

Zeitschrift: Berner Zeitschrift für Geschichte und Heimatkunde
Herausgeber: Bernisches historisches Museum
Band: 48 (1986)
Heft: 1

Artikel: Dächerplan und Dächerinventar der Berner Altstadt
Autor: Furrer, Bernhrad / Zurbuchen, Max / Grosjean, Georges
Kapitel: 3: Die Anwendung der Stereofotogrammetrie zur Untersuchung und Pflege historischer und baulicher Denkmäler
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-246375>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

3. Die Anwendung der Stereofotogrammetrie zur Untersuchung und Pflege historischer und baulicher Denkmäler

Von Max Zurbuchen

Geschichtlicher Rückblick

Die architektonische Vermessung und zeichnerische Darstellung eines bestehenden Bauwerkes ist keine einfache Sache und um so schwieriger, je detaillierter der Aufbau und je unzugänglicher das darzustellende Objekt ist. Die Einmessung mit Schnurgerüsten, mit Messband, Senkel und Meter und besonders die notwendige Gerüsterstellung dazu sind sehr kostspielig und lassen an Genauigkeit oft zu wünschen übrig, vielleicht weniger in den Einzelheiten als in den Hauptmassen.

Schon Meister wie Leonardo da Vinci, Michelangelo und Raffael haben sich mit der Aufnahme und zeichnerischen Darstellung der antiken Bauwerke befasst. 8000 Originalzeichnungen, die in der Galleria degli Uffizi in Florenz aufbewahrt sind, zeugen von der Wichtigkeit, die sie der massstäblichen Wiedergabe der dem Zerfall geweihten Bauwerke beilegen.

Eine Anekdote besagt, der deutsche Architekt und spätere Leiter der königlich preussischen Messbildanstalt Albrecht Meydenbauer sei im Jahre 1858 auf den Gedanken gekommen, für Vermessungsarbeiten die Fotografie zu benutzen, da er sein Leben beim Vermessen des Wetzlarer Doms riskiert habe.

Mit dem Aufkommen der Fotografie und damit auch der Fotogrammetrie hat sich die Architekturvermessung bedeutend vereinfacht, zuerst mit Hilfe wilder Fotografien, später mit fest orientierten Fotogrammen.

Verfahren

Die Fotogrammetrie ist eine Technik oder, besser gesagt, eine Gesamtheit von Techniken, die es gestattet, die Form, die Dimensionen und die Lage eines Objektes durch die Perspektiven dieses fotografisch aufgenommen Objektes zu bestimmen. Der Begriff «Objekt» versteht sich hier im weitesten Sinne des Wortes. Alles, was entsprechend fotografiert werden kann, lässt sich fotogrammetrisch verwenden.

Vorerst wurden nur Aufnahmen von Bodenstandpunkten aus gemacht, und die fotogrammetrische Kartierung beschränkte sich auf die Erstellung von Aufrissen und Querschnitten von Fassaden.

Die weitere Entwicklung der Architekturfotogrammetrie vollzog sich im Schatten der für die Kartierung der Erdoberfläche bedeutungsvolleren Luftbildmessung. Erst in neuerer Zeit haben fotogrammetrische Vermessungen historischer Baudenkmäler dazu beigetragen, Architekten, Kunsthistorikern und Archäologen die besondere Bedeutung der Fotogrammetrie für die Denkmalpflege bekannt zu machen.

Die Bedeutung der fotogrammetrischen Aufnahme für die Denkmalpflege

Das fotografische Messbild dient in erster Linie der grafischen oder numerischen Auswertung des aufgenommenen Objekts.

Dank der objektiven und naturgetreuen Wiedergabe des zur Zeit der Aufnahme vorgegebenen Zustandes ist das Objekt eine beweiskräftige Unterlage für alle späteren Nachmessungen und Nachforschungen. Die Aufnahme besitzt einen dokumentarischen Wert für das Archiv. Bei einer unvorgesehenen Zerstörung lässt sich das Bauwerk in seinem ursprünglichen Stil anhand der Aufnahme rekonstruieren.

Die Fotogrammetrie gestattet vor allem eine totale, zeitliche Trennung der Aufnahme- und Kartierungsarbeiten. Die Auswertung kann vorerst nur auf bestimmte Abschnitte des Baukörpers beschränkt werden. Eine spätere Vervollständigung der Planunterlagen ist jederzeit, auch noch nach Jahrzehnten, möglich.

Die massstabsgetreue Aufzeichnung von komplizierten figürlichen Kunstwerken oder Ornamenten kann mittels Fotogrammetrie mit allen gegebenen und entstandenen Mängeln wiedergegeben werden, was den herkömmlichen Methoden der Vermessung nahezu unmöglich ist.

Ein weiterer Vorteil für die Kartierung ergibt sich auch bei der stereoskopischen Auswertung der Aufnahme im Autographen. Schon allein die Tatsache, dass die Messungen im Büro vorgenommen werden können und man nicht unmittelbar am Objekt, oft unter schlechten klimatischen Bedingungen und oft unter Zeitnot arbeiten muss, spricht gewiss für das fotogrammetrische Messverfahren.

Die Technik

Die erdfotogrammetrische Aufnahme

Aus zwei, von verschiedenen Stationen aus aufgenommenen Fotografien (Zentralprojektionen) kann die Raumlage eines jeden in beiden Bildern sichtbaren Objekt- oder Geländepunktes ermittelt werden. Hierzu denke man sich beide Fotoplatten im Büro in die gleiche gegenseitige Lage gebracht, die sie im Gelände hatten, jedoch mit kleinerem Abstand. Rekonstruiert man dann die Richtungsstrahlen nach den einzelnen Objekt- oder Geländepunkten, so ergeben deren Schnitte die Raumlage der gesuchten Punkte in einem kleineren Massstab. Daraus können Grundrisse und Höhenunterschiede abgeleitet werden.

Man wählt normalerweise zwei nahe beieinanderliegende Aufnahmestationen und fotografiert in paralleler Richtung. Der Abstand der beiden Stationen, die Basis, liegt quer zur Fotorichtung und beträgt in der Regel etwa ein Zehntel der Aufnahmedistanz (Abb.17).

Das so entstehende Fotopaar erzeugt bei stereoskopischer Betrachtung einen räumlich-körperlichen Eindruck, der zur geometrischen Erfassung der Objektpunkte ausgenützt wird.

Als Aufnahmegerät dient der sogenannte Fototheodolit oder auch die Stereometerkammer (Abb.18 und 19).

Die luftfotogrammetrische Aufnahme

Erstellt man eine Luftaufnahme, so lässt sich der Aufnahmepunkt (die exakte Raumlage der Fotokamera im Flugzeug im Augenblick der Bildexposition) aus der Lage von gegebenen, vor dem Flug signalisierten und somit auf den Fotografien erkennbaren Bodenpunkten bestimmen.

Man macht kurz nacheinander zwei, dasselbe Geländestück erfassende Aufnahmen. Daraus lässt sich die Lage beliebiger, in den beiden Fotografien sichtbarer Punkte konstruieren (Abb. 20).

Meistens werden während des Fluges Streifen übereinandergreifender Flugbilder, sogenannte Reihenbilder, mit einer Reihenmesskammer aufgenommen (Abb. 21).

Die Flughöhe ist von der gewünschten Genauigkeit, beziehungsweise vom Auswertemassstab abhängig.

Die Konstruktion des Planes, das heisst die Übertragung der Fotografien (Zentralprojektionen) in kotierte Grundrisse (Parallelprojektionen), wird mit Hilfe des Stereoauftragers ausgeführt. An dem darin erscheinenden fiktiven Geländemodell kann mit einer Messmarke jeder beliebige Punkt abgetastet werden. Lage und Bewegung der Messmarke werden durch einen mit ihr gekuppelten Zeichenstift auf ein Zeichenblatt übertragen. Damit wird die rechtwinklige Projektion jedes Punktes und jeder verfolgten Linie im gewünschten Massstab hergestellt. Im allgemeinen ist es möglich, drei rechtwinklige Bezugsebenen zu wählen.

Mit solchen Geräten können sowohl terrestrische Fotografien, wie auch Luftaufnahmen ausgewertet werden (Abb. 22).

Dass die Anwendung der Stereofotogrammetrie eine ausserordentliche Qualität der ganzen Apparatur verlangt, versteht sich von selbst. Besonders die Aufnahme-geräte sind keine gewöhnlichen Kameras, sondern spezielle Messkammern, die im Labor auf 1:1000 mm geeicht und mit komplexen Objektiven bestückt sind, die sämtliche geometrischen Verzerrungen bei höchster Bildschärfe korrigieren.

Anwendungsbereiche

Wie schon erwähnt, gestattet die Fotogrammetrie eine totale zeitliche Trennung des Aufnahme- und Wiederherstellungsvorganges. Die Wiederherstellung kann angewendet werden:

- zur Integralaufnahme von Bauwerken im Hinblick auf ihre Untersuchung (Geschichte, Bautechnik, Grundschema) und auf die allgemeine Gebäudepflege oder deren Konservierung. Sie ist auch unter anderem von besonderer Bedeutung für die Vorbereitung der Standortverlegung eines Kulturdenkmals;
- zum Belegen allgemeiner Bestandsaufnahmen; meistens handelt es sich dabei um eine auf die Hauptlinien beschränkte Wiederherstellung;
- zur Teilaufnahme von Gebäudeteilen im Hinblick auf deren Instandstellung oder Befestigung; derartige Vermessungen werden oft bei Kuppeln oder Gewölben, wie auch bei Monumentalplastiken angewendet, wobei die Fotogrammetrie ein exaktes geometrisches Darstellungsmittel in Form von Höhenlinien liefert;
- zur Untersuchung architektonischer Komplexe in Form von Fassadenfluchten;
- zur Untersuchung monumentaler Archäologie.

Im mehr architektonischen Bereich dient die *Luftfotogrammetrie* dem Studium und dem Schutz historischer Zentren.

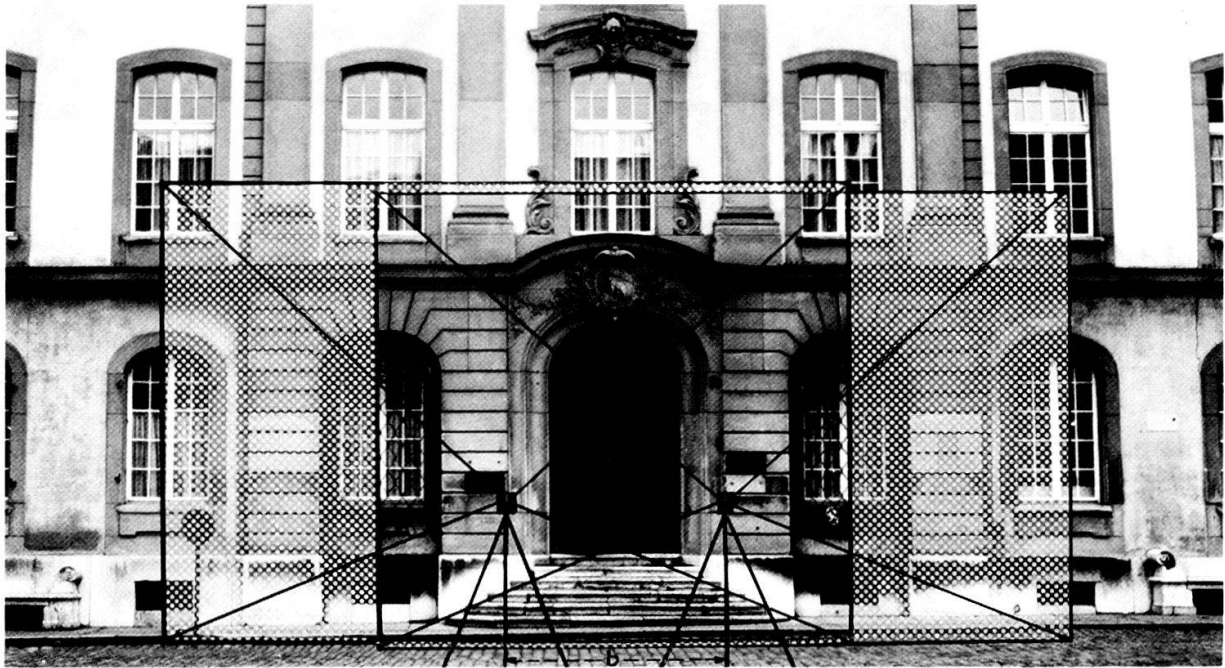


Abbildung 17

In den Endpunkten einer geeignet gewählten Basis b werden mit derselben Messkammer je eine Aufnahme mit senkrecht zur Basis stehender Kammerachse gemacht.

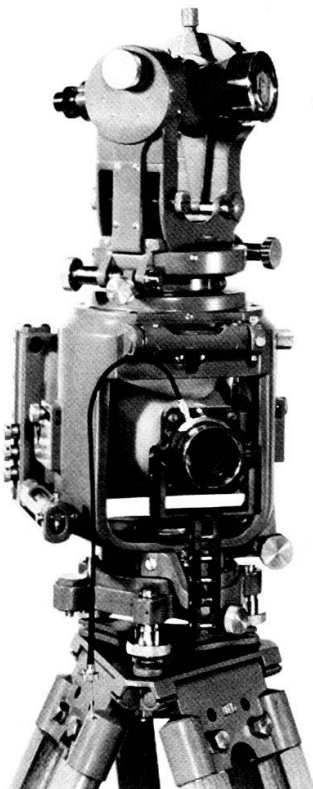


Abbildung 18

Fototheodolit Wild P30



Abbildung 19

Weitwinkel-Stereometer-Kammer Wild C 120

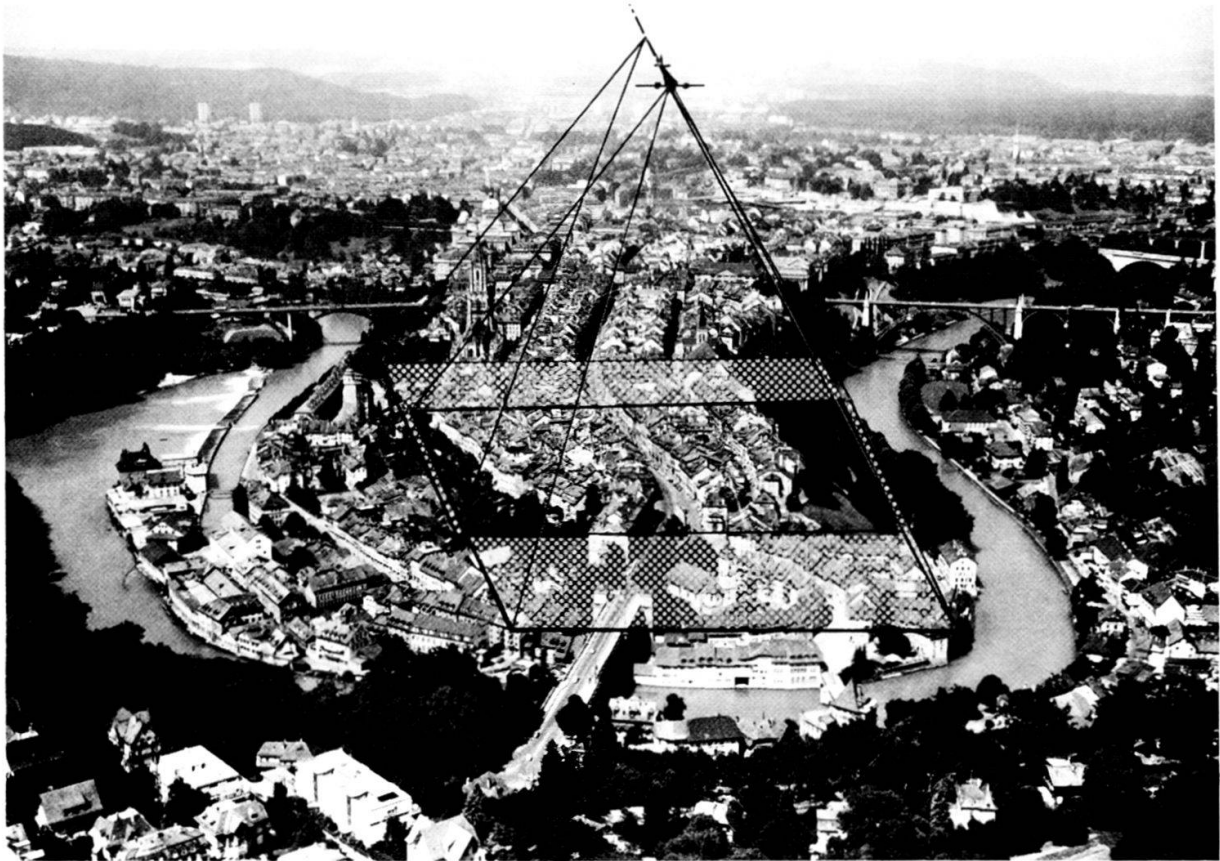


Abbildung 20

Bildflug mit automatischer Reihenkammar, 60 % Überdeckung der aufeinanderfolgenden Senkrechtaufnahmen.

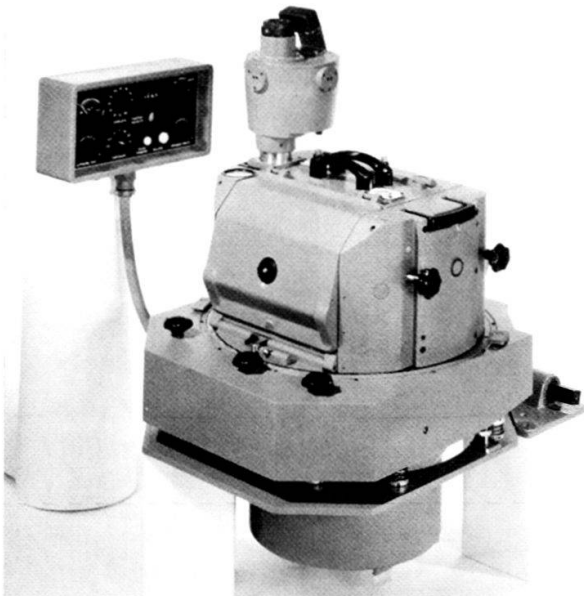


Abbildung 21

Reihenmesskammer Wild RC 10

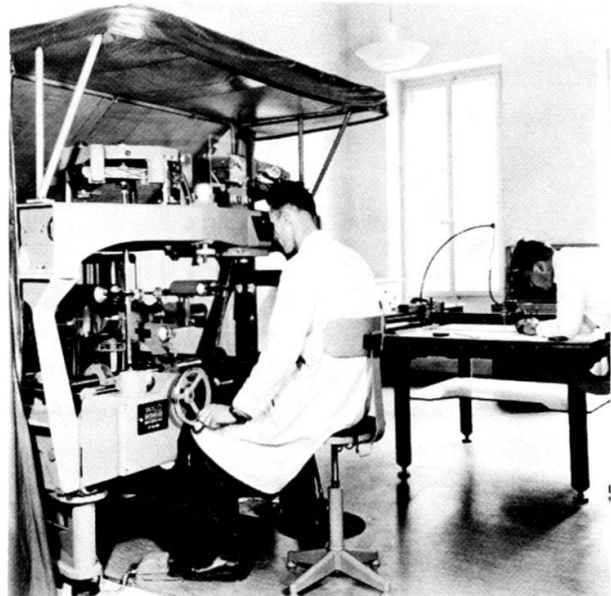


Abbildung 22

Stereoautograph Wild A7

Aus der Zusammenarbeit von Stadtplanern, Architekten und Fotogrammetern können eine Reihe von Darstellungen in allgemeinen Aufrissen, Schnitten, Perspektiven oder axionometrischen Ansichten entstehen, die alle geometrisch exakt sind.

Bei solchen Unternehmungen erweitert die Zusammenarbeit von Spezialisten aus Fotogrammetrie und *Informatik* das Feld der Möglichkeiten. Durch numerische fotogrammetrische Wiederherstellung kann eine Datenbank angelegt werden, die aus den Koordinaten der Punkte besteht. Aufgrund der Daten in der Bank kann später jegliche Architekturdarstellung errechnet und das Ergebnis schliesslich auf dem Zeichentisch dargestellt werden. Die Informatik gestattet ausserdem noch die beste Lösung des klassischen Problems der zeichnerischen Darstellung eines projektierten Gebäudes innerhalb der fotografischen Perspektive einer bestimmten Landschaft. Man nennt dieses Verfahren *inverse Fotogrammetrie*.

Anwendung der fotogrammetrischen Messmethode für die Aufnahme der Dachlandschaft der Berner Altstadt

Seit 1935 hat unser Büro in Bern eine grosse Anzahl Aufnahmen, vorerst als Werbedokumentation (Heiliggeistkirche–Alte Hauptwache–Archivhöfli beim Rathaus), später im Auftrag von Architekten und Modellbauern und in letzter Zeit auch des Städtischen Hochbauamtes (Stiftsgebäude–Münstergasse 1–3 usw.) und der Stadtgärtnerei (Baumbestände) ausgeführt.

Ende 1982 entschloss sich die Denkmalpflege der Stadt Bern in Zusammenarbeit mit dem Geographischen Institut der Universität Bern, ein Inventar der Dächer der Berner Altstadt zu erstellen. Damit erfüllte sich mein langgehegter Wunsch: als Berner Fotogrammeter die Grundlagen dazu, nämlich die Dachpläne, zu schaffen.