

Meydenbauers Messbilder und Punktwolken – ein nützliches Duo für die bauhistorische Forschung

Jost-Michael Broser¹

Zusammenfassung

Die Original-Glasplatten der Preußischen Messbild-Anstalt Berlin unter der Leitung von Albrecht Meydenbauer sind heute größtenteils noch vorhanden, doch der Verlust der zugehörigen schriftlichen Aufzeichnungen steht einer maßgenauen zeichnerischen Rekonstruktion der aufgenommenen Bauwerke in der Regel entgegen. Hier wird gezeigt, unter welchen Bedingungen dies dennoch gelingen kann. Als Beispiel dient die romanische Kirche St. Pantaleon in Köln. Das im Barock überformte Äußere bekam durch weitgehende Baumaßnahmen 1890-92, ganz im Sinne des Zeitgeistes, wieder das romanische Erscheinungsbild. Vor diesen Baumaßnahmen dokumentierte die Messbildstelle 1889 den Baubestand von außen mit 19 Messbildern, von denen 16 heute noch vorhanden sind. Als Fortführung des Vortrags von 2022 wird die Vorgehensweise von der Bildorientierung bis zur nahezu vollständigen zeichnerischen Rekonstruktion im Sinne Meydenbauers erläutert, wobei eine 2018 erfolgte Dokumentation der Kirche mit Laserscanning und SfM die Grundlage bildet.

Schlagwörter Photogrammetrie · Meydenbauer · Messbildstelle

1 Einführung

Etwa 20.500 Messbild-Negative auf Glasplatten unterschiedlicher Formate befinden sich heute im Messbildarchiv des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und des Archäologischen Landesmuseums. Die zugehörigen schriftlichen Aufzeichnungen zu jedem Messbild über die eingesetzte Kamera, die genaue Brennweite des Objektivs, eine eventuell vorhandene Objektivverschiebung und die geodätisch eingemessene Lage des Kamerastandpunktes sind dagegen in den Wirren des 2. Weltkriegs verloren gegangen. Der Begründer dieses Messbildverfahrens, Albrecht Meydenbauer, sah die Kenntnis dieser Informationen als zwingend notwendig an für eine maßgenaue zeichnerische Auswertung (Meydenbauer 1912: S. 119-145).

Am Beispiel von St. Pantaleon in Köln wird gezeigt, dass sich unter bestimmten Voraussetzungen trotz dieser fehlenden Kenntnisse aus den Messbildern maßgenaue Zeichnungen erstellen lassen. In den 1890er Jahren erfuhr die Kirche einen umfassenden Umbau besonders am Westwerk. Die vorliegenden Messbilder sind unmittelbar davor entstanden und zeigen somit eine frühere Bauphase,

welche aber in den östlichen Bereichen mit dem heutigen Baubestand weitgehend übereinstimmt.

2 Methoden

Als Grundlage für eine geplante Sanierung erfolgte 2018 eine nahezu vollständige Vermessung der Kirche mit 3D-Laserscanning. Für die Vermessung der Außenhülle, welche aufgrund der Gebäudehöhe in den oberen Bereichen mit dem Laserscanner nicht genau genug erfasst werden konnte, erfolgte zusätzlich eine Drohnenbefliegung für eine photogrammetrische Auswertung. Das somit vorliegende präzise virtuelle Abbild der vermessenen Bereiche im Maßstab 1 zu 1 bildet die vermessungstechnische Voraussetzung, welche eine Auswertung der historischen Messbilder ermöglichen kann.

2.1 Beschreibung des Messbildverfahrens

In seiner letzten wissenschaftlichen Veröffentlichung „Handbuch der Messbildkunst“ zeigt Meydenbauer ausführlich die Funktionsweise des Messbild-Verfahrens. Nach einer Einleitung und der Darstellung der geschichtlichen Entwicklung folgt das Kapitel „Geometrische Grundlagen“ (Meydenbauer 1912, S. 25-43).

