmen.

Leider könnte das Bundesdenkmalamt für diese Aufgaben keine wesentlichen Kosten übernehmen und es müsste auch der Arbeits- und Zeitaufwand den knappen personellen Verhältnissen unseres Amtes Rechnung tragen.

Die Photogrammetrie wird insbesondere im Rahmen des Zivilschutzes eine besondere Rolle zu spielen haben. Der mit diesem Referat im Bundesdenkmalamt betraute Oberstaatskonservator Dr. Josef Zykan hatte schon lange den Wunsch, sich über diese Frage eingehender mit Ihnen, sehr geehrter Herr Professor, zu unterhalten, konnte jedoch wegen seiner Erkrankung bisher nicht den nötigen Kontakt mit Ihnen herstellen. Er wird sich in nächster Zeit persönlich an Sie wenden.

Besonders wäre dem Genannten an der Aufnahme der Kirche Maria am Gestade gelegen, die sich durch ihre Unregelmäßigkeit vielleicht besonders für eine Aufnahme durch die Photogrammetrie eignen würde. Diese Bearbeitung der Kirche Maria am Gestade wäre schon für den Zivilschutz eine wertvolle Unterlage und ein paradigmatischer Fall. Wenn ein Wunsch bezüglich profaner Denkmale noch erfüllt werden könnte, so käme in erster Linie eine Fassadenabwicklung der Hofstallungen (Messepalast) des Palais Trautson und des Palais Auersperg in Frage. Diese Aufnahme könnte bis in die Lenaugasse hinein ausgedehnt werden, wo sich ein geschlossener Häuserbestand aus dem frühen 19. Jahrhundert findet, der für die Technik der Aufnahme in engen Gassen wertvolles Erfahrungsmaterial liefern könnte. Schließlich bitten wir Sie, sehr geehrter Herr Professor, zu erwägen, ob eine komplizierte barocke, plastische Gruppe, wie etwa die Pestsäule am Graben in Wien, zum Gegenstand der Aufnahme in Betracht gezogen werden könnte. Damit könnte wohl dargetan werden, daß die Photogrammetrie das äusserste in dreidimensionaler Hinsicht zu leisten imstande ist.

Wir wären Ihnen, sehr geehrter Herr Professor, für eine Äusserung zu diesen Vorschlägen überaus dankbar und es stehen Ihnen die entsprechenden Referenten des Bundesdenkmalamtes, vor allem Oberstaatskonservator Dr. Zykan, jederzeit zu einer Besprechung zur Verfügung.

Mit dem Ausdruck vorzüglicher Hochachtung verbleibe ich, sehr geehrter Herr Professor,

Ihr sehr ergebener

G. Jenius

Anhang zum 1. Teil  
Wien, den 19. März 1963

An den Vorsitzenden der  
Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie  
Herrn Professor Ackerl

W i e n VIII  
Krotenthalergasse 3

Sehr verehrter Herr Professor !

Es hat mich sehr gefreut, dass Sie mich für die Übernahme des Fachgebietes "Anwendung der Photogrammetrie in der Architektur" vorgeschlagen haben, und ich stimme natürlich gerne zu.

Ich habe bereits versucht mit dem Leiter der Kommission VII, Herrn Sen. Rat. Kling Kontakt aufzunehmen um mit ihm und wenn möglich auch mit Ihnen das Weitere zu besprechen.

Was die Arbeiten auf dem Gebiete der Denkmalpflege anbetrifft für die Sie Präs. Demus so grosszügig Ihre Hilfe angeboten haben, kann ich versichern, dass dies bei einem Teil meiner Kollegen grosse Freude und reges Interesse hervorgerufen hat.

Namentlich Dr. Zykan versuchte sofort telephonisch mit Ihnen in Verbindung zu treten. Er wird trachten die von Ihnen vorgeschlagene Besprechung an Hand der Instrumente an Ihrer Lehrkanzel für einen möglichst nahen Termin zu erbitten.

Ich hoffe, dass es mir gelingen wird, die mir im Rahmen der Kommission VII gestellten Aufgaben zu Ihrer Zufriedenheit zu lösen, und verbleibe mit den besten Grüßen

Ihr sehr ergebener



Dr. Hans Foramitti

P.S. Ich bin entweder zu erreichen  
im Bureau, Bundesdenkmalamt, Wien I., Hofburg, Säulenstiege  
Tel. 525521  
in meiner Wohnung, Wien III., Jacquing. 21, Tel. 7340983

Anhang zum 1. Teil

**BUNDESDENKMALAMT**

WIEN I., HOFBURG  
SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE  
TELEPHON 52 55 21, 52 55 22  
52 41 51, 52 41 81

Zl. 7383/64  
TEIL IN DER ANTWORT DIE  
BESTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

Architekturbildmessung

Wien, am 19. Oktober 1964

Herrn  
Prof. Dr. Franz Ackerl  
Hochschule für Bodenkultur  
Institut für Photogrammetrie an der Hochschule  
für Bodenkultur

Peter Jordanstraße  
W i e n            XIX.

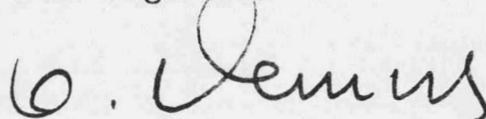
Sehr geehrter Herr Professor,

Es ist mir ein Bedürfnis, Ihnen wiederum für Ihr großes Interesse, Ihre Hilfe und stetigen Bemühungen für die Österreichische Denkmalpflege meinen besten persönlichen Dank zu sagen.

Ich bin sehr erfreut, daß der Weg den wir, von Ihnen so gut beraten, in der Architekturmessung gegangen sind, nun nach dem Interesse beim internationalen Kongreß für Denkmalpflege in Venedig auch im Kreise der Geodäten und Photogrammeter anläßlich des Internationalen Kongresses in Lissabon gefunden hat. Selbstverständlich wird dem Wunsche des Herrn Dr. A. Paes Clemente gerne entsprochen werden.

Mit nochmaligem Dank für die ehrende Nachricht, zeichne ich mit dem Ausdruck persönlicher Wertschätzung als

Ihr sehr ergebener



# BUNDES DENKMALAMT

WIEN I., HOFBURG  
SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE  
TELEPHON 52 55 21, 52 55 22  
52 41 51, 52 41 81

Zl.: S-81/64

BITTE IN DER ANTWORT DIE

VORSTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

Zivilschutz, Erfassung  
unbewegl. Baudenkmale.

Wien, am 21. Oktober 1964

Sehr verehrter Herr Professor!

Sie haben mir mit dem so überaus freundlichen Angebot, die Testaufnahmen mit neuen Farbemulsionen an Baudenkmalern mit den neuen Geräten des Bundesdenkmalamtes zu machen eine persönliche, sehr große Freude gemacht. Diese Aufnahmen werden erst recht zeigen, was die Photogrammetrie vermag und es ist sicher richtig, daß die farbigen Photogramme in besonderer Weise der Bestandserfassung von Architekturen dienlich sind. Es ist bis jetzt sicher zu wenig Gewicht auf die Beziehungen von architektonischer Gestaltung und Farbgebung gelegt worden. Ich selbst bemühe mich diesen Gesichtspunkt zu vertreten und bin sehr glücklich durch Sie, sehr verehrter Herr Professor, nun in die Lage versetzt zu werden diesen Tatsachen wirklich nachgehen und sie anderen gegenüber sinnfällig machen zu können. Das Bundesdenkmalamt kann für einzelne Tage einen Personenkraftwagen zur Verfügung stellen, wie auch Dr. Foramitti gerne sich Ihnen anschließen wird.

Ich habe auch von Dr. Foramitti und vom Präsidium des Bundesdenkmalamtes vom Erfolg unserer Bemühungen am Kongreß in Lissabon gehört und freue mich natürlich sehr darüber.

Es wird von uns aus alles getan um die Lieferung der SMK und TMK von Zeiss zu beschleunigen. Nach den letzten Zusagen der Firma sollten beide Geräte schon eingetroffen sein, so daß ich mit einer baldigen Lieferung rechne von der Sie sofort verständigt werden würden.

In der Anlage übergebe ich eine Liste von Objekten, die mir für die Testaufnahmen besonders geeignet erscheinen, aber nur als Anregung für Sie gedacht ist. Sie enthält mehr Objekte als für die vorhandenen Platten und Filme nötig wäre, damit Sie

diejenigen Denkmäler auswählen können, die auch von Ihrem Standpunkt aus geeigneter erscheinen.

Mit nochmalig allerbesten Dank für Ihre freundlichen Bemühungen verbleibe ich mit dem Ausdruck persönlicher Wertschätzung

Ihr ergebenster

Anlage

34/64

Anlage Zl.:S-81/64

folgende Objekte würden sich besonders für eine farbige Architekturbestandsaufnahme im Wege über das Stereophotogramm vom Standpunkt der Denkmalpflege eignen:

ien, Karlskirche - Kuppelfresken  
ien, St. Peter - Innenraumerfassung samt Kuppelfresken  
ien, Piaristenkirche - Innenraumerfassung samt Kuppelfresken  
elk, Stiftskirche - Gesamterfassung des Innenraumes mit den Fresken an Gewölben und Kuppel.

wischen Krems und Stein, Kapuzinerkloster - Aufnahme eines Kuppelfreskos, welches nicht mehr erhalten werden kann.



# BUNDES DENK MAL AM T

WIEN I., HOFBURG  
SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE  
TELEPHON 52 55 21, 52 55 22  
52 41 51, 52 41 81

Zl.: S-48/65

Wien, am 24. März 1965

BITTE IN DER ANTWORT DIE

VORSTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

Erfassung unbew. Denkmäler  
Aufnahme von Melk.

Hochverehrter Herr Professor!

Es freut mich außerordentlich, Ihnen berichten zu können, daß die von Melk bereits vorliegenden Ergebnisse bei der Landeskonservatorentagung des Bundesdenkmalamtes einen nachhaltigen Eindruck hinterlassen haben.

Sie können sich vorstellen, wie viel das gerade am Anfang des Aufbaues der Bildmessung in der Denkmalpflege bedeuten kann. Wenn es nun auch in Österreich gelingen soll, die Photogrammetrie in den Dienst der Erforschung und Erhaltung von Denkmälern zu stellen so haben Sie, hochverehrter Herr Professor, daran einen entscheidenden Anteil.

Sie haben in den vergangenen Jahren dem Bundesdenkmalamt in uneigennütziger und wirksamer Weise eine bedeutende Hilfe und Beratung angedeihen lassen.

Der nun durch die Aufnahmen des Stiftes Melk erzielte Erfolg ist mir ein willkommener Anlaß, Ihnen für alle Hilfe zu danken und Sie zu bitten, auch weiter dem Bundesdenkmalamt Ihren Rat in derselben uneigennützigem Weise angedeihen zu lassen.

Darf ich Sie daher, hochverehrter Herr Professor bitten, daß ich auch in nächster Zeit bei Fragen der Vermessung und insbesondere der Bildmessung Ihre Hilfe trotz Ihrer beruflichen Überlastung in Anspruch nehmen darf.

Nehmen Sie für alle geleistete Hilfe und für Ihre Bemühungen im voraus besten Dank entgegen.

Mit dem Ausdruck aufrichtiger Wertschätzung verbleibe ich, sehr verehrter Herr Professor, Ihr ergebenster

ZyK

Anhang zum 1. Teil

**BUNDES DENK MAL AMT**

WIEN I., HOFBURG  
 SCHWEIZERHOF, SÄULENSTIEGE  
 TELEPHON 52 55 21, 52 55 22  
 52 41 51, 52 41 81

1.: 7468/66

Wien, am 31. Oktober 1966

TE IN DER ANTWORT DIE  
 BESTEHENDE ZAHL ANZUFÜHREN

rchitekturbildmessung -  
 orschungsprogramm.

Herrn

Prof. Dr. Franz Ackerl  
 Institut für Geodäsie und Photogrammetrie  
 an der Hochschule für Bodenkultur  
 Peter Jordanstrasse 82  
 1190 W i e n

Sehr geehrter Herr Professor !


Die seinerzeit durchgeführte Forschungsarbeit im Zuge der photogrammetrischen Erfassung von Stift Melk (Stiftskirche innen und aussen, Stift, Südfassade, Marmorsaal, Bibliothek) und des Prunksaales der Österreichischen Nationalbibliothek haben so wertvolle Ergebnisse erbracht, daß eine Fortführung von größter Wichtigkeit erscheint.

Das Bundesdenkmalamt gestattet sich, an Sie, sehr geehrter Herr Professor, das Ansuchen zu stellen, diese Arbeiten fortzusetzen. Es wäre für die Festlegung geeigneter technischer Maßnahmen zur Erforschung und Erhaltung von Baudenkmalern erwünscht, wenn diese Arbeiten eine photogrammetrische Erfassung des Nordturmes von St. Stephan in Wien, der Kirche Maria am Gestade in Wien (Innen- und Aussenaufnahmen incl. Turm) und der Pestsäule am Graben in Wien beinhalten würden. Der Prüfung verschiedener Aufnahme- und Auswertungsverfahren sowie der vorhandenen schwarz weiß und färbigen Positiv- und Negativmaterialien wäre ein besonderes Augenmerk zu schenken.

Das Bundesdenkmalamt wäre dankbar, wenn auch diese neuerliche, viel umfangreichere, Arbeit durchgeführt werden könnte und erbittet eine entsprechende Benachrichtigung.

Mit den besten Empfehlungen

Ihr sehr ergebener





# Schwarzschild - Verhalten von Agfacolor - Umkehrfilmen CT und CK

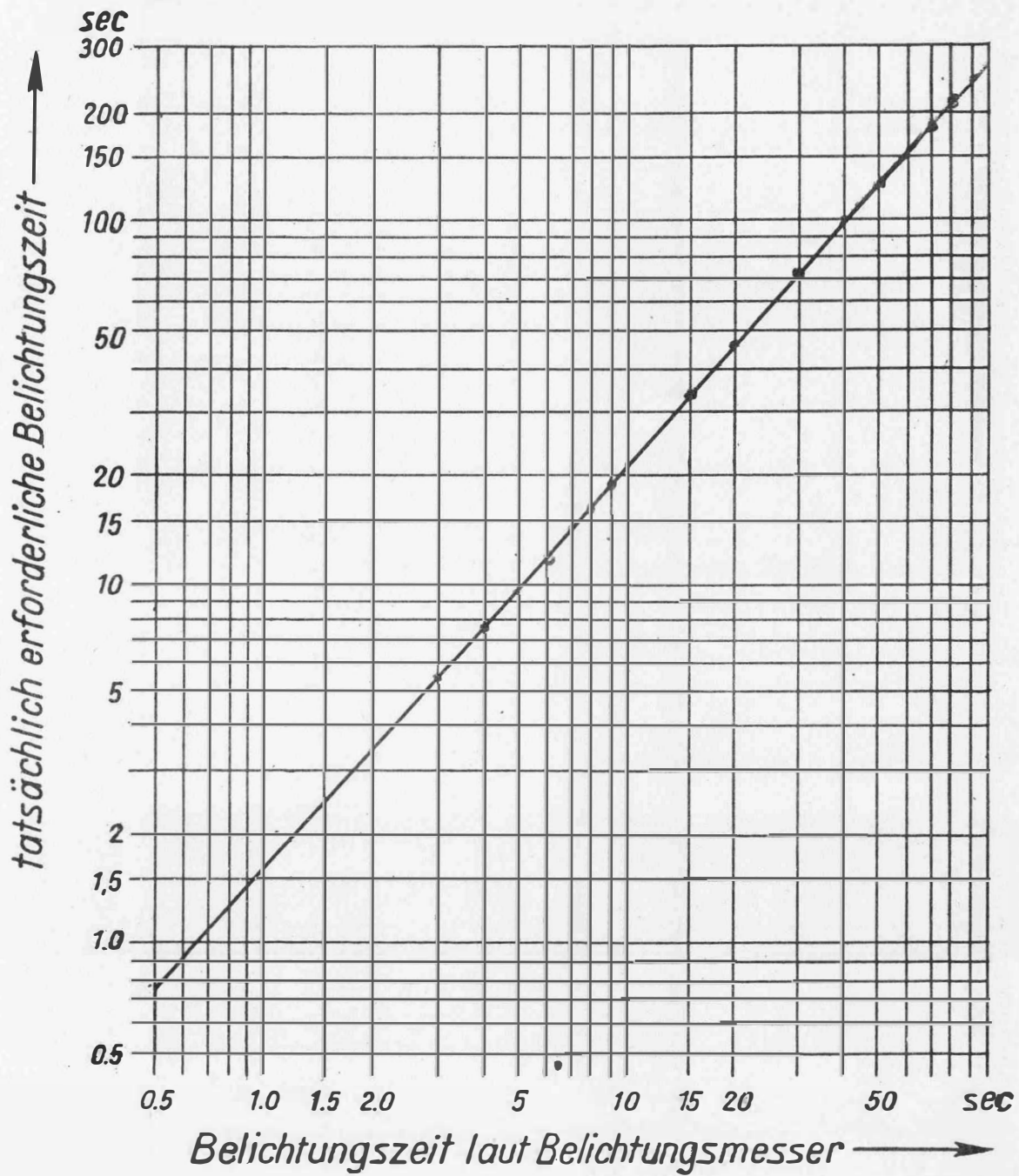


Abb. 1

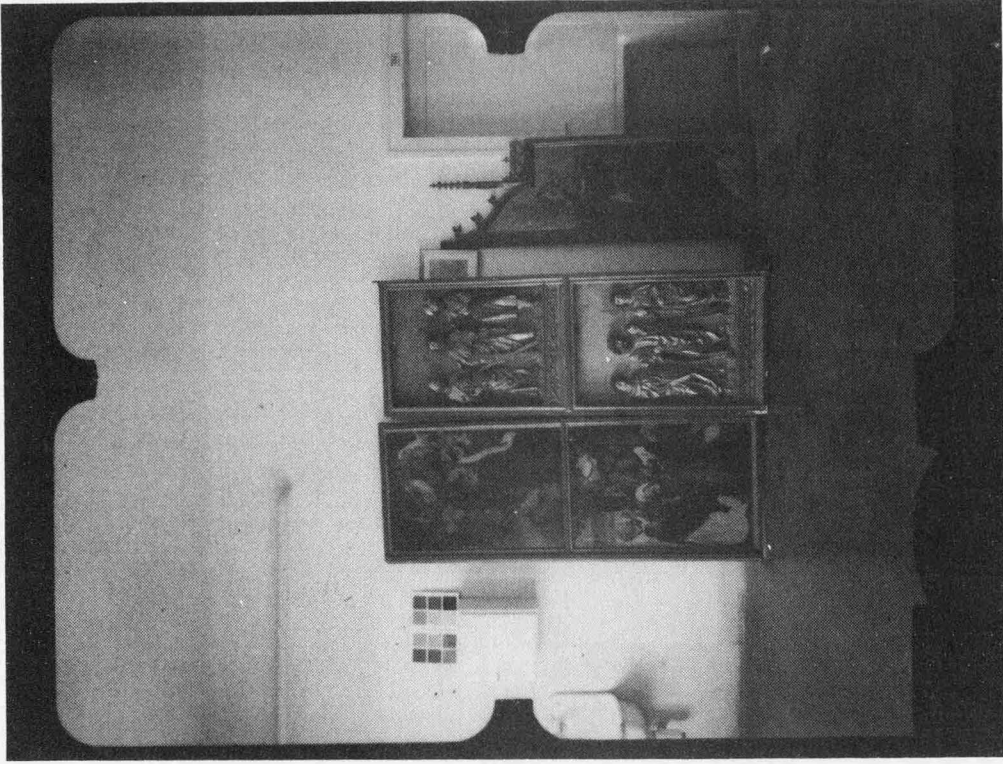


Abb. 3



Abb. 2

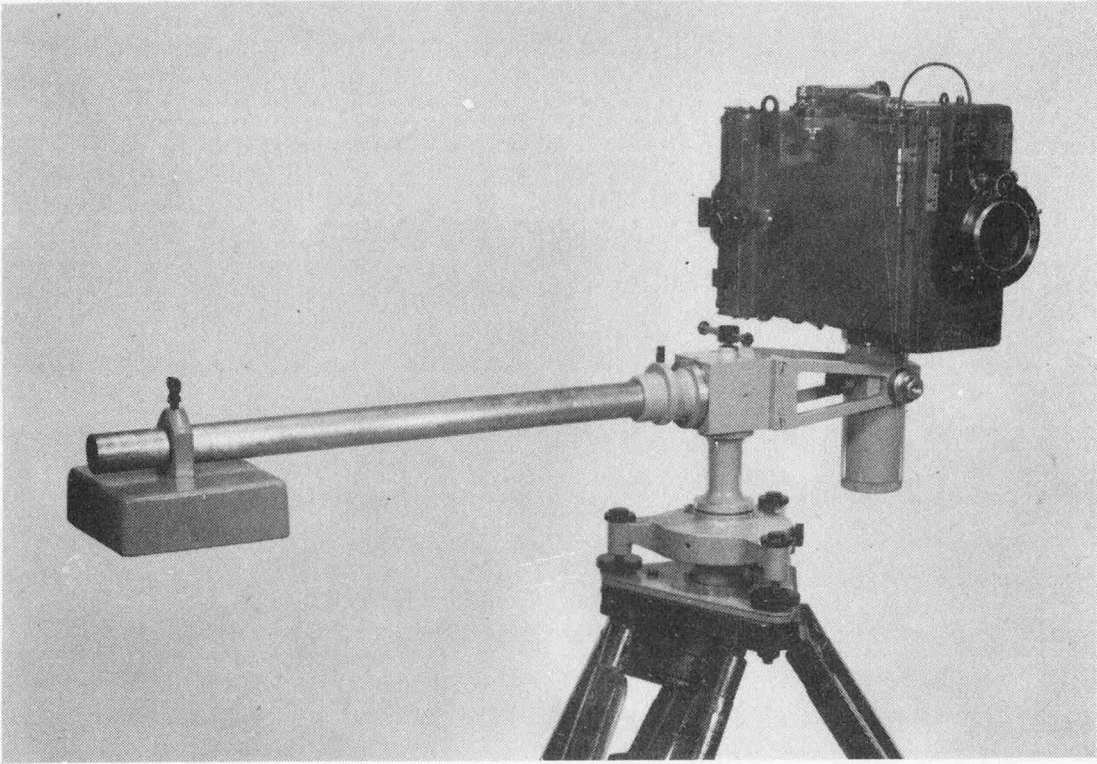


Abb. 4

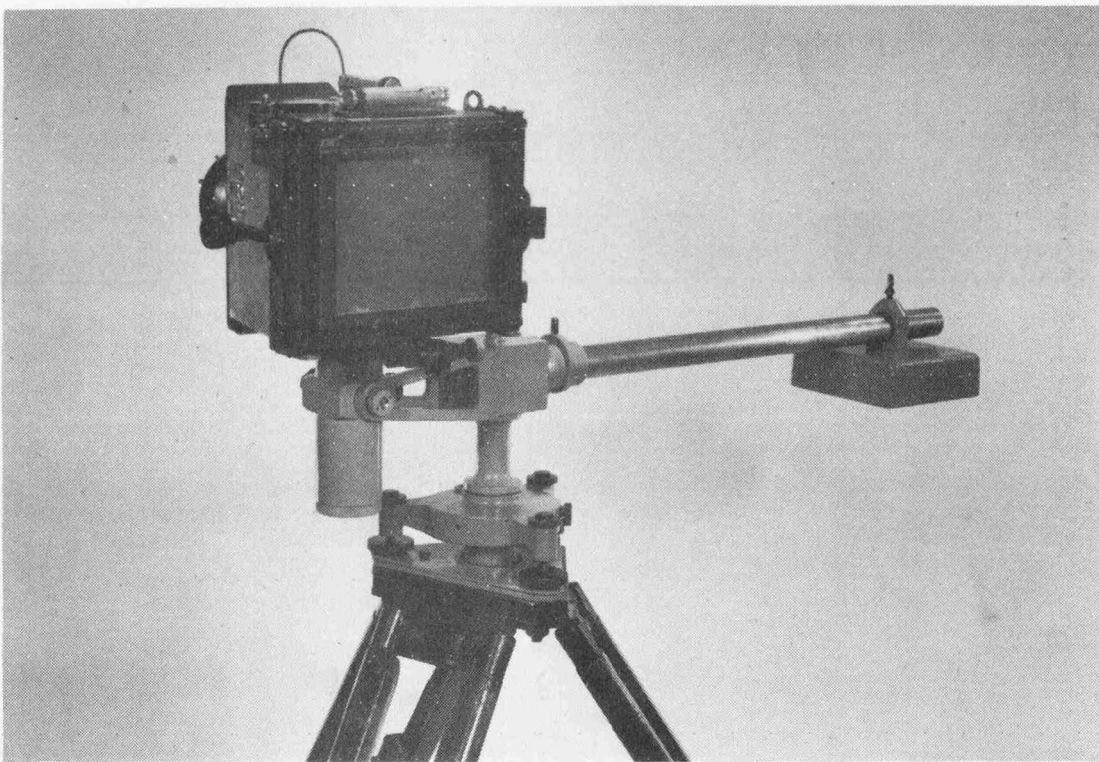


Abb. 5

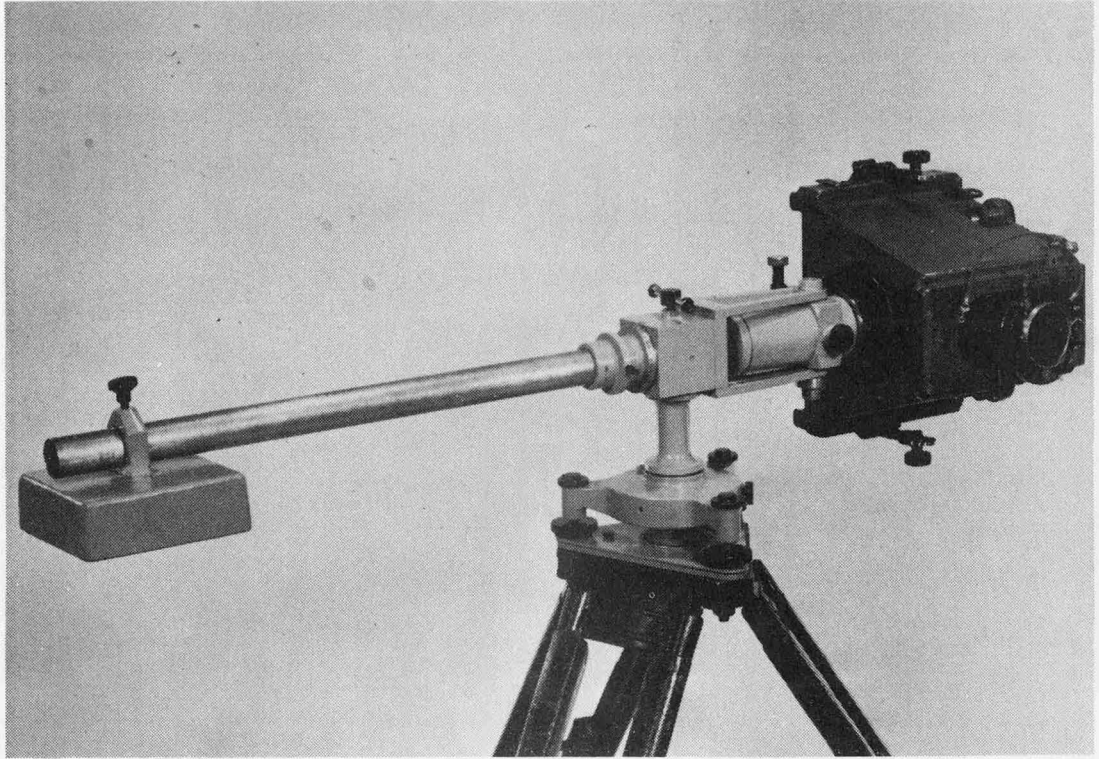


Abb. 6

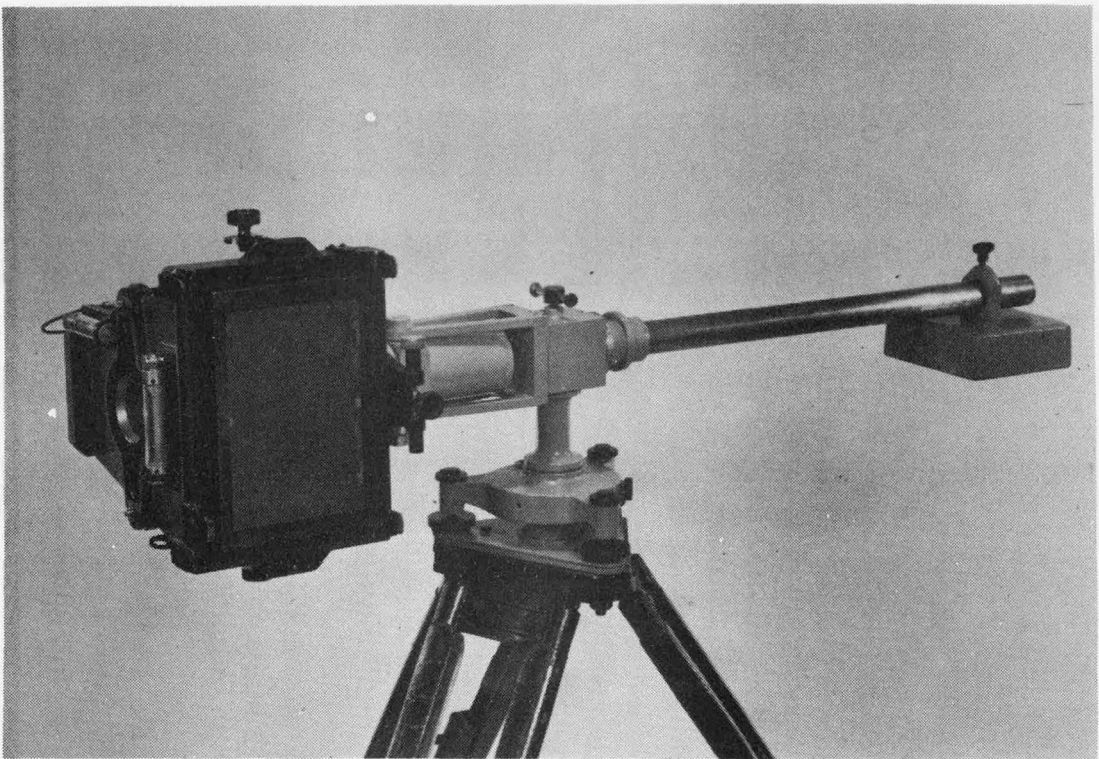


Abb. 7

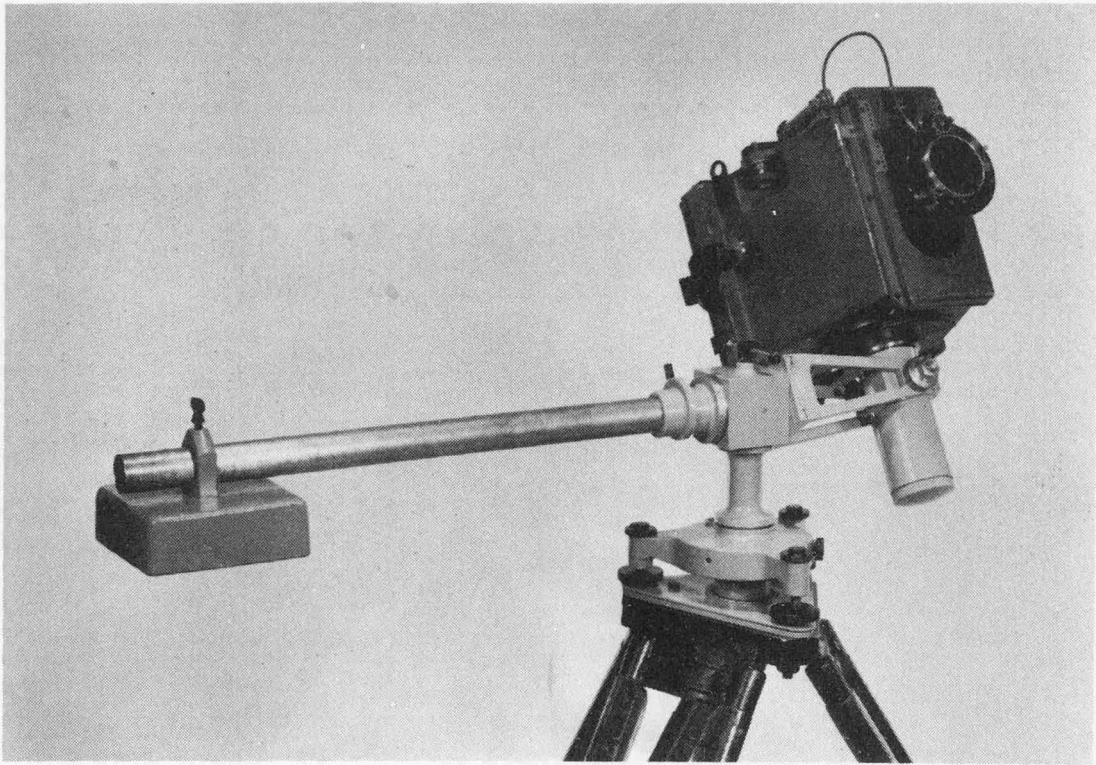


Abb. 8

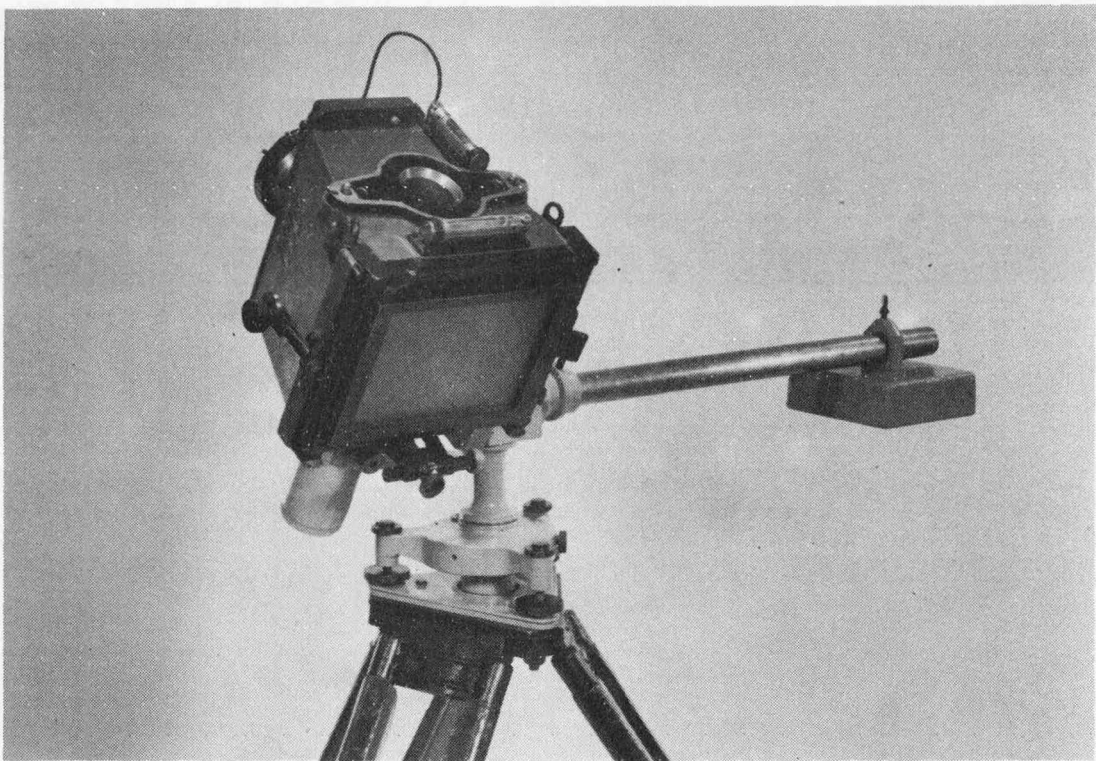


Abb. 9



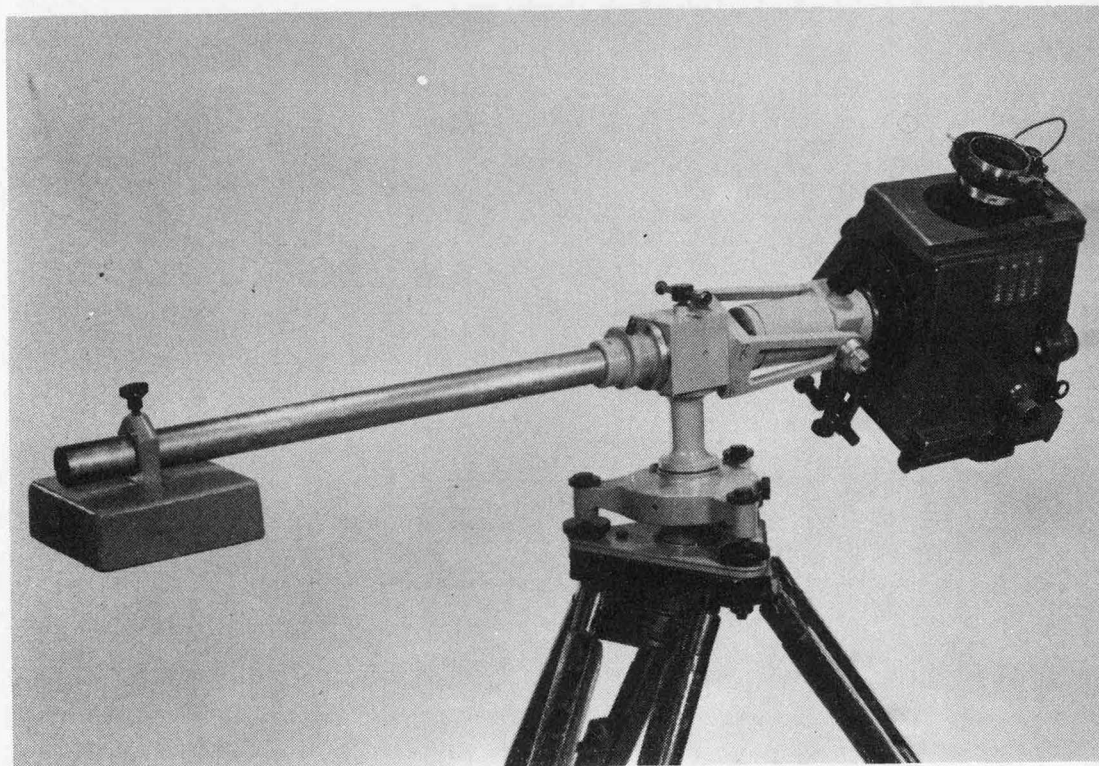


Abb. 10

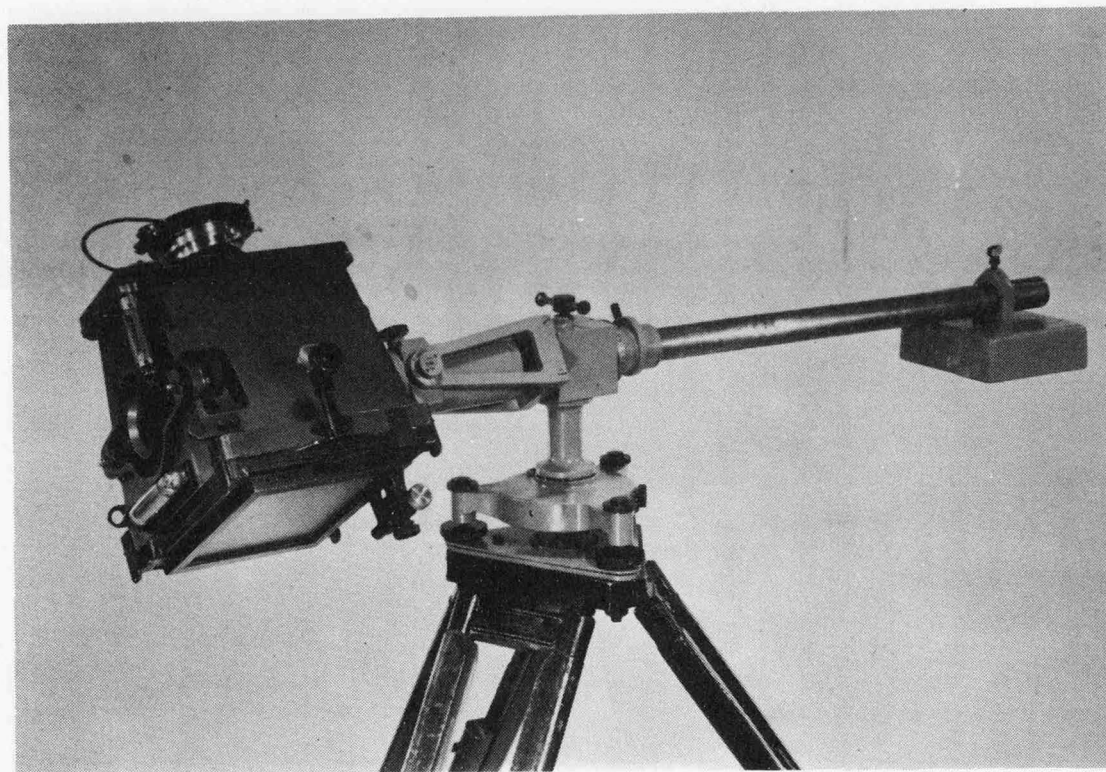


Abb. 11

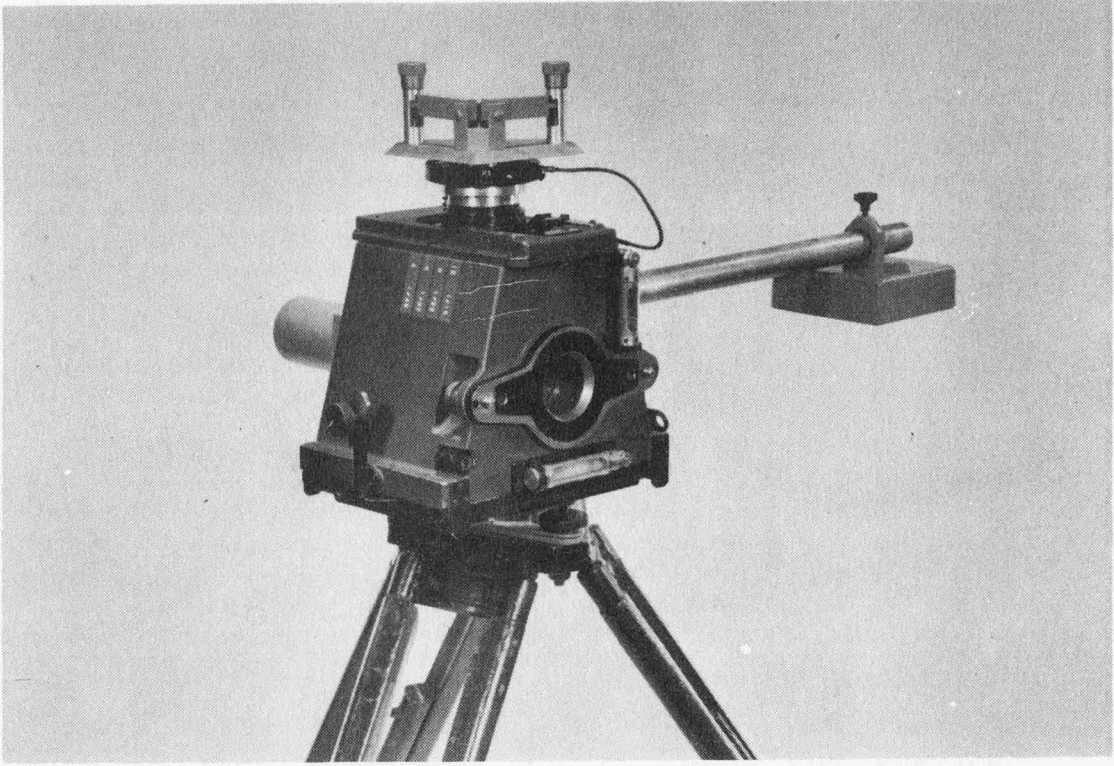


Abb. 12

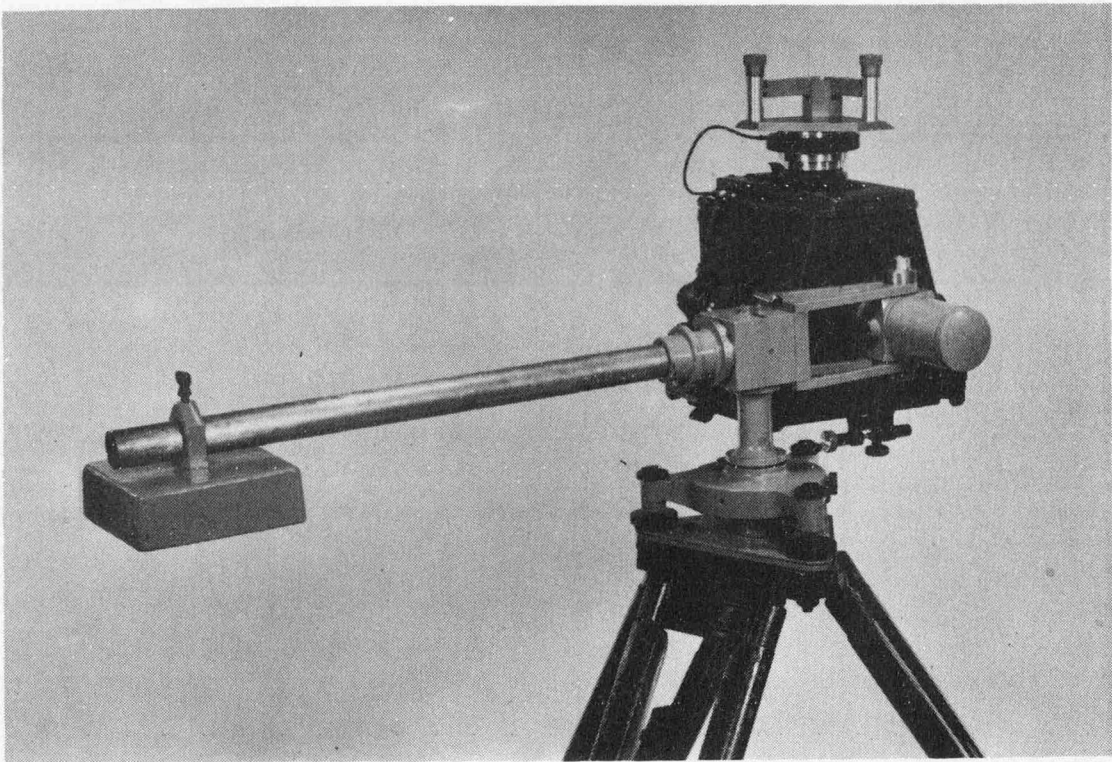


Abb. 13

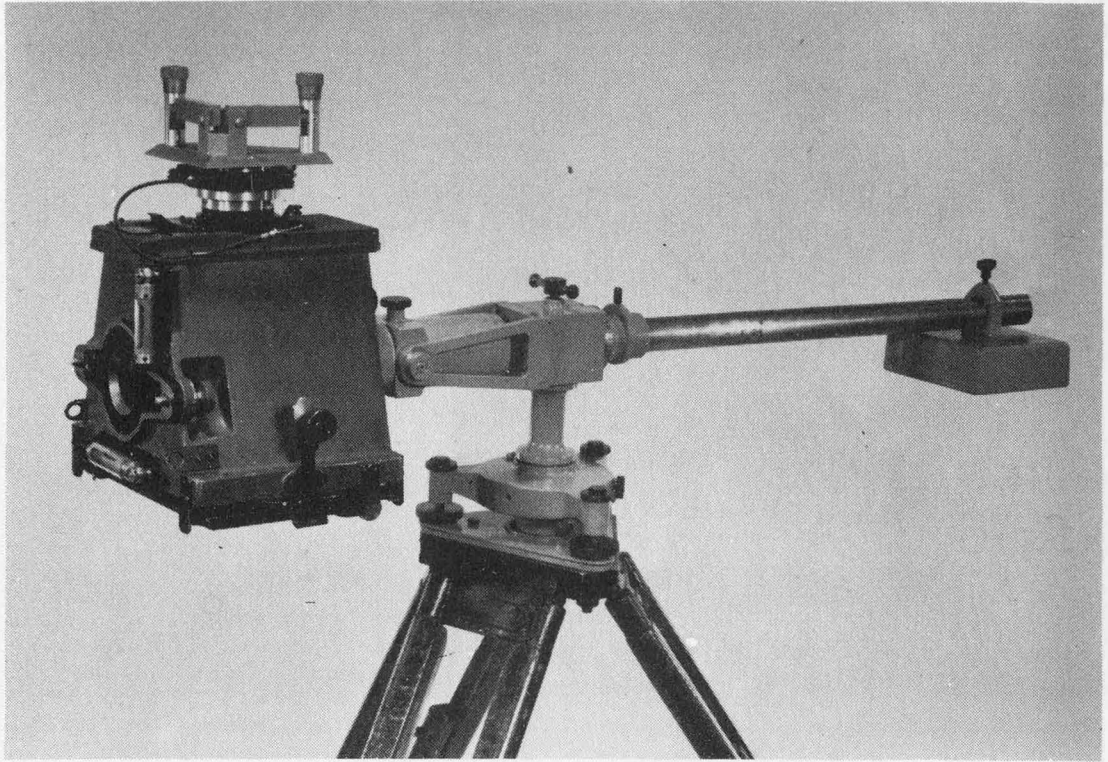


Abb. 14

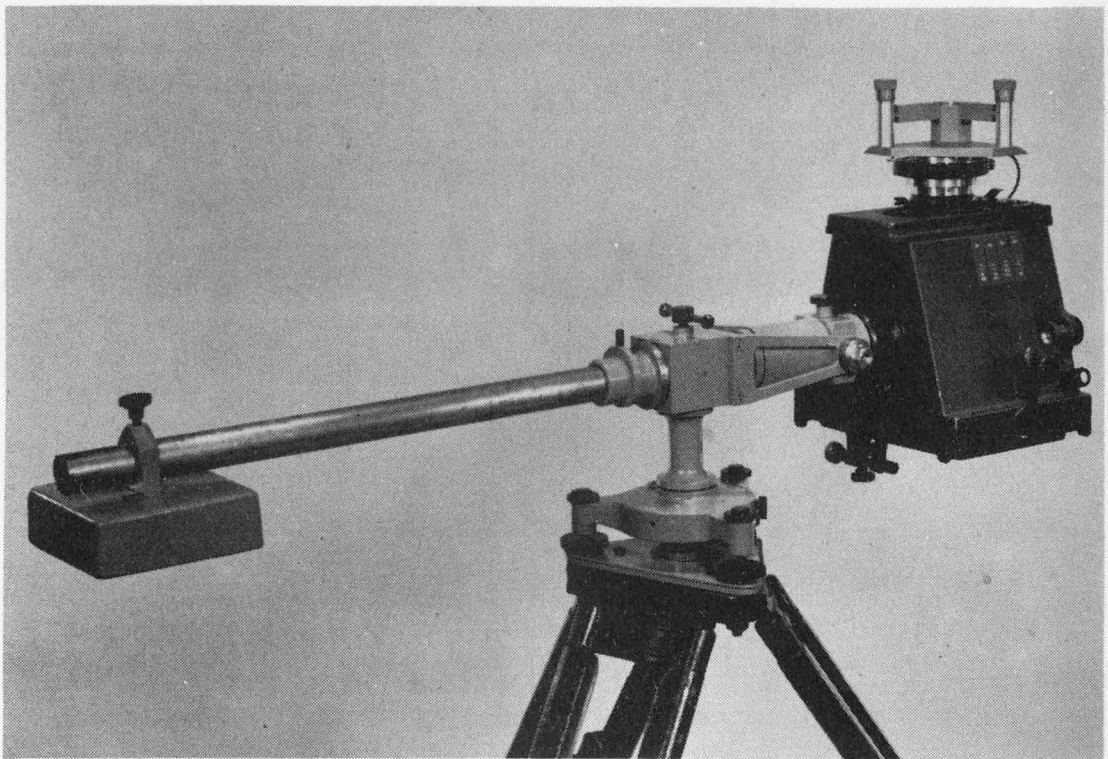


Abb. 15

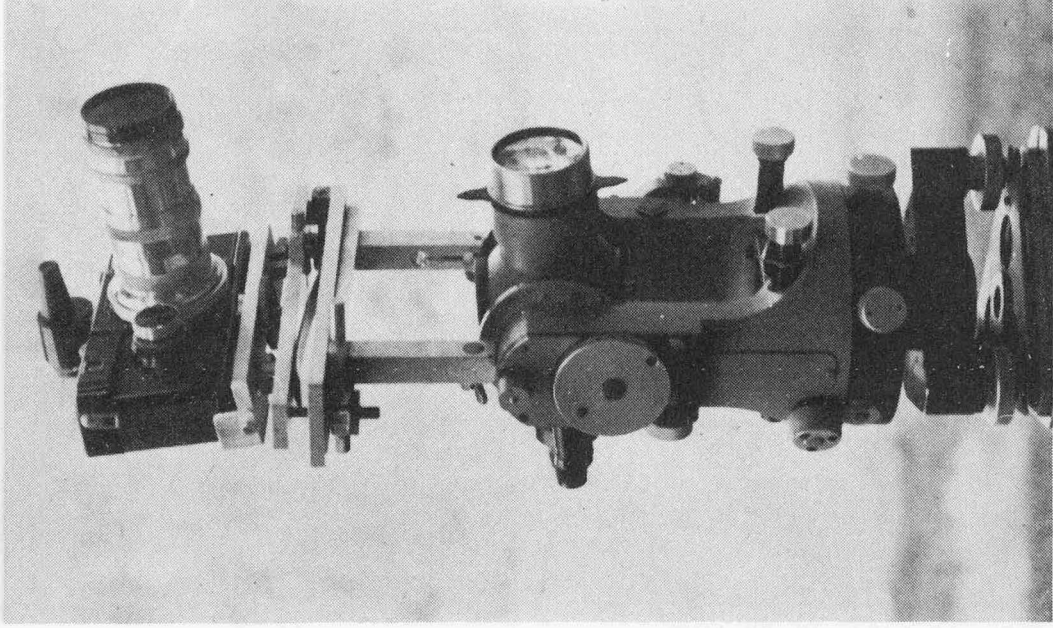


Abb. 17

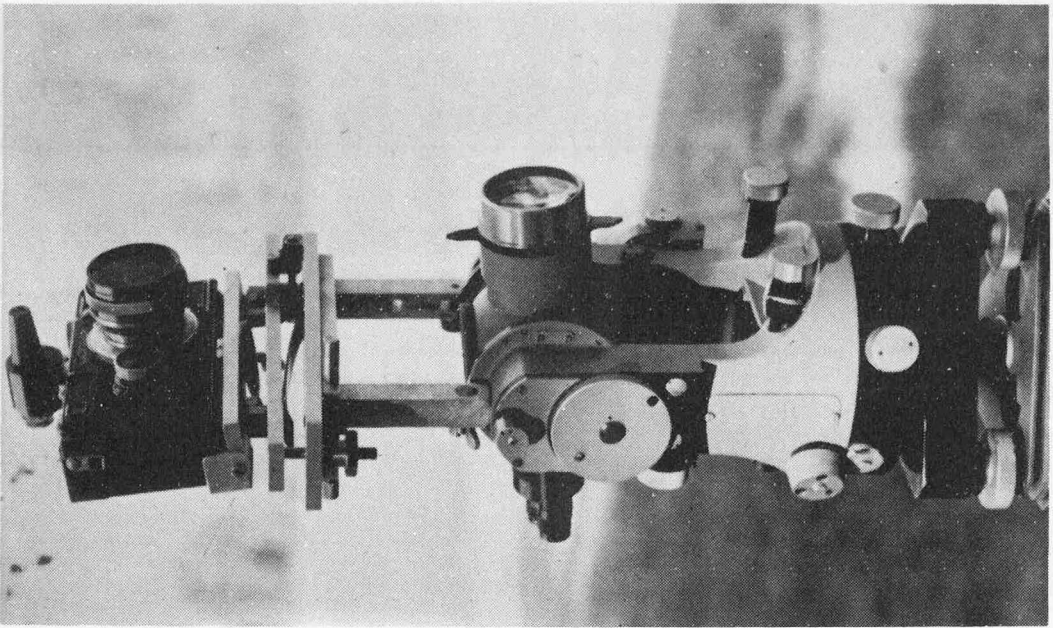


Abb. 16

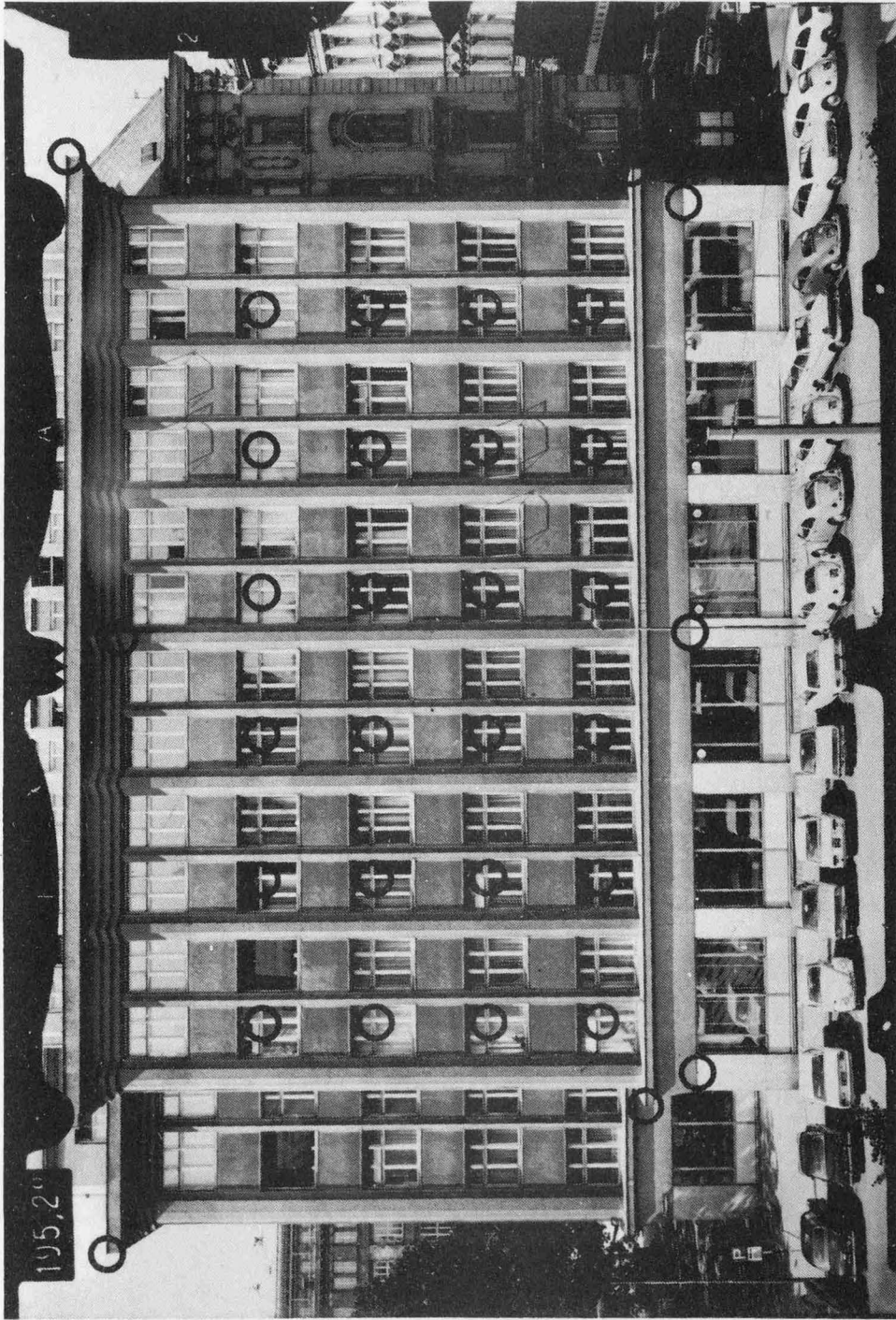


Abb. 18

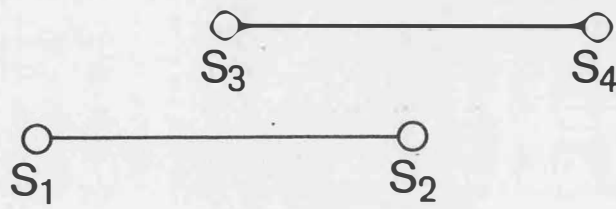


Abb. 19

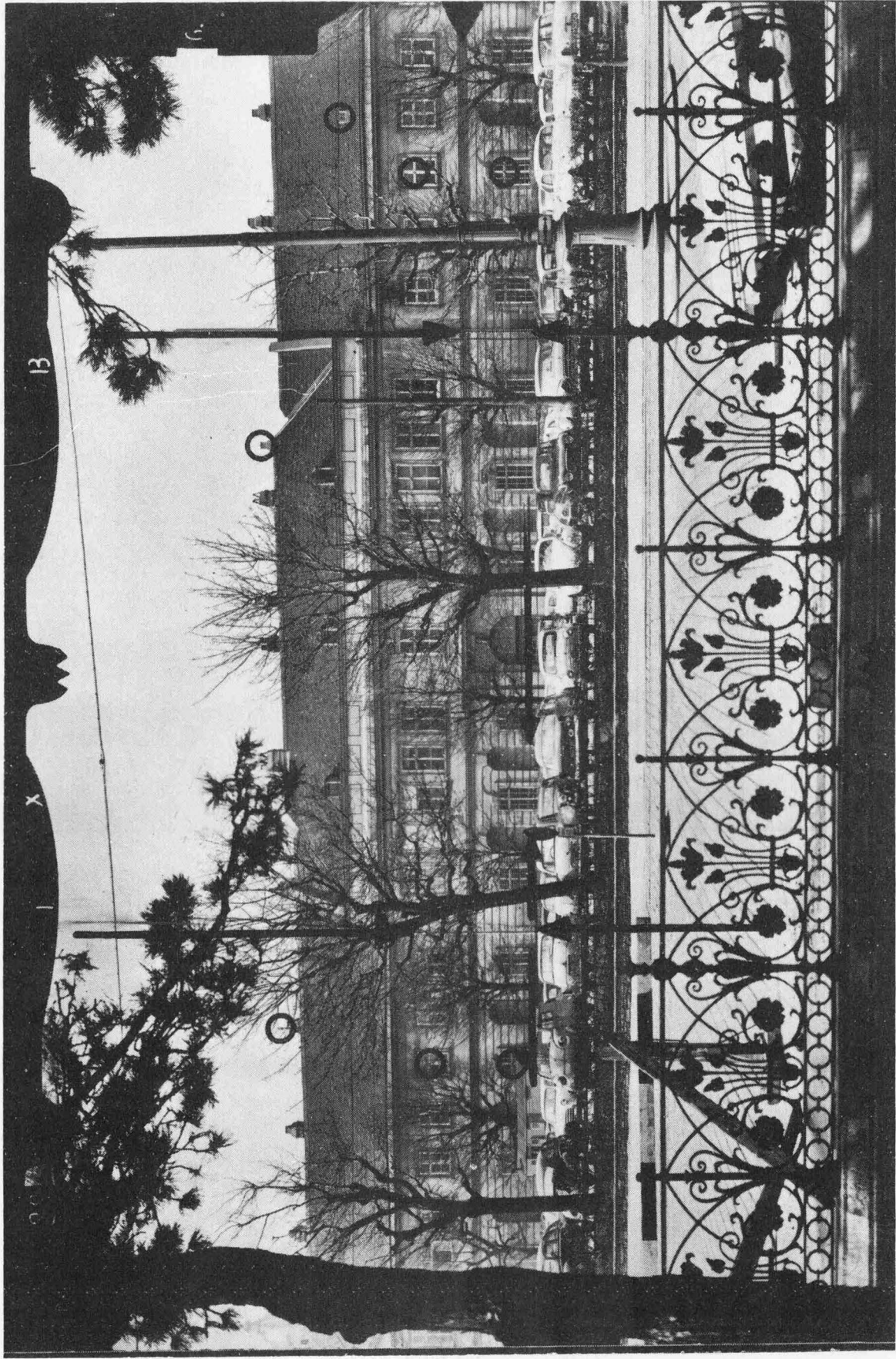


Abb. 20

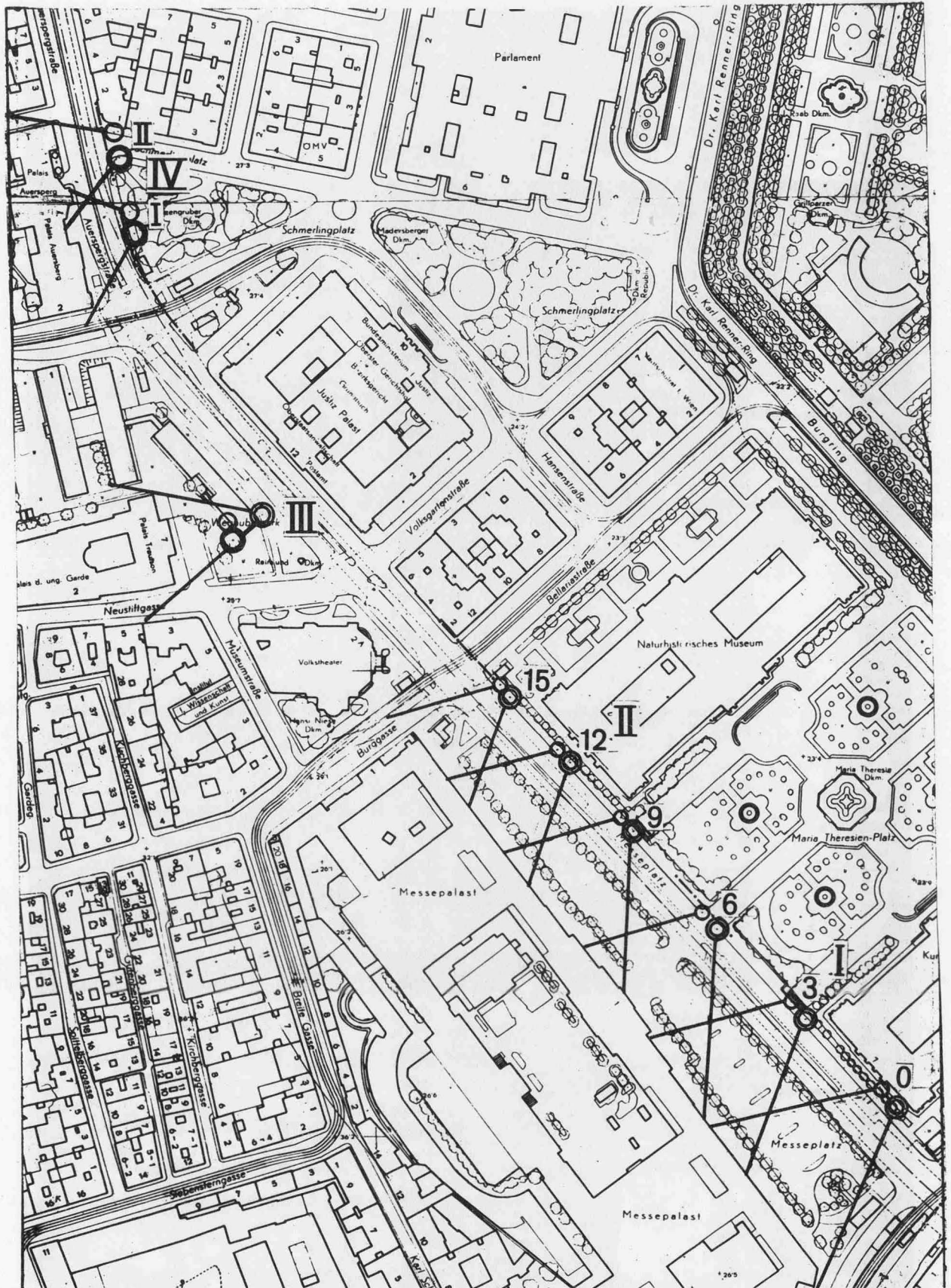


Abb. 21

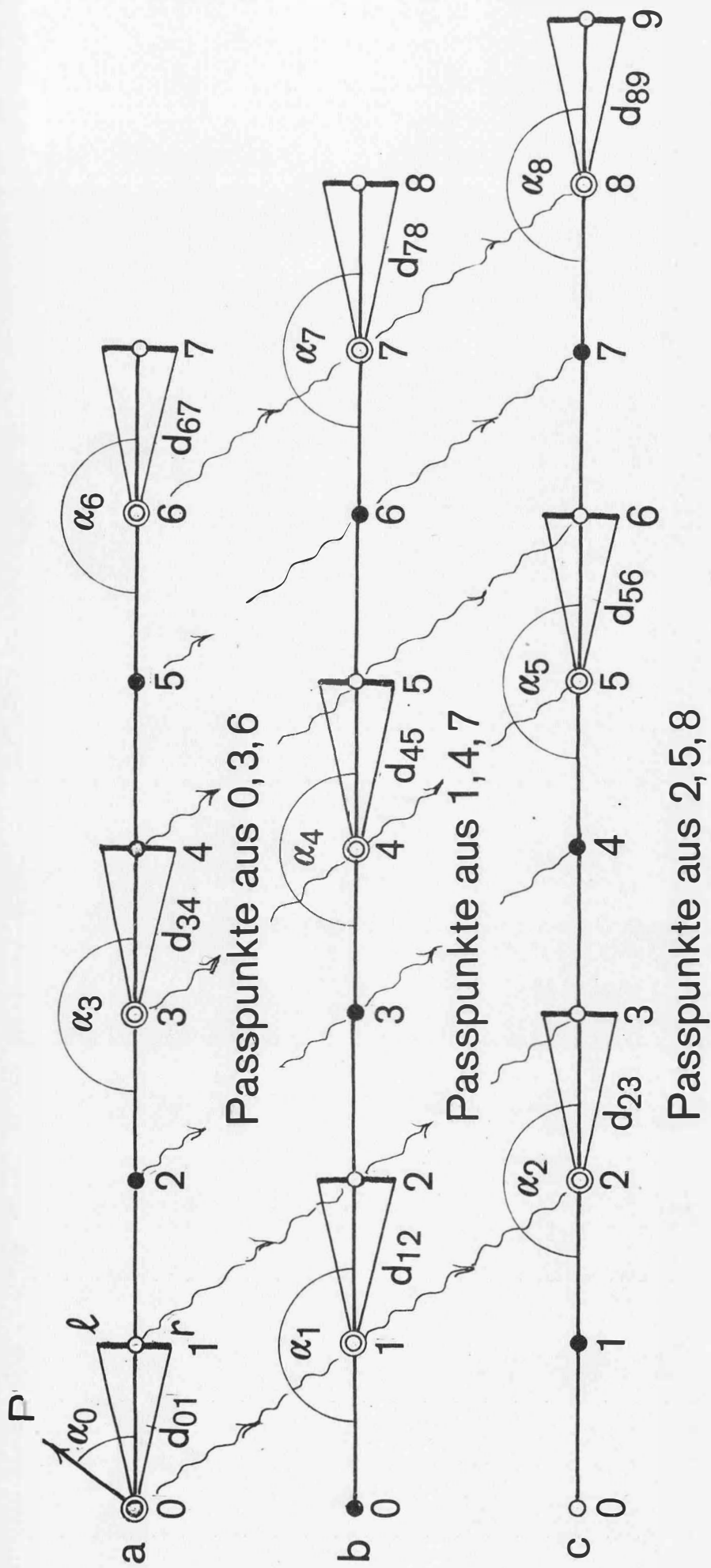


Abb. 22





05,28

A

Abb. 23

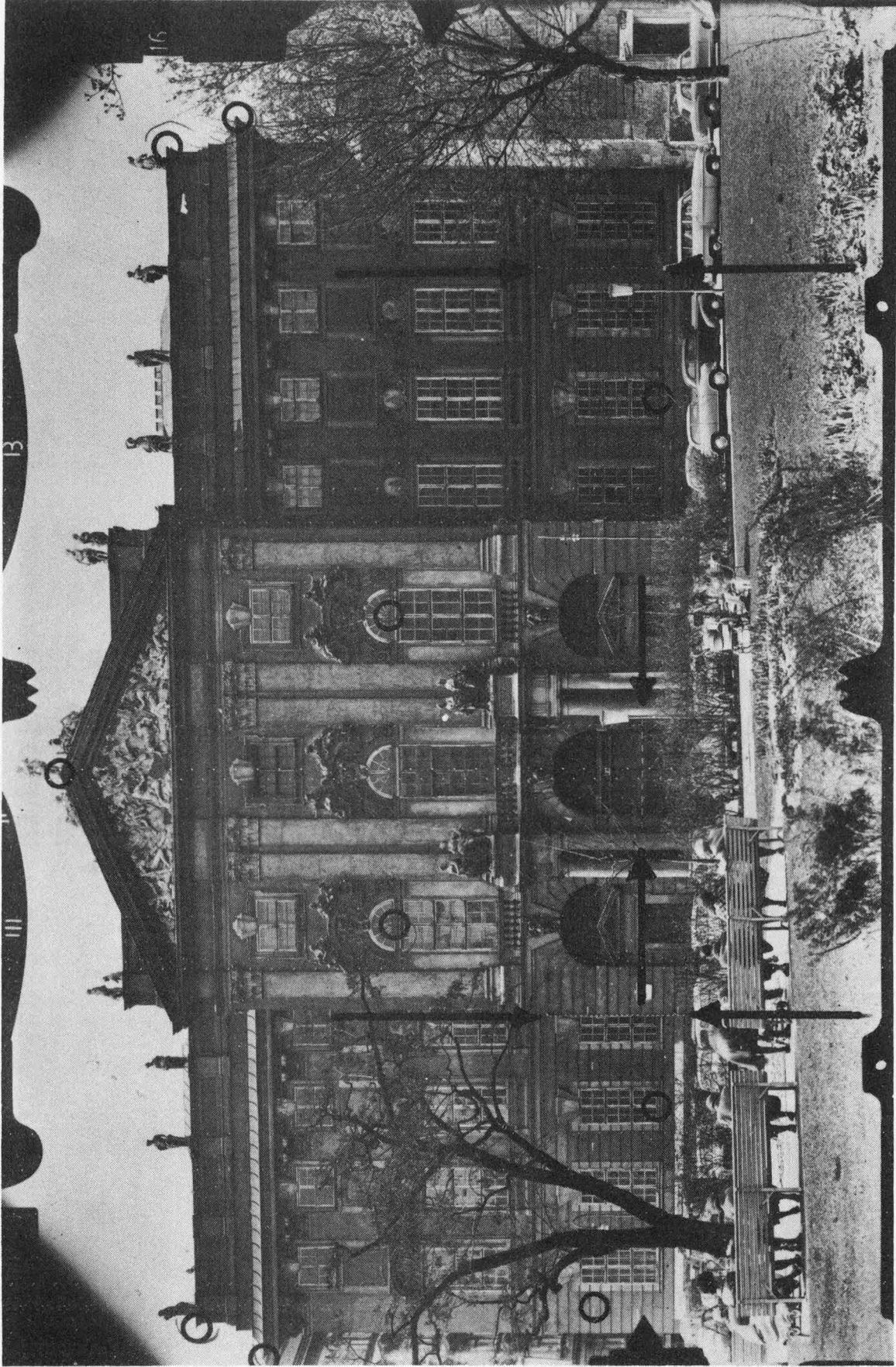


Abb. 24

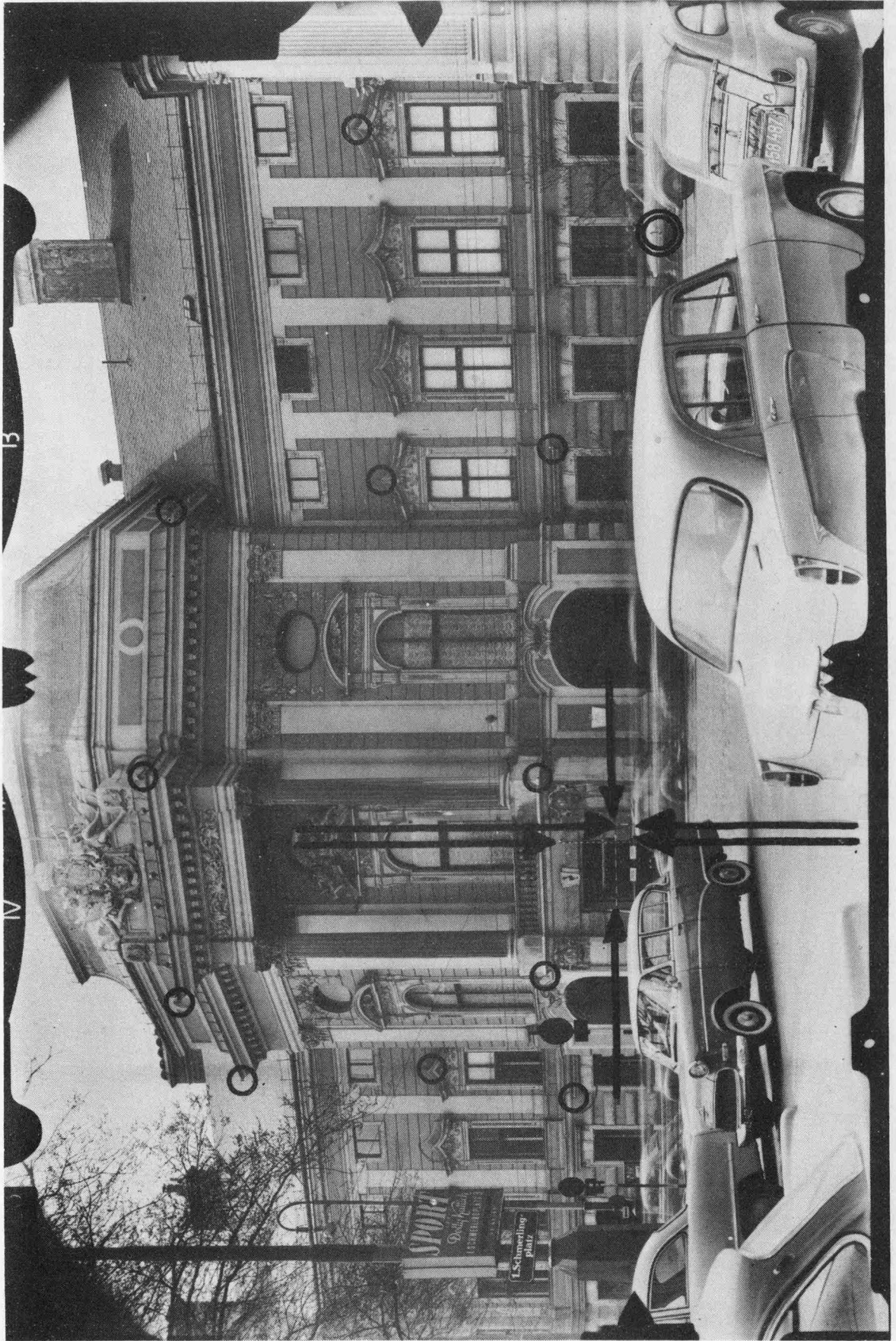


Abb. 25

B: 10. Stock: 6 x 9 x 12  
 (+ 2 x 9 x 12 ?)  
 Mauerwerk: 6 x 9 x 12  
 (+ 2 x 9 x 12 ?)  
 Vorraum zum  
 B: 10. Stock (1 x 9 x 12 ?)

Innenaufnahme der KIRCHE

Messblende der Größe	9 x 12	13 x 18
Altarwand I	2 x 9 x 12	2
Orgel VI	2 x 13 x 18	2
Langhaus II	2 x 9 x 12	2
Querschiff Nord II	2 x 13 x 18	2
— — Süd II	2 x 9 x 12	2
Chor V	2 x 9 x 12	2
Messblende der gewölbten		
Langhaus	4 x 9 x 12	4
Kapitel	4 x 9 x 12	4
Langhaus	2 x 13 x 18	2
Summe	4 x 9 x 12	4
Summe	9 x 12	24
	13 x 18	6

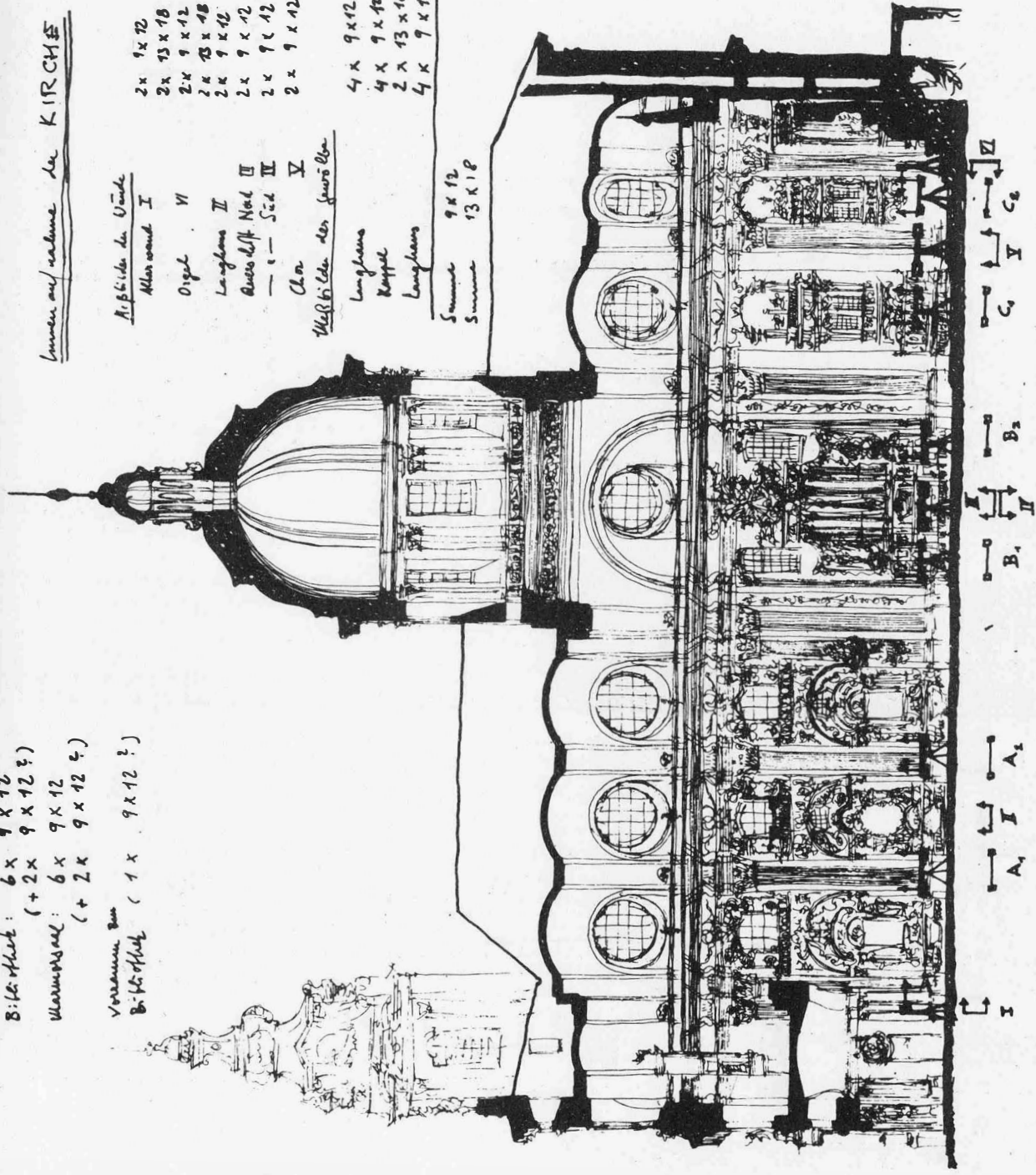


Abb. 26

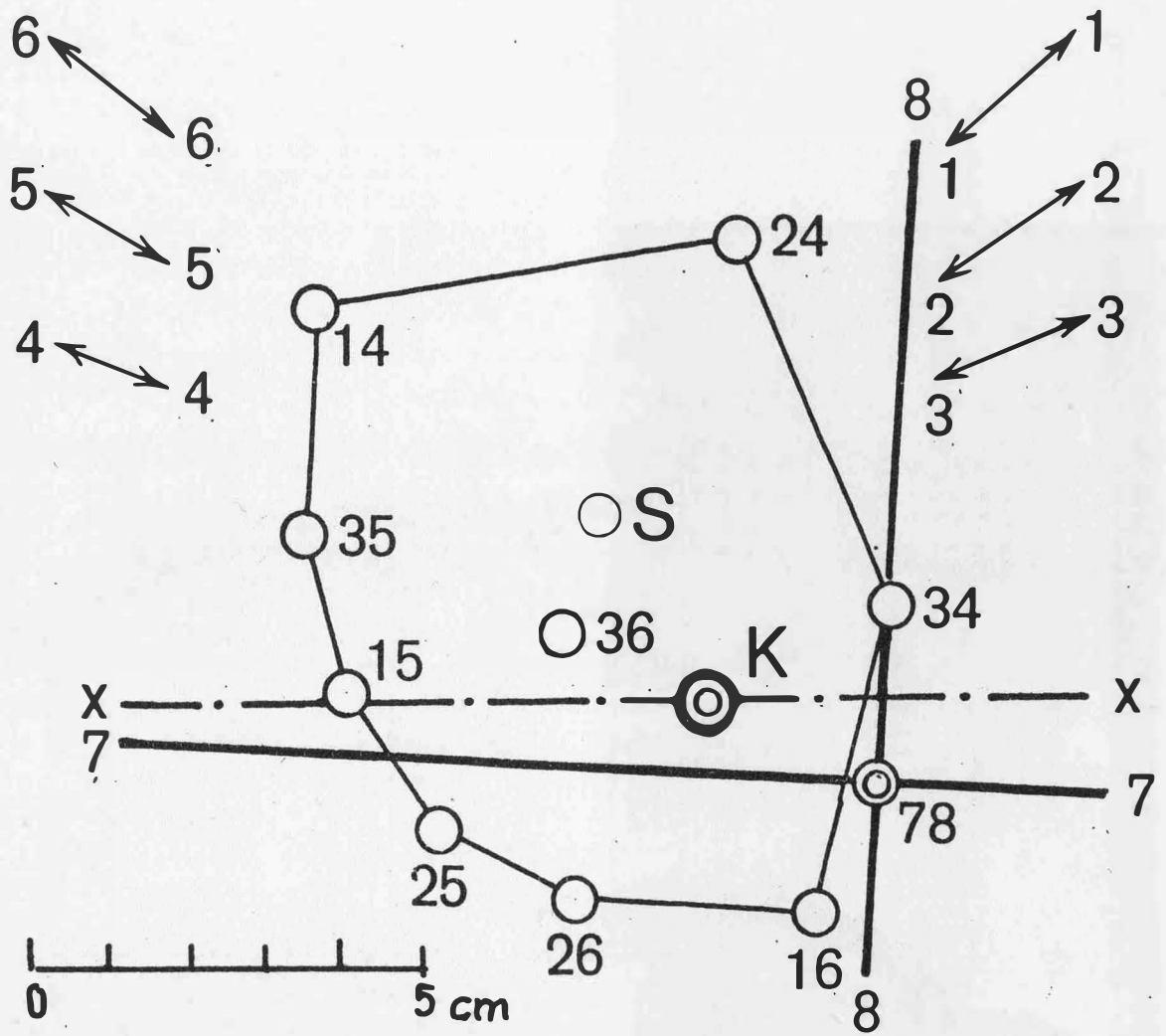


Abb. 27

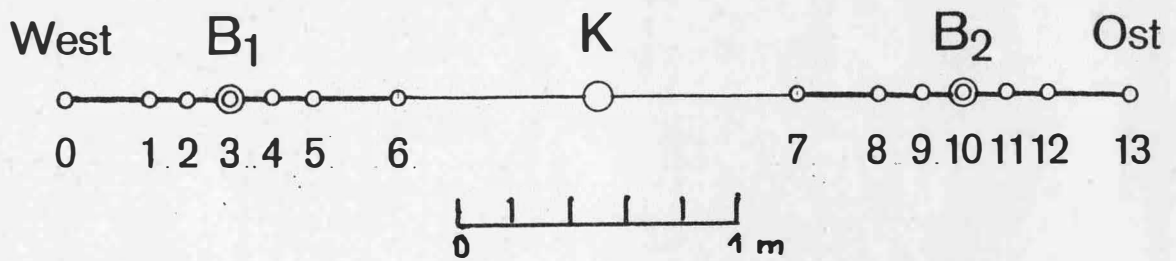


Abb. 28



Abb. 30



Abb. 29 a



Abb. 29 b



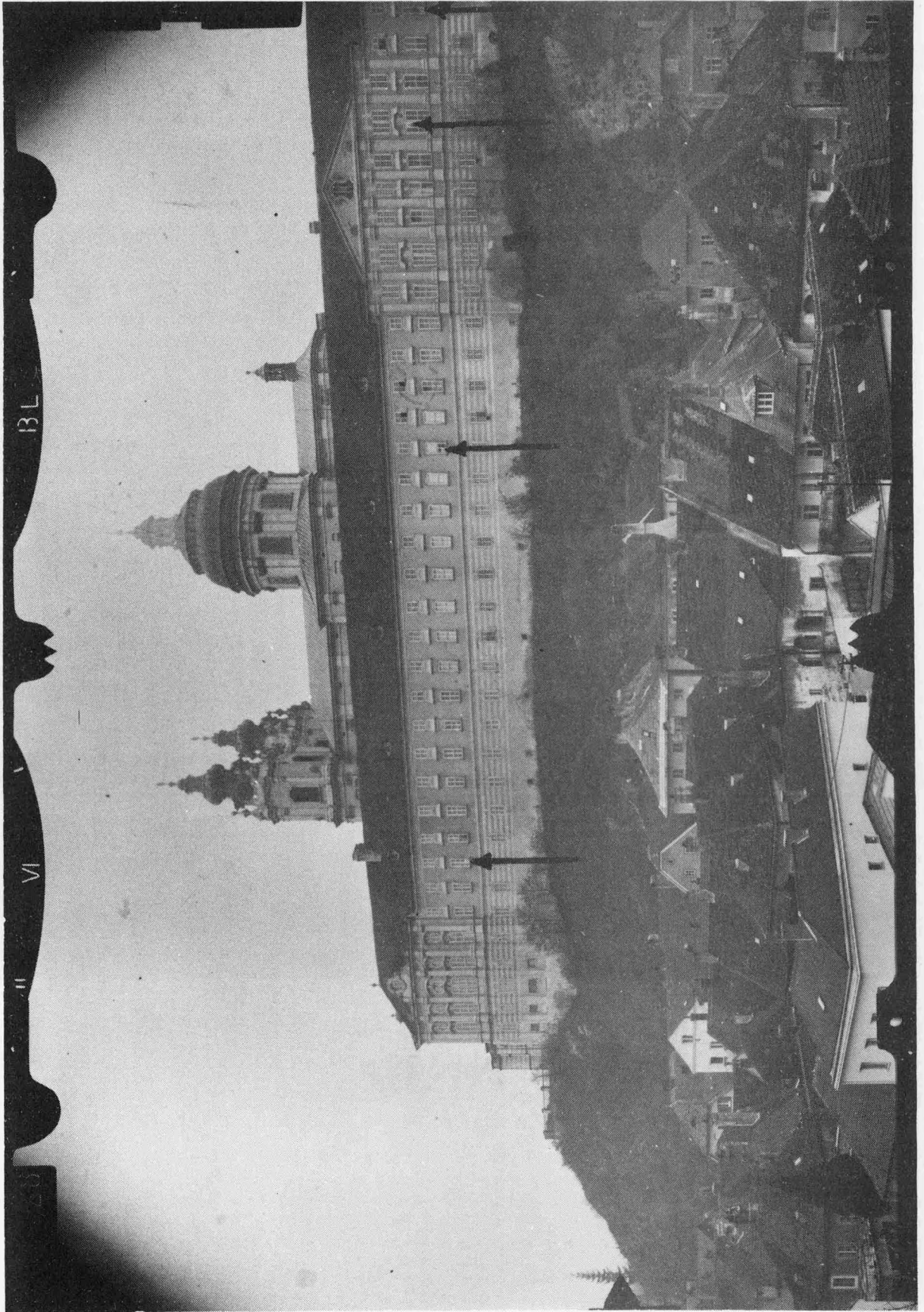


Abb. 31 a

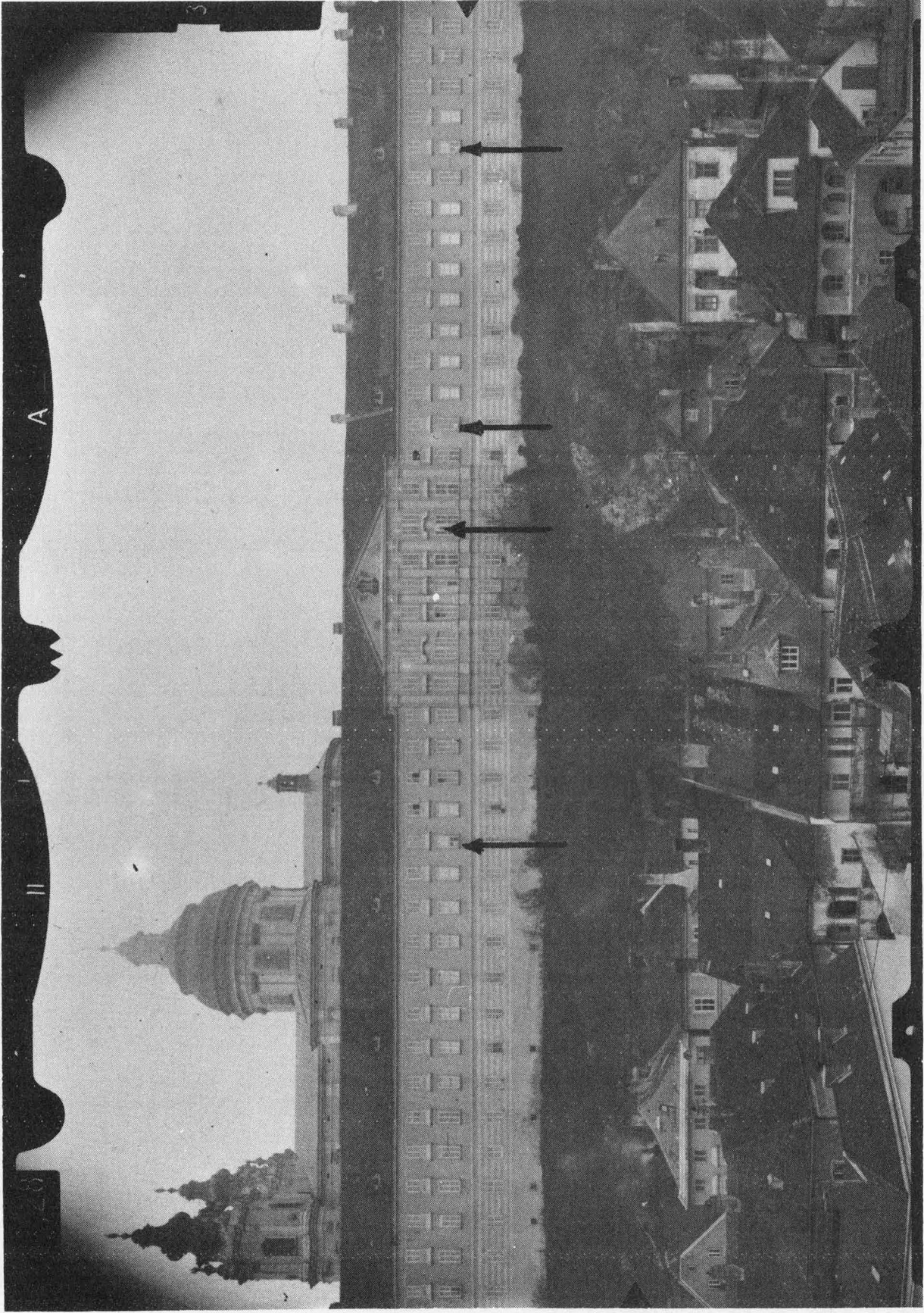


Abb. 31 b

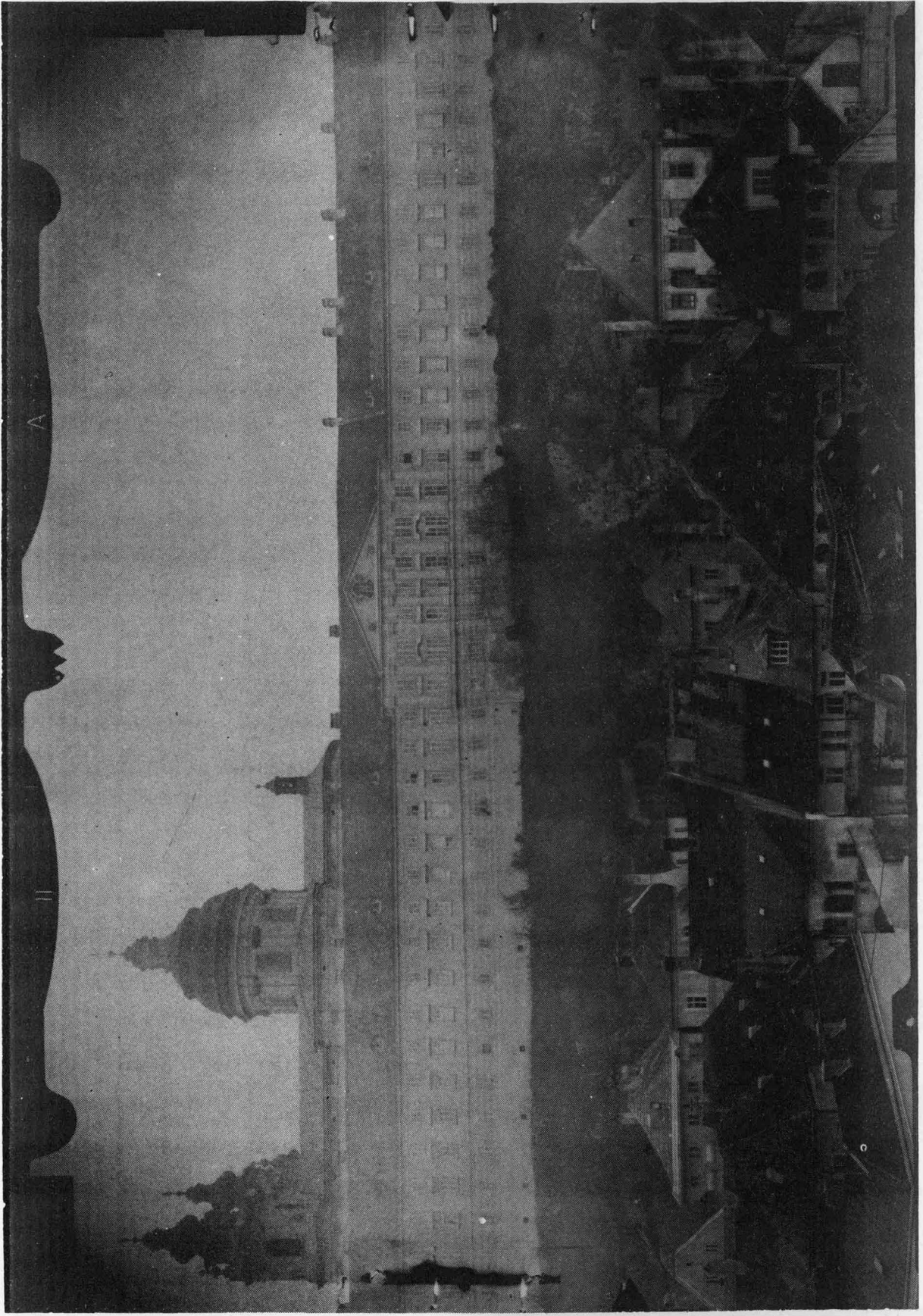




Abb. 32



Abb. 33 a

A

34 110,20



Abb. 33 b

B

4

1

17540

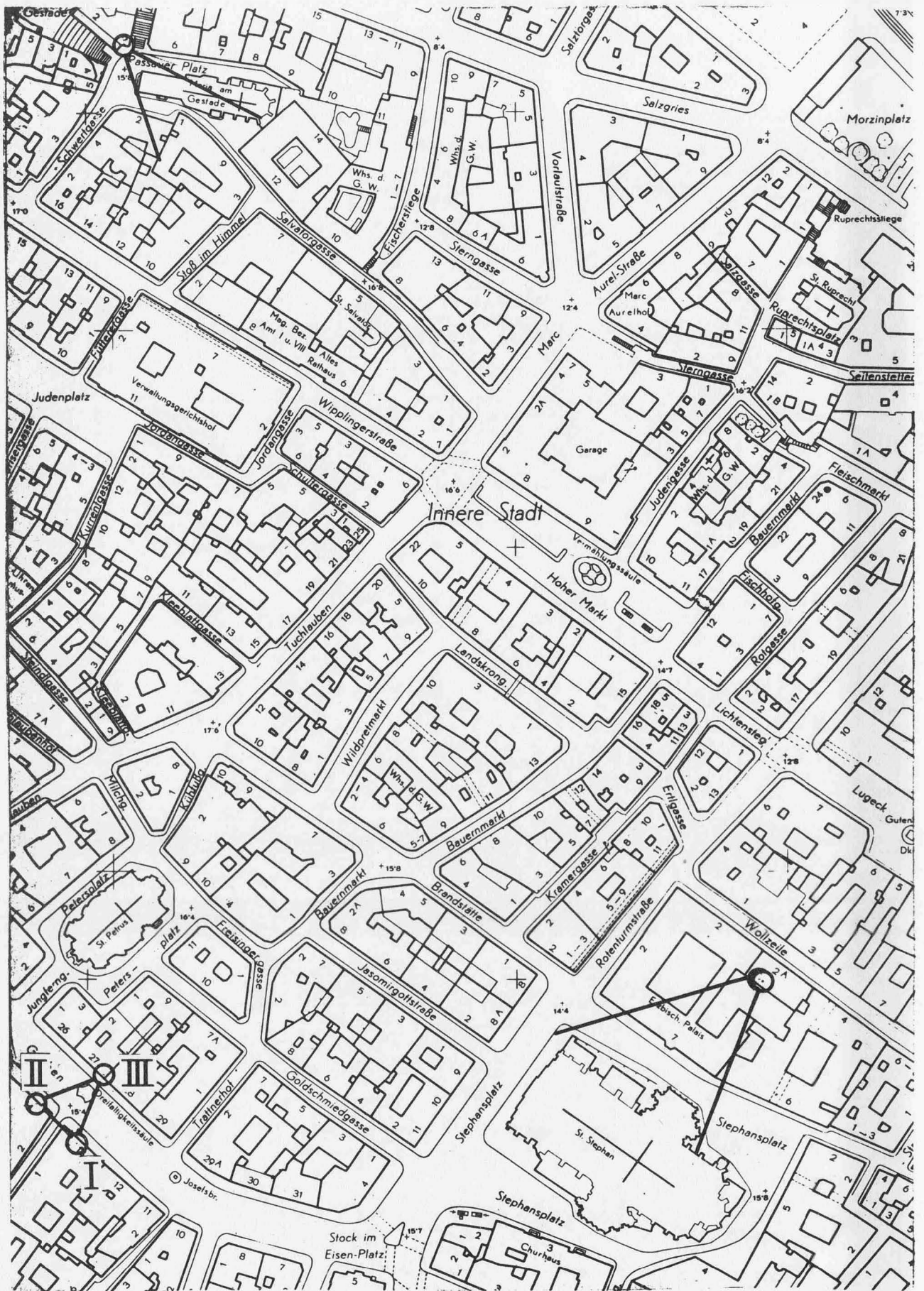


Abb. 34



Abb. 35 a





Abb. 35 b



Abb. 36 a



Abb. 36 b



Abb. 37 a



Abb. 37 b

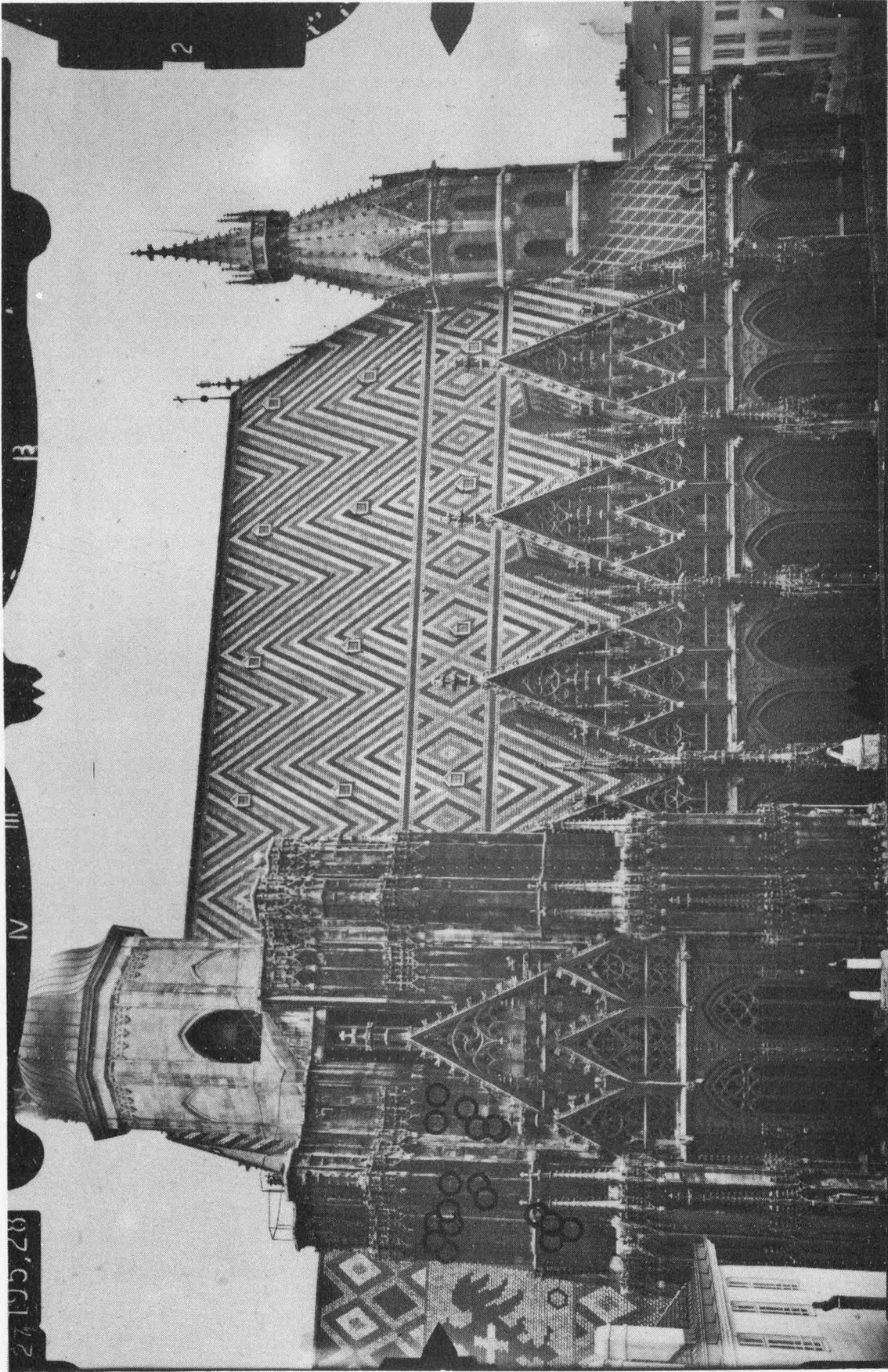


Abb. 38

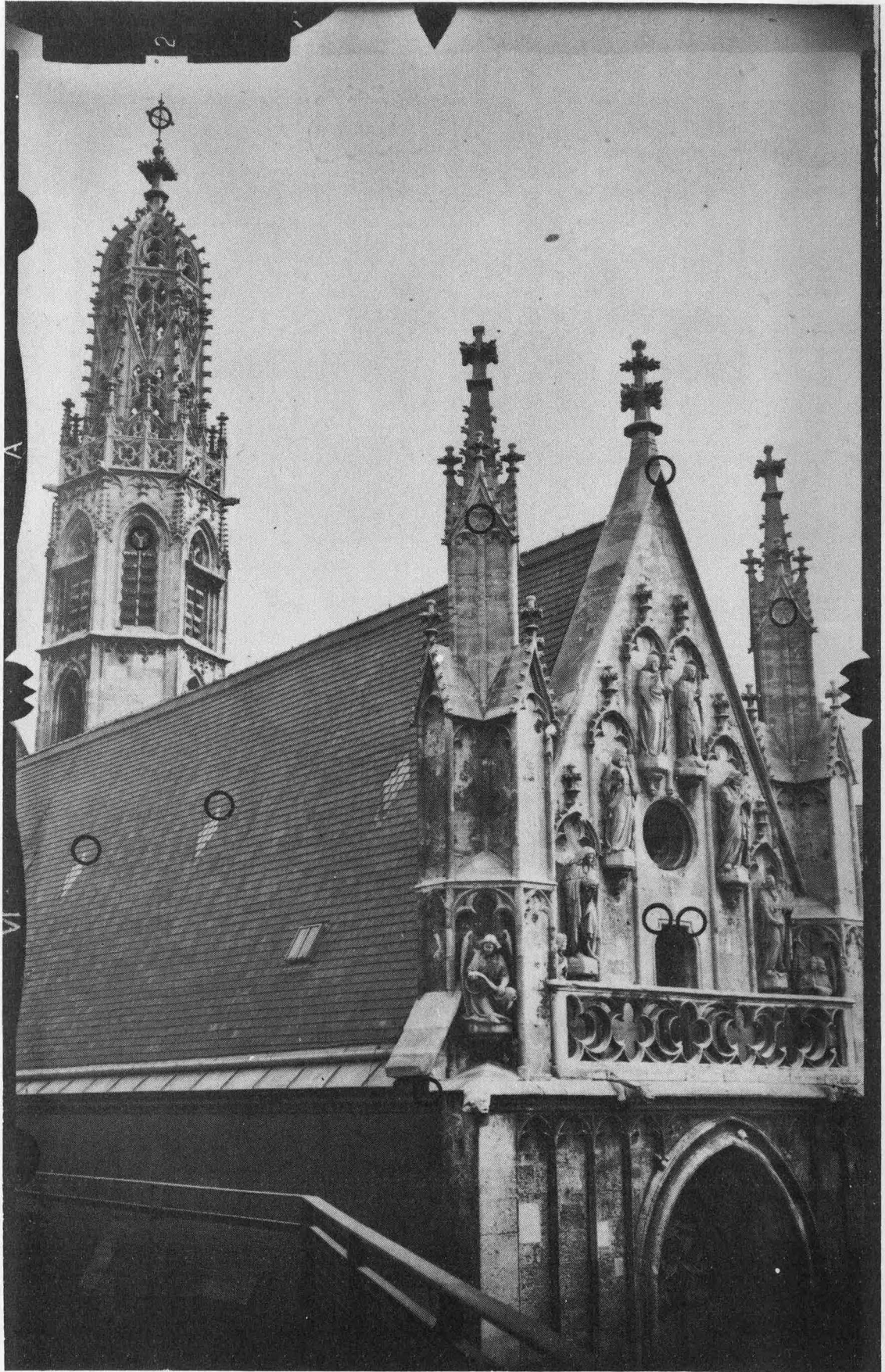


Abb. 39

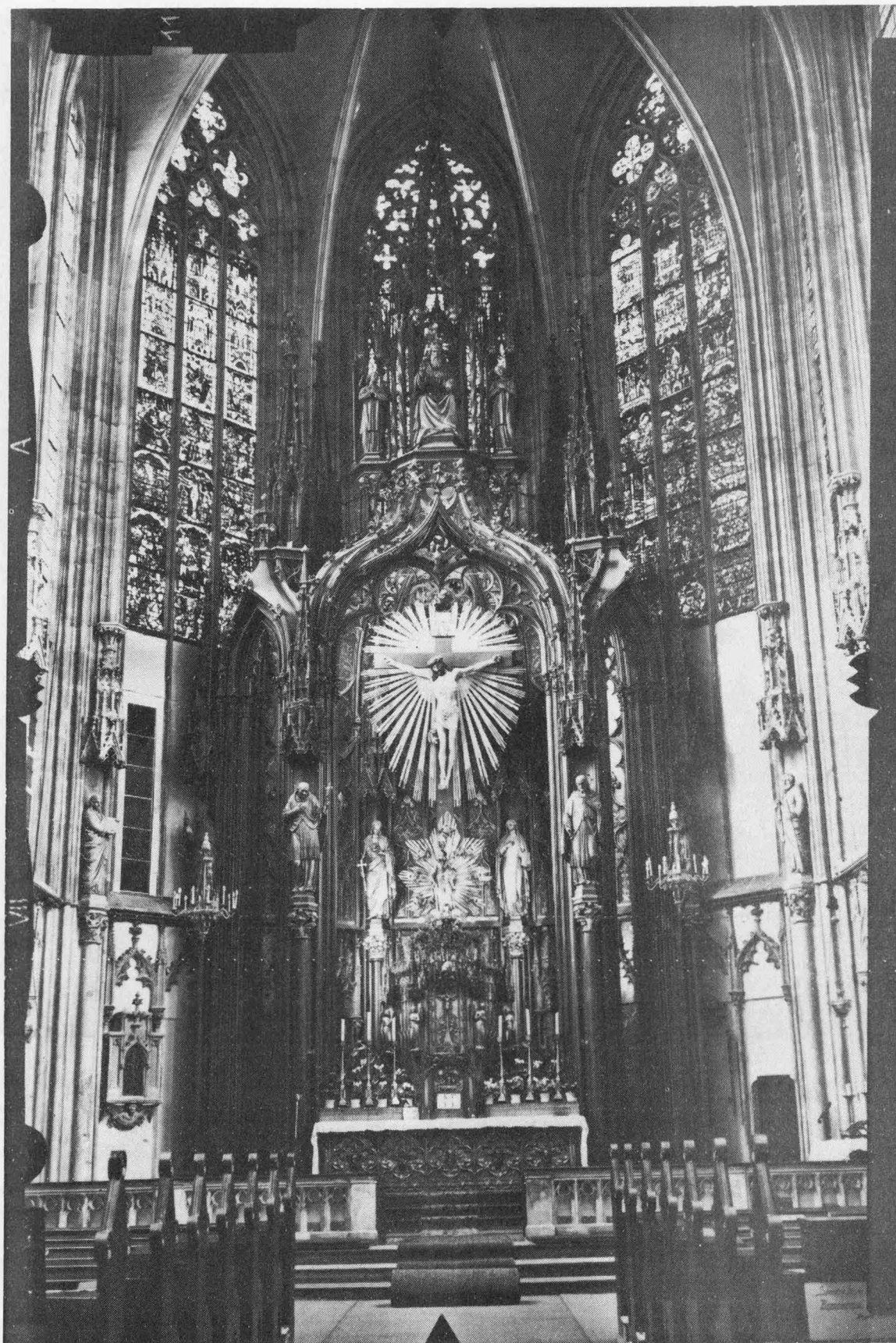


Abb. 40 a





Abb. 40 b

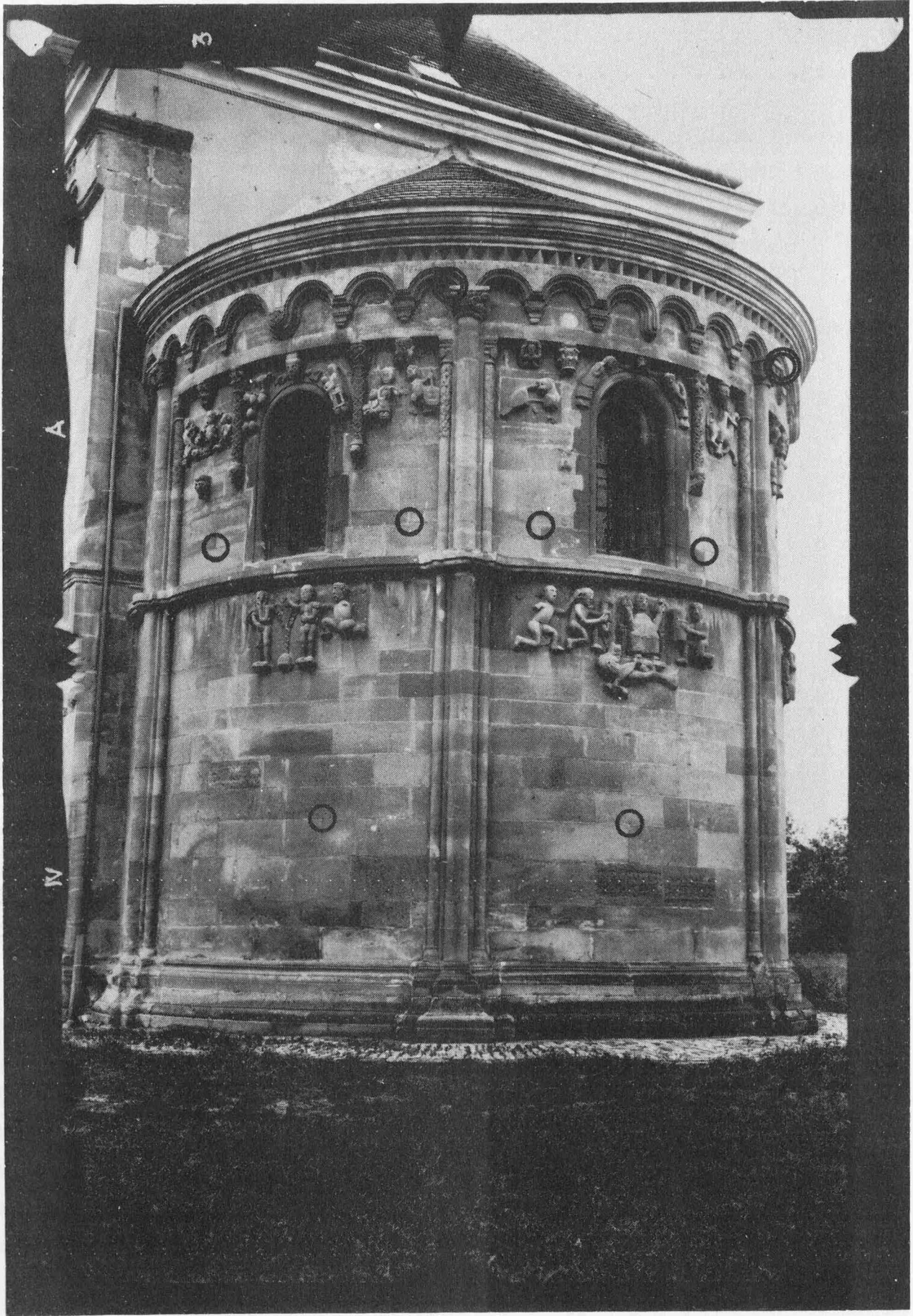
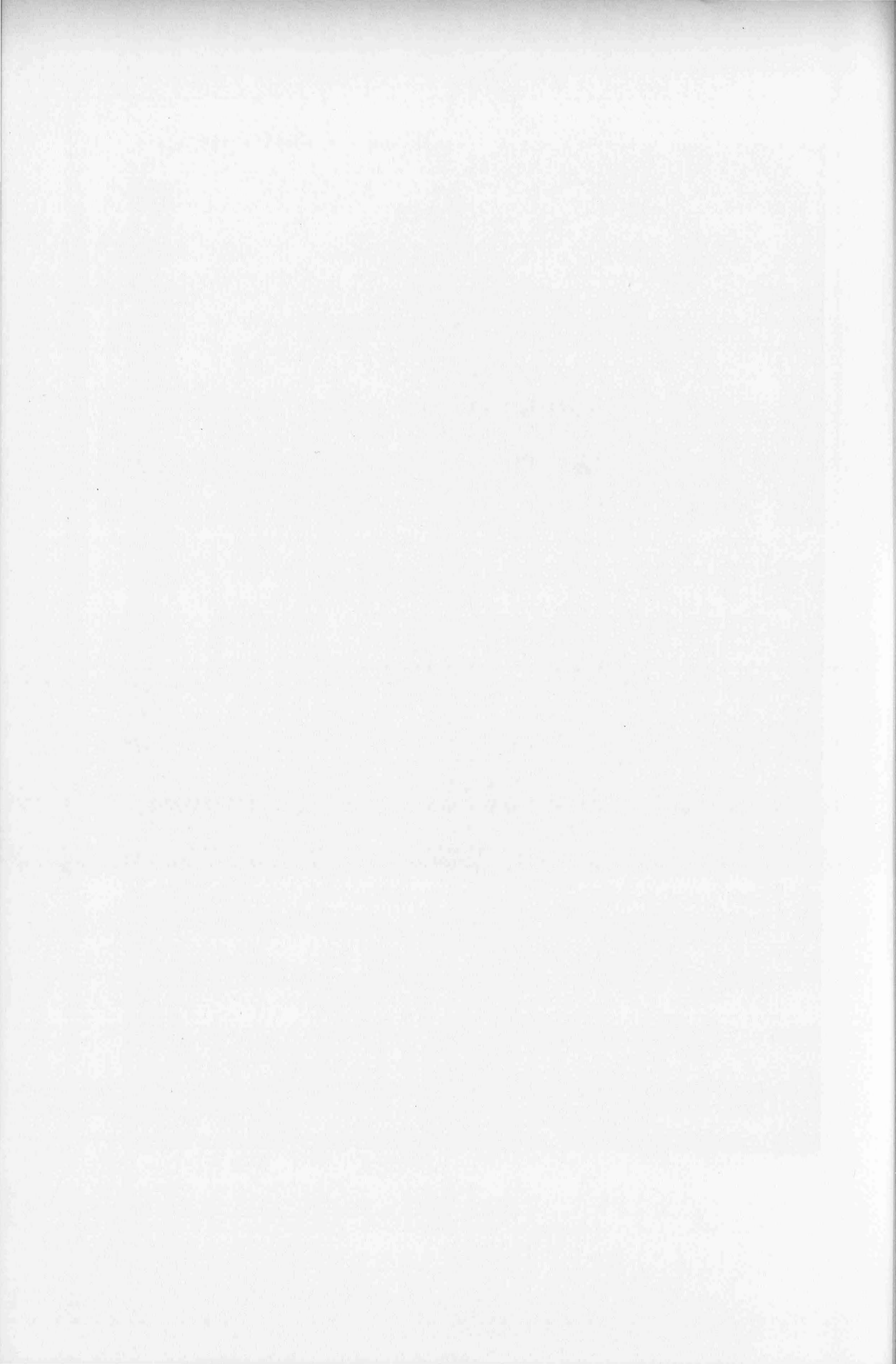


Abb. 41



## 2. Teil Bearbeitet von H. Foramitti

Obwohl in Österreich das Interesse an photogrammetrischen Denkmalarchiven relativ früh angemeldet wurde (Anmerkung 1), hat es verhältnismäßig lange gedauert bis die Bildmessung systematisch für denkmalbehördliche Zwecke eingesetzt werden konnte. Bei den Bemühungen um die Schaffung einer denkmalbehördlichen Meßbildstelle waren die Test- und Studienaufnahmen von Prof. Dr. Franz Ackerl, Baurat Dr. Erich Meixner, Senatsrat Dipl. Ing. Robert Kling, den damaligen Vermessungs-Räten und heutigen Hofräten Dr. Johannes Bernhard und Dipl. Ing. Manfred Schenk vom Bundesamt für Eich - und Vermessungswesen, der IGN Paris (Bonneval und Carbonnell) sowie Prof. Raymond Chevallier von ausschlaggebender Bedeutung (Anmerkung 2). Über Bitten des damaligen Präsidenten des Bundesdenkmalamtes, Univ. Prof. Dr. Otto Demus, Hofrat Dr. Josef Zykan und des Verfassers hat Prof. Dr. Franz Ackerl sich bereit erklärt, als ehrenamtlicher Berater des Bundesdenkmalamtes beim Aufbau der photogrammetrischen Abteilung zu wirken und die von Herrn des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen sowie der Wiener Stadtvermessung angebotene Unterstützung des Bundesdenkmalamtes zu koordinieren. Prof. Ackerl hat diese Tätigkeit seit 1962 ununterbrochen fortgesetzt und damit im Zusammenwirken, insbesondere mit den Herrn Hofrat Bernhard, Hofrat Schenk und Senatsrat Kling einen wesentlichen Anteil am Aufbau der photogrammetrischen Abteilung des Bundesdenkmalamtes genommen. Es stellte sich bald heraus, daß die damals am Markt befindlichen Geräte dem Bedarf einer Denkmalbehörde nur ungenügend entsprächen. Der Verfasser hat daher die Weiterentwicklung bestehender Nahbildgeräte empfohlen und diese Entwicklung in Zusammenarbeit mit der Fa. C. Zeiss Oberkochen im Laufe der Jahre verwirklicht. Diesbezüglich ist er besonders den Herrn Dr. Martin Ahrend, Dr. Walter C. Maier, Dr. Ing. Walter Brucklacher und Dr. Dieter Berling für Ihr Verständnis und ihr Vertrauen zu großem Dank verpflichtet (Anmerkung 3).

Die gute Einführung der neuen Geräte in die Praxis

der Denkmalpflege wurde auch besonders durch die vereinfachte Paßpunktmessung bewirkt, welche auf Untersuchungen und Empfehlungen von Hofrat Dr. Bernhard zurückgeht (Anmerkung 4). Die sehr großen Schwierigkeiten, die sich der Farbbildmessung entgegenstellten, veranlaßten Prof. Ackerl, dieses Thema in dankenswerter Weise aufzugreifen und entsprechende Versuche zu machen, aus denen sich praktische Hinweise ergaben (Anmerkung 5).

Diese Gedanken sind nunmehr von der CIPA (Comité International de Photogrammétrie Architecturale) aufgegriffen worden, die versucht Farbschnittfilme industriell oder zumindestens in rationeller Form bei Massenbedarf und Serienanwendung durch entsprechende noch zu entwickelnde Geräte auf Glasplatten aufzukleben. Schließlich haben Arbeiten mit Prof. Dr. Helmut Kortan den Verfasser dazu geführt auch Durchdringungsraumbildmessung mit Röntgenstrahlen in den Arbeitsumfang der denkmalbehördlichen Bildmessung einzubeziehen (Anmerkung 6). Ähnliche Entwicklungen in anderen Staaten und bald auch das Interesse der internationalen Institutionen für photogrammetrische Denkmalarchive, die immer mehr als eine Erfüllung moderner Völkerrechtsverpflichtungen gewertet wurde, haben zu internationalen Empfehlungen geführt (Anmerkung 7).

Das internationale Interesse geht u.a. aus den Veröffentlichungen ICOMOS (Anmerkung 8) und der UNESCO (Anmerkung 9) sowie der CIPA (Anmerkung 10) hervor.

Prof. Ackerl und die österreichische Denkmalbehörde haben sich auf Grund immer noch weitverbreiteter Unklarheiten über die Möglichkeiten der Architekturbildmessung und Anwendung der Photogrammetrie in der Denkmalpflege im Kulturgüterschutz und in der Archäologie aufgrund des weltweit immer deutlicher werdenden dringenden Bedarfs entschlossen, die vorliegende Veröffentlichung als Ergebnis gemeinsamer Versuchs- und Forschungsarbeiten der Öffentlichkeit vorzulegen. Die Denkmalbehörde hat sich dabei auf Angaben des Bedarfs und auf den Vergleichseinsatz ihrer Nahbildgeräte beschränkt. Die neu gelieferten Nahbildaufnahmegeräte wurden bei dieser Gelegenheit unter Beratung von Prof. Ackerl erstmalig 1964 bei den Aufnahmen im Stift Melk verwendet.

Die wichtigste Maßnahme auf internationaler Ebene war zweifelsohne die Festlegung einer Bedarfsnorm. Zu diesem Zweck wurden Fachleute aller Disziplinen, die in der modernen, multidisziplinären Denkmalpflege zusammenarbeiten, befragt und schließlich eine repräsentative Auswahl aus ihnen gebeten, mit entsprechenden Fachleuten der Photogrammetrie eine Einteilung des Bedarfes so vorzunehmen, daß nunmehr eine einheitliche Entwicklung der Organisation von Arbeiten, der Entwicklung von Geräten und Verfahren, sowie der Beurteilung ausgeführter Arbeiten in den verschiedensten Staaten unter Einschluß von Entwicklungsländern vergleichbar erfolgen kann.

Die Fachleute für Denkmalpflege stellte der Weltdachverband der Denkmalpflege, die ICOMOS (International Council of Monuments and Sites) und die für Photogrammetrie der Weltdachverband für Bildmessung ISP (International Society for Photogrammetry) zur Verfügung. Beim Colloquium in St. Mandé 1968 wurde dann die im Folgenden abgebildete Tabelle als Teil der Schlußresolution einstimmig angenommen und von den Leitungsgremien beider Weltdachverbände in nachfolgenden Tagungen und Beschlüssen der Leitungsgremien zustimmend zur Kenntnis genommen. Die wiedergegebene deutsche Übersetzung wurde dem zitierten österreichischen Richtlinienwerk über Kulturgüterschutz entnommen. Da diese Bedarfsnormung das Einverständnis von Fachleuten der verschiedensten Länder und verschiedensten Fachrichtungen darstellt und auch von den zuständigen nichtstaatlichen internationalen Organisationen angenommen wurde, erscheint es sinnvoll, sie ebenfalls der vorliegenden Arbeit zugrunde zu legen.

Gewisse Aspekte der Rationalisierungsplanung in der Denkmalpflege unter Einschluß der Photogrammetrie (Anmerkung 11) und Aspekte im Zusammenhang mit dem Kulturgüterschutz, insbesondere aber Hinweise auf neueste Geräteentwicklungen des Unterzeichneten (Anmerkung 12), haben einen Teil jener Aspekte aufgezeigt, die mit der Anwendung der internationalen Empfehlungen im Sinne der mitgeteilten Bedarfsnormung zusammenhängen. Es bleibt aber nunmehr die wichtige Aufgabe, aufgrund aller dieser Tatsachen und Mitteilungen jene Genauigkeit zu ermitteln, die

BAUAUFNAHMEN, WELCHE FÜR FORSCHUNGEN, ERHALTUNG UND WIEDERBELEBUNG VON KUNSTDENKMALERN NOTIG SIND		MÖGLICHKEITEN, DIE DURCH DIE EINZELNEN PHO		
		Informationsspeicherung		
Verschiedene Arten von Bauaufnahmen	Maximale Toleranzen	Herstellung der Meßbilder <sup>2)</sup> und Ermittlung von Paßpunkten (Kontrollmaße)	Investitionen <sup>6)</sup>	Arbeitsaufwand am Denkmal: Außenarbeit <sup>7)</sup>
A. Einfache, schnelle Aufnahmen, insbesondere für skizzenhafte Auftragungen (inklusive vereinfachter Fassadenabwicklungen) zum Zwecke von Restaurierungsvorprojekten, Vorstudien etc.	5% auf Hauptabmessungen oder 10—20 cm Maximalfehler	<i>Aufnahme:</i> Einzelmeßkammern oder Stereomeßkammern (2 Kammern mit fester Basis): kleine Negativformate (6,5×9 bis 9×12) kurze Bildweiten (50—70 mm) <i>Verschiedene Aufnahmeverfahren:</i> Einbildaufnahme Astereoskopische Aufnahme von mehreren Standpunkten aus Stereoaufnahmen vorzugsweise des Normalfalles <sup>3)</sup> <i>Paßpunktmessung:</i> Bildsichtbarmachung einer horizontalen und vertikalen Richtung <sup>4)</sup> und einfache Längenmessungen	1 1 2	1
B. Genaue u. detaillierte Bauaufnahmen zum Zwecke der Durchführung von Restaurierungsarbeiten, Wiederbelebung sowie von kunstwissenschaftlichen Bauformenstudien <sup>1)</sup>	a) Alle laufenden Aufnahmearbeiten in der Denkmalpflege, Detailaufnahmen von Bauteilen, Fassadenabwicklungen in historischen Siedlungen, mit Ausnahme von Gesamtaufnahmen der Großbauwerke oder von Gebäudeteilen außerordentliche: Ausdehnung	<i>Aufnahme:</i> Geräte des Typus A oder Meßkammern mit größeren Negativformaten und einfacher Konstruktion <i>Verschiedene Aufnahmeverfahren:</i> Einbildaufnahme Stereoaufnahme vorzugsweise des Normalfalles <sup>3)</sup> <i>Paßpunktmessung:</i> vereinfachte direkte (topographische) Messungen. Festlegung einer horizontalen und vertikalen Richtung <sup>4)</sup>	1—3	1,5—3
	b) Aufnahme von Großbauwerken und von Gebäudeteilen außerordentliche: Ausdehnung	<i>Aufnahme:</i> Einzelmeßkammern mit Weitwinkelobjektiven (Negativformate 10×15 bis 24×24, Bildweiten 100—150 mm) und Meßkammern mit langen Bildweiten (300 bis 600 mm) <sup>4)</sup> <i>Aufnahmeverfahren:</i> Stereoaufnahme <i>Paßpunktmessung:</i> Polygonierung und topographische Präzisionsmessung	5—10	4—10
	c) Aufnahmen für archäologische Zwecke	Für sichtbare Bereiche siehe Ba und Bb Luftbildaufnahmen: Luftbildmessung für die zusammenhängende Gesamtkartierung großer Fundgebiete Neue Verfahren zur Informationsspeicherung müssen für die Erfassung verborgener Bestände entwickelt werden.	1—10 ≥ 150 —	1,5—10 9) —
C. Aufnahmen hoher Genauigkeit zum Zwecke exakter Untersuchungen von Veränderungen bei geringfügigen Veränderungen	Maximalfehler von 1 mm bis zu wenigen mm	Siehe Bb bei einer Ausführung mit einem Maximum an Sorgfalt Differenzielle Aufnahmeverfahren	5	10
D. Erfassung polierter Oberflächen, namentlich von Skulpturen (Epidermis) mit der höchstmöglichen Präzision	Maximalfehler von 1 mm bis zu einigen Zehntelmillimetern	Die Aufnahmegeräte müssen noch entwickelt werden	—	—

GRAMMETRISCHEN VERFAHREN GEGEBEN SIND		
Informationsauswertung		
Herstellung von photographischen, graphischen oder numerischen Auswertungen, Bildplänen, Planzeichnungen, Koordinaten	Investitionen <sup>6)</sup>	Arbeitsaufwand im Büro: Auftragung <sup>7)</sup>
<b>bildaufnahme:</b> Skizzen auf Grund geometrisch-zeichnerischer Konstruktion	0,5	10—20
Umbildung durch Geräte nach dem Prinzip der Camera Clara	0,2	10—20
Entzerrung (photographische Umbildung)	10	1
Herstellung von Bildplänen		5—15
Graphische Ausarbeitung der Entzerrung		
<b>stereoskopische Aufnahmen:</b> Skizzen auf Grund geometrisch-zeichnerischer Konstruktion	0,5	10—20
<b>stereo-aufnahmen:</b> Skizzen auf Grund geometrisch-zeichnerischer Konstruktion	0,5	10—20
Stereoauswertung mit Hilfe von vereinfachten Geräten	10	10
<b>bildaufnahme:</b> Entzerrung (photographische Umbildung)	10	1—2
Herstellung von Bildplänen	10	10—20
Graphische Ausarbeitung der Entzerrung		
<b>stereo-aufnahme:</b> Stereoauswertung, vorzugsweise mit vereinfachten Geräten	10	10—15
<b>stereo-aufnahme:</b> Stereoauswertung mit Geräten I. Ordnung	20—35	20—35
Analytische Auswertung einer sehr großen Zahl von Einzelpunkten mit Hilfe eines Stereokomparators und einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage	30	10
— Messung und Berechnung der Einzelpunkte		40
— Herstellung einer vollständigen zeichnerischen Aufnahme auf Grund von Koordinaten der Einzelpunkte		
Möglichkeit der Verwendung der Orthophotoverfahren (muß noch untersucht werden)	60	10—20 <sup>8)</sup>
Unsichtbare Bestände siehe Ba und Bb	10—35	1—40
Orthophotobildaufnahmen: Stereoauswertung	10—35	<sup>9)</sup>
neue Verfahren: Fortsetzung bestehender Studien, aber vor allem Inangriffnahme neuer Entwicklungen	—	—
Numerische oder analytische Auswertungen	20—35	<sup>10)</sup>
Verfahren und Geräte müssen noch entwickelt werden	—	—

## DIE PHOTOGRAMMETRIE IM DIENST DER DENKMALPFLEGE

### ICOMOS - Kolloquium über Photogrammetrie, 1968, Schlußresolution, Anhang

Der Übersicht halber wurden zur Bezeichnung der Hauptgruppen anstatt der von der ICOMOS gewählten Ziffern lateinische Großbuchstaben verwendet. An Stelle der Bezugs- und Hinweis Pfeile wurden die betreffenden Schlagworte wiederholt.

- <sup>1)</sup> Für diese Studien ist eine möglichst große Homogenität der Aufnahme erforderlich.
- <sup>2)</sup> In der vorliegenden Zusammenstellung werden nur Aufnahmen berücksichtigt, die mit Meßkamern hergestellt wurden.
- <sup>3)</sup> Normalfall = Aufnahmeachsen parallel zueinander und mit der Aufnahmebasis einen rechten Winkel einschließend (normalstehend).
- <sup>4)</sup> Insbesondere mit Präzisionslibellen.
- <sup>5)</sup> Für bestimmte Aufgaben besteht ein Interesse, Einzelkamern paarweise einzusetzen.
- <sup>6)</sup> Kostenindizes für Geräte auf der Basis 1 = Anschaffungspreis für eine Einzelkammer kleinen Formates. Die der Aufstellung zugrundegelegten Geräte berücksichtigen die neuesten Gegebenheiten, wie sie anlässlich des XI. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie (Lausanne, 8. bis 20. Juli 1968) ermittelt wurden.
- <sup>7)</sup> Relative Kostenindizes, ohne Beziehung zu den Anschaffungskosten für Geräte. Die Vergleichsbasis der Indizes für Aufnahme (Außenarbeiten) und Auswertung (Büroarbeiten) ist die gleiche.
- <sup>8)</sup> Sehr große Unterschiede ergeben sich je nach der Größe und Beschaffenheit des Gebietes.
- <sup>9)</sup> Es scheint, daß die Anwendung von Orthophotoverfahren nur für Architekturteile in Aussicht genommen werden kann, bei denen keine zu große Oberflächendiskontinuität besteht. Infolge der Herstellungskosten ist die Orthophotographie nicht wirtschaftlich, wenn aus ihr eine graphische Totalauswertung abgeleitet werden soll.
- <sup>10)</sup> Je nach der Anzahl ausgewerteter Punkte schwanken die Kosten außerordentlich stark.



beim Einsatz verschiedener Geräte erwartet werden dürfen und sodann Empfehlungen auszuarbeiten, die aufzeigen, wie in der Praxis von den gebotenen Möglichkeiten im Sinne der international festgelegten Erfordernisse Gebrauch gemacht und ein Höchstmaß an Wirksamkeit erzielt werden kann.

Zunächst seien aus der Sicht der Denkmalpflege noch einige Gedanken zur Aufnahmetätigkeit angeführt. Eine Umfrage der CIPA hatte ergeben, daß alle Befragten eine Meßkammer Plattenform 13 x 18,  $f=100$  mm für die meisten Architekturarbeiten als beste Lösung beurteilen würden.

Da eine derartige Kammer aber für verschiedene Anwendungen zu schwer erscheint, insbesondere wenn 2 derartige Kammern auf einer Rohrbasis als Stereokammer fix montiert werden, haben weitere Umfragen ergeben, daß man insbesondere für Stereokammern auf kleinere Formate übergehen sollte. Wichtig erscheint dabei, daß unbedingt Weitwinkelobjektive, der Wechsel von Hoch- und Querformat, sowie Aufnahmen mit stark geneigten Zielachsen und flankierenden Aufnahmen erforderlich sind. Bei Rundumerfassungen von einem gemeinsamen Standpunkt aus, werden mit horizontaler Basis hintereinander Aufnahmen mit verschiedenen Neigungswinkeln hergestellt oder bei vertikaler Basis solche mit verschiedenen horizontalen Zielachsenwinkeln (flankierende Aufnahme). Dabei ist ein genügender Bildanschluß zu gewährleisten. Es hat sich in der Praxis als besonders günstig ergeben, wenn jedes zweite Modell noch mindestens einen kleinen Gemeinsamkeitsbereich aufweist und daher mit entsprechenden Paßpunkten noch sicher in die Gesamtaufnahme eingepaßt werden kann. Jedes Modell weist aber dann mit dem jeweils nächstfolgenden einen so großen Gemeinsamkeitsbereich auf, daß bei derartigen Bildstreifen Paßpunkte nur in den Endmodellen direkt gemessen werden müssen, wie dies von der Aerotriangulation her in ähnlicher Weise bekannt ist. Bei diesen Bildstreifen, wenn sie in komplizierten, reich dekorierten, hohen Innenräumen vom Fußboden über die Wand ins Gewölbe und weiter über Kopf an der gegenüberliegenden Wand herab wieder zum Fußboden geführt werden, bewährt sich die Methode besonders gut, da die Endmodelle in Bodenhöhe zur einfachen, exakten Paßpunktmessung besonders geeignet sind

und die direkten zeitraubenden Messungen in den schwer zugänglichen oberen Raumpartien entfallen können. Dazu ist es aber wiederum erforderlich, mit wenig Modellen das Auslangen zu finden, was beim Hochformat viel eher gegeben ist, als beim Querformat, da der gesamte Bildwinkel in Neigungsrichtung ausgenützt werden kann. Die in der terrestrischen Photogrammetrie üblichen Grenzwerte des Basisverhältnisses zwischen 1:5 und 1:20 sowie des Verhältnisses zwischen Bild- und Kartierungsmaßstab bis maximal ca. 1:10 haben sich bestens bewährt.

Durch Anwendung des Hochformates ergeben sich im großen Durchschnitt bei den laufenden Aufnahmearbeiten Einsparungen von  $1/3$  bis  $1/2$  gegenüber Aufnahmen im Querformat. Die Hochformataufnahmen erfassen bei der besonderen Bedarfsstruktur mehr nützliche Teile des Bestandes als Querformataufnahmen und erfordern weniger Modelle. Diese Einsparung wirkt sich bereits stark bei der Aufnahmetätigkeit aus, obwohl diese noch den geringsten Zeitanteil ausmacht. Bei der Paßpunktmessung und vor allem bei der Auswertung wirken sich höhere Modellzahlen für dieselbe Bestandserfassung besonders ungünstig aus. Bei entsprechend intensiver Ausnützung der Aufnahmeeinrichtung, bedeutet dies mindestens 1 Dienstposten bzw. Angestellten mehr beim Aufnahmeteam und 1 Auswertegerät mit 3 Operateuren mehr bei der Auswertung. Diesen Überlegungen wären die, hiefür an sich günstigen Werte des Bundesdenkmalamtes Wien zugrundegelegt. In der photogrammetrischen Abteilung der österreichischen Denkmalbehörde rechnet man nämlich mit ca. 3.000 Platten pro Jahr für eine gesamte Aufnahmeausrüstung. Dies entspricht etwa 300.000 bis 400.000 m<sup>2</sup> Ansichtsfläche aufgenommener Bestände. Auf Grund der Verwendung der Kammern fast ausschließlich im Hochformat kann bei Auswertung von nur ca.  $1/7$  bis  $1/10$  der aufgenommenen Bestände mit 2 Stereoauswertegeräten und je einem Entzerrungsgerät für stark geneigte und einem für wenig geneigte Aufnahmen das Auslangen gefunden werden. Bei Institutionen, bei denen ein größerer Anteil an Aufnahmen ausgewertet werden muß, wirkt sich die Einsparung durch Verwendung des Hochformates noch günstiger aus. In derart häufigeren und ungünstigeren Bedarfsstrukturen könnten bei Verwendung des Querformates zwei Zusatz-Auswertegeräte statt nur einem bei gleich hoher Gesamt-

leistung als der mit Hochformataufnahmen erforderlich werden.

Zur Aufnahme von Rotationskörpern und zur Umgehung von Sichthindernissen ist es zweckmäßig, mehrere Kammern so aufzustellen, daß sich ihre Standpunkte auf einer Geraden, der Basisrichtung, befinden und alle Zielachsen normal auf diese Basislinie eingerichtet werden. Alle Zielachsen sind horizontal oder um denselben Winkel geneigt einzurichten. Diese in "Blockanordnung" beschriebene Art (Anmerkung 12), hat sich als wesentliche Orientierungsmöglichkeit erwiesen. Sie ist am besten mit einer Stereo- und einer Einzelkammer herbeizuführen. Deshalb empfiehlt es sich, eine Ausrüstung einzusetzen, die aus einer Stereokammer und einer Einzelkammer besteht, wobei Formate, Bildweiten und Orientierungsmöglichkeiten aller Kammern dieselben sein müssen.

Mit einer derartigen Grundausrüstung und allenfalls einer zusätzlichen Stereokammer für den extremen Nahbereich ab 500 mm bzw. 2000 mm bis etwa 5000 mm können erfahrungsgemäß etwa 80 % des Gesamtvermessungsbedarfes einer Denkmalbehörde gedeckt werden. Die weiteren 5-10 % stellen Sonderanwendungen dar, für welche Aufnahmen größerer Formate als 9 x 12 bzw. längere Bildweiten als 55 - 65 mm am ehesten solche von 100 - 300 mm zweckmäßig erscheinen.

Es ist zu beachten, daß bei der Steigerung der Arbeitsleistung durch die Photogrammetrie auf das 100 bis 130-fache bei gleichem Personal auch der verhältnismäßig gering erscheinende Anteil an der Gesamtleistung von 5 - 10 % eine erhebliche Nettoleistung darstellt, für die es gerechtfertigt ist, eigene Geräte anzuschaffen, wenn das Gesamtarbeitsvolumen genügend groß wird. Diese Geräte werden nur langsamer amortisiert werden als jene, die für den Massenbedarf, d.h. für Bedarfsanteile von 80 % am Gesamtvermessungsbedarf Verwendung finden. Weiters ist zu bemerken, daß bei zu geringer, vielleicht für den Hauptbedarf gerade noch wirtschaftlichen Ausnutzung der Aufnahmeausrüstung, die 5 - 10 % Sonderanwendungen keine genügend große Leistung ergeben können, um Sondergeräte zu rechtfertigen. In diesem Fall ist es wirtschaftlicher, derartige Arbeiten anderweitig zu vergeben.

Schließlich verbleiben noch 10 bis 15 % am Gesamtvermessungsbedarf bei denen die klassische Vermessung mit topographischen Geräten und mit den üblichen Mitteln der Architekturaufnahme zweckmäßiger ist. Man unterschätze diesen Bedarfsanteil nicht, der ebenfalls mit der Gesamtleitungssteigerung durch die Photogrammetrie mitsteigt und sehr schnell größer wird, als es die Gesamtvermessungsleistung vor Einführung der Photogrammetrie und den damit verbundenen Rationalisierungen war.

Bei der Aufnahme selbst ist wie erwähnt dem Normalfall der Vorzug zu geben. Der Verzicht auf parallelverschwenkte und konvergente Aufnahmen kann durch Erweiterungen des Normalfalles (geneigte Zielachsen, Flankierende Aufnahmen horizontaler und vertikaler Basisanordnung, Blockanordnung etc.) weitgehend wettgemacht werden. Bei der Orientierung der Kammern, d.h. bei Wahl der Basisrichtung ist bereits die Bezugsebene der Kartierung festzulegen, da der Einsatz von Verfahren und Geräten der analytischen Photogrammetrie heute praktisch zumeist noch ausscheidet, weil die Istformerfassung mit allen Unregelmäßigkeiten nur verlässlich durch kontinuierliche, lineare, zeichnerische Auswertung an Analoggeräten gewährleistet erscheint. Es sind jene Bezugsebenen zu wählen die auch bei der Herstellung der aufzunehmenden Werke dazu gedient haben, das Projekt in die Natur zu übertragen.

Für den Grundriß ist dies der Waagriß der mit Hilfe von Wasserwaagen oder Schnurwaagen hergestellt wurde. Durch die Horizontierung der Kammern ist diese Forderung erfüllt. Der Aufriß wurde mit Hilfe von Senkeln und durch die Hochlotung von Maßen vermerkt, die auf dem Waagriß aufgetragen worden waren. Der Waagriß und insbesondere oft die Erdgeschoß-Sockelkante stellen daher die jeweilige Spur der Vertikalebene dar, die als Bezugsebene für den Aufriß der Gebäude und Gebäudeteile zu gelten hat. Die Sockelkante ist daher auch die Linie, auf der die Lotfußpunkte für die Ordner der Aufrißbezugsebene beim Bau abgetragen wurden. Da die Grundmauern oft nicht in einer Flucht ausgeführt werden, sondern sich bisweilen den Grundgrenzen oder Schichtenlinien durch gebrochene Bauflechtlinien anpassen, müssen jeweils auch Aufnahmen mit einer Basis möglichst parallel zu allen

diesen Baufluchtlinien hergestellt werden. Die zweckmäßigste Fassadenaufnahme wird daher unter diesem Gesichtspunkt die Fassadenabwicklung sein. Will man zusätzlich noch eine derartige Fassade auf eine einzige Bezugsebene projizieren, so wird man unter Umständen mit einem Kreiselkompass die Kammern immer so einrichten, daß die Zielachsen jeweils normal auf diese einzige Ebene stehen. (Dieses Verfahren wird systematisch von Prof. Nagel in Stuttgart angewandt) Bei der Auswertung wird man versuchen die Generalisierung und den Maßstab so zu wählen, wie dies bei der Ausführung für Werkpläne üblich wäre. Man wird daher möglichst den Maßstab des Polierplanes 1:50 als Maßstab für Gesamtdarstellungen und Maßstäbe wie 1:10, 1:20 für Detaillierungen, insbesondere Tischlerarbeiten und schließlich Maßstäbe 1:5, 1:2 und 1:1 für besondere, konstruktive bzw. dekorativ-kunsthandwerkliche Details wählen. Die Wahl der Bezugsebenen sowie die werkzeichnungsgerechte Wahl von Maßstab und Generalisierung, allenfalls Kotierung und Darstellungsweise zeigt wie hoch das Interesse an der Schulung von Fachleuten der Architektur, des Denkmalschutzes und der Archäologie sein muß und wie sehr die Vereinfachung von Geräten und Verfahren, die eine derartige Schulung von Nichttopographern und Nichtphotogrammetern für den wirksamen Einsatz der Photogrammetrie im Kulturgüterschutz von Bedeutung ist. Weiters wäre jenem Auswertegerät der Vorzug zu geben, welches eine schnellere und auch für nicht hochqualifizierte Operateure fehlerfreie Einpassung der Meßbilder gestattet. Dies ist deshalb so wichtig, weil im Kulturgüterschutz sehr oft Teilauswertungen erforderlich sind, die nur kurze Zeit erfordern und rasch herzustellen sind, wie etwa die Kartierung einer Bogenform. Es ist als ein Teil der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens anzusehen, daß man mit dem Photogramm die Erscheinungsform und die ungeneralisierte Istformerfassung festhält und jederzeit nach Bedarf nur jenes Detail mit allen seinen Abweichungen von einer Sollform kartieren kann, welcher man gerade benötigt. Je kürzer diese tatsächlich alleine wirklich erforderlichen Teilauswertungen sind, desto wirtschaftlicher wird das Verfahren werden, vorausgesetzt, daß die Ein-

passung der Meßbilder nicht zu lange, oder gar länger als die Auswertung dauert. Bei Luftbildern, die einen größeren Bildinhalt aufweisen, der meistens auch zu einem erheblichen Teil kartiert werden muß, fallen die längeren Einpaßzeiten, gemessen an den sehr langen Auswertezeiten, wirtschaftlich nicht so ins Gewicht.

Schließlich wäre zusammenfassend festzustellen, daß bei dem sehr großen Bedarf an Vermessung in der modernen Denkmalpflege, im Kulturgüterschutz und in der Archäologie bei einer ganz intensiv genutzten Aufnahmeeinheit etwa 20 Jahre benötigt werden um die wichtigsten Objekte in einem kleinen, aber an Kulturgütern reichen Land wie Österreich erfassen, sodann müßte diese Erfassung, wie bei einem Kartenwerk, durch Neuaufnahme nachgeführt werden. Als weiterer, wichtiger Bedarf steht aber noch die photogrammetrische Erfassung von Musealbeständen, Volkskunst und Kunsthandwerk, sowie die Höhlenvermessung an. Angesichts eines solchen Bedarfs ist es nötig, die Geräte intensiv einzusetzen. Bei einer derartigen zweckmäßigen und dauernden Verwendung werden aber auch Fehler in der Anwendung der Verfahren, in der Organisation der Arbeiten und in der Aufschließung der Ergebnisse infolge des steigenden Leistungsvolumens immer deutlicher sichtbar. Unwirtschaftliche Arbeitsweisen können bei gelegentlichen Einzelanwendungen oder bei Forschungsarbeiten in Kauf genommen werden, nicht aber bei hohen Produktionszahlen einer auf Leistung abgestellten Organisation. Eine solche wird aber nur im Stande sein den vollen Rationalisierungseffekt der Bildmessung auszuschöpfen. Im Kulturgüterschutz besteht die Möglichkeit dazu, auf lange Zeit Geräte dauernd mit höchster Effizienz auszulasten und es liegt nach Ansicht des Verfassers eine Völkerrechtsverpflichtung vor von dieser Möglichkeit weitestgehend Gebrauch zu machen.

## Anmerkungen zum 2. Teil

## Anmerkung 1

Zusammenstellung dieser Bemühungen in: Foramitti, H.: Photogrammetrie und Denkmalpflege in Österreich in der Österreichischen Zeitschrift für Kunst und Denkmalpflege XXVI/1972 Heft 3/4 Seite 102 - 106 Sonderheft Prof. Dr. Otto Demus zum 70. Geburtstag.

## Anmerkung 2

Foramitti, H.: Bildmessung in der Denkmalpflege Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 51, Nr. 4 1963, Seite 1 - 4.

## Anmerkung 3

Foramitti, H.: Photogrammetrische Verfahren in der praktischen Denkmalpflege. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 52, Nr. 3, 1952, Seite 1- 5 und Berling, Dieter: Geräte für die Architekturphotogrammetrie, dasselbe, Seite 5 - 7., Foramitti, H.: Die praktische Auswirkung des Neigungsrechners zum Terragraphen von C. Zeiss in der Denkmalvermessung. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Jahrgang 56, Nr. 5, 1968, Seite 1 - 8, und das österreichische Richtlinienwerk für den Kulturgüterschutz, Foramitti, H.: Kulturgüterschutz (Studien zu Denkmalschutz und Denkmalpflege 4), Teil 1, Seite 79 - 155. Wien-Köln-Graz: Böhlau 1970, samt Literatur Angabe Seite 311 - 315.

## Anmerkung 4

Bernhard, J.: La Photogrammétrie au service des Monuments Historiques. Quelques idées sur la rationalisation des prises de vue et de la restitution. Société Française de Photogrammétrie, Bulletin 19, 1965, Seite 41-48.

## Anmerkung 5

Ackerl, F.: Neue Möglichkeiten für die Anwendung der Photogram-

metrie mit Farbmeßbildern im Denkmalschutz in der Architektur und Archäologie. Forschungen und Fortschritte, Jahrgang 40, 1966, Heft 7, Berlin, Seite 205-208.

Anmerkung 6

Foramitti, H.: La Photogrammétrie des Rayons-X dans la Protection des Biens Culturels, Société Française de Photogrammétrie, Bulletin 45, 1972; Seite 49-52.

Anmerkung 7

Foramitti, H.: Anwendung der Photogrammetrie im Kulturgüterschutz. Architekturphotogrammetrie, Denkmalpflege-Kulturgüterschutz, Geodätisches Institut der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen, 1972, Seite 237, Pkt. 2-4.

Anmerkung 8

Etude sur la Photogrammétrie appliquée aux Monuments Historiques, Paris: Icomos 1969 und insbesondere Photogrammetrie der Denkmäler und Denkmalgebiete, Paris: Icomos 1972.

Anmerkung 9

Museums and monuments XIV "Preserving and restoring monuments and historic buildings, c.5, Seite 67-108. Paris: Unesco 1972

Anmerkung 10

Carbonnel, M.: La Photogrammétrie Architecturale de 1968 à 1971. Rapport du Comité International de Photogrammétrie architecturale. Société Française de Photogrammétrie Bulletin 45, Paris: 1972, Seite 3-39.

Carbonnell, M.: L'Histoire et la Situation Présente des Applications de la Photogrammétrie à l'Architecture. XI Congrès International de Photogrammétrie Lausanne 8-20 juillet 1968. Commission V -Paris: IGN 1968.



## Anmerkung 11

Foramitti, H.: Rationalisierungspläne in der Denkmalvermessung. Architekturphotogrammetrie op. cit. Seite 87-108.

## Anmerkung 12

Foramitti, H.: Anwendung der Photogrammetrie im Kulturgüterschutz op. cit. Seite 11-140.

## Anmerkung 13

Foramitti, H.: Kulturgüterschutz Test I op. cit.

# Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,— (DM 5,50).
- Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments — Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. — Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,— (DM 7,50).
- Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration — Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,— (DM 9,—)
- Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildanschlusses*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,— (DM 8,—)
- Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,— (DM 20,—)
- Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction; Vienna, March 14<sup>th</sup>—17<sup>th</sup>, 1967*. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,— (DM 64,—).
- Sonderheft 26: Waldhäusl, *Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichungen mit einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände, 1973*. Preis S 100,— (DM 15,—)
- Sonderheft 27: Meyer, *Über die transalpine Ölleitung, 1974*, Preis S 70,— (DM 10,—)
- Sonderheft 28: *Festschrift Karl Ledersteiger*. 317 Seiten, 1970. Preis S 200,— (DM 30,—)
- Sonderheft 29: Peters, *Die Problematik von Toleranzen bei Ingenieur- sowie Besitzgrenzvermessungen*. 227 Seiten. 1974. Preis S 120,— (DM 18,—)
- Sonderheft 30: Bauer, *Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem Gravimeter*, 104 Seiten, 1975. Preis S 100,— (DM 15,—)
- Sonderheft 31: Ackerl u. Foramitti, *Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmalschutz, in der Architektur u. Archäologie*, 78 Seiten, 41 Abbildungen. 1976. Preis S 120,— (DM 18,—)

Dienstvorschrift Nr. 9. *Die Schaffung der Einschaltpunkte*; Sonderdruck des österreichischen Vereins für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 129 Seiten, 1974. Preis S 100,—

# Österreichische Staatskartenwerke

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen

A-1080 Wien, Krotenthallergasse 3 Tel. 42 75 46

Österreichische Karte 1 : 50 000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte) . . . . .	S 25,-
Österreichische Karte 1 : 50 000 mit Straßenaufdruck . . . . .	S 22,-
Österreichische Karte 1 : 50 000 ohne Aufdruck . . . . .	S 20,-
Österreichische Karte 1 : 200 000 mit Straßenaufdruck . . . . .	S 23,-
Österreichische Karte 1 : 200 000 ohne Straßenaufdruck . . . . .	S 20,-
<b>Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000</b>	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vorge- sehen) . . . . .	S 15,-
Blätter ohne Straßenaufdruck . . . . .	S 12,-
<b>Gebiets- und Sonderkarten</b>	
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000, mit Namensverzeichnis, gefaltet . . . . .	S 59,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000, ohne Namensverzeichnis, flach . . . . .	S 39,-
Namensverzeichnis allein . . . . .	S 16,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet . . . . .	S 53,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach . . . . .	S 33,-
Katalog über Planungsunterlagen . . . . .	S 200,-
Einzelblatt . . . . .	S 10,-

## Neuerscheinungen

Österreichische Karte 1 : 25 000 (Vergrößerung der Österr. Karte 1 : 50 000) ÖK 25V mit Wegmarkierungen Blatt 59, 63, 64, 65, 66, 94, 98, 99; 100, 112, 116, 161, 164 je . . . . .	S 35,-
---	--------

## Kulturgüterschutzkarten:

Österreichische Karte 1 : 50 000 je Kartenblatt . . . . .	S 67,-
Burgenland 1 : 200 000 . . . . .	S 87,-

## Österreichische Karte 1 : 50 000

63 Salzburg	87 Walchensee	98 Liezen
64 Straßwalchen	94 Hallein	116 Telfs
65 Mondsee	97 Mitterndorf i. Steir.	161 Knittelfeld
66 Gmunden	Salzkammergut	

## Österreichische Karte 1 : 200 000:

Blatt 47/12 Bruneck	Blatt 47/15 Graz u. orohydr. Ausgabe	Blatt 49/16 Brunn
---------------------	--------------------------------------	-------------------

## Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1 : 50 000	Hohe Wand und Umgebung 1 : 50 000
Hohe Tauern 1 : 50 000	Gesäuse 1 : 50 000

## In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der Österreichischen Karte 1 : 50 000

39 Tulln	71 Ybbsitz	112 Bezauf
57 Neulengbach	100 Hieflau	164 Graz
59 Wien	111 Dornbirn	