¹ Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur, Betzdorfer Straße 2, 50679 Köln, E-Mail: jost.broser@th-koeln.de.de

Ein einfaches Prinzip der ebenen Geometrie bildet die Basis des gesamten Verfahrens, nämlich die Dreiecksmessung. Von einer Linie zwischen zwei in der Lage bekannten Punkten A und B, womit auch deren Abstand bekannt ist, kann theoretisch jeder Punkt C in der Ebene bestimmt werden, sofern er nicht auf der durch die beiden bekannten Punkte verlaufenden Geraden liegt. Hierzu muss der Winkel in Punkt A zwischen der Strecke AB und der Linie AC sowie der Winkel in Punkt B zwischen der Strecke AB und der Linie BC gemessen werden. Im Schnittpunkt der beiden Linien liegt dann der Punkt C (Abbildung 1). In der Praxis darf der Winkel in Punkt C zwischen diesen beiden Linien nicht zu klein sein, da sonst sogenannte schleifende Schnitte entstehen, unter denen die Genauigkeit leidet. Der vermessungstechnische Begriff hierfür ist das Vorwärts-Einschneiden. Dasselbe Prinzip wird zu Meydenbauers Zeiten bei dem in der Landvermessung weit verbreiteten Messtisch-Verfahren eingesetzt. Stehen nun auf den Punkten A und B Messbild-Kameras, welche auf ein architektonisches Objekt, oder auch eine Landschaft, ausgerichtet sind, kann die Lage jedes Punktes in der Ebene, der auf beiden Aufnahmen sichtbar ist, im Nachhinein zeichnerisch ermittelt werden, ohne die Notwendigkeit weiterer Winkelmessungen. Meydenbauer beschreibt schon in diesem Kapitel die technischen Voraussetzungen, welche eine Messbild-Kamera erfüllen muss und auch die Höhenmessung über den Strahlensatz, worauf hier später noch eingegangen wird. Im siebten Kapitel „Auftragen der Zeichnungen“ (Meydenbauer 1912, S. 176-231) erfolgt die Darstellung von zwei Verfahren für die zeichnerische Auswertung von Messbildern. Das „Flüchtige Auftragen aus einem Bilde“ setzt eine Übereck-Aufnahme mit zwei Seiten eines Gebäudes voraus, deren Winkel zueinander im Grundriss bekannt sein muss, ebenso die Lage des Aufnahmestandpunktes sowie eine Referenzstrecke an den aufgenommenen Gebäudeteilen zur Maßstabsbestimmung und senkrechte Gebäudekanten (Meydenbauer 1912, S. 197-212). Zeichnerisch können hier natürlich nur die Gebäudeteile dargestellt werden, die auf der Aufnahme abgebildet sind. Meydenbauer untersucht hier auch die Bedingungen, unter denen sich Nicht-Messbilder, also Aufnahmen mit gebräuchlichen Kameras, für eine zeichnerische Auswertung eignen. Das zweite Verfahren „Genaues Auftragen aus zwei und mehr Meßbildern“ (Meydenbauer 1912, S. 212-223) ermöglicht die genaue

Darstellung komplexer Gebäudestrukturen und wird hier im Folgenden behandelt. In diesem siebten Kapitel beschreibt er sehr ausführlich die Vorgehensweise beim Zeichnen auf dem Reißbrett. Da hier für diese Untersuchung ein CAD-Programm auf einem Computer benutzt wurde, unterscheidet sich zwar die Vorgehensweise, die Auswerteprozesse bleiben aber dieselben.

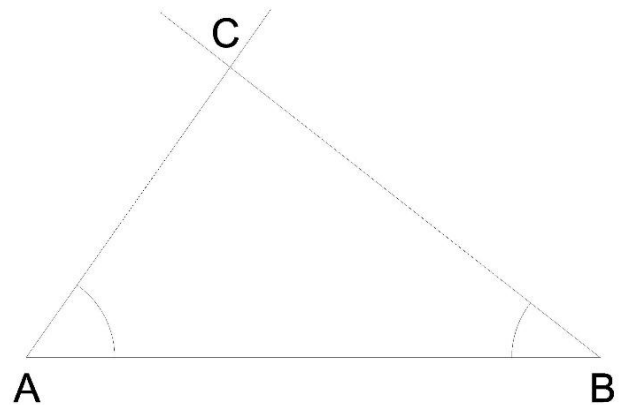


Abbildung 1 Dreiecksmessung

Die Voraussetzung für die zeichnerische Auswertung bilden vermessungstechnische Arbeiten mit Theodolit und Maßband am Aufnahmeobjekt. Dies wird beschrieben im fünften Kapitel „Vorarbeiten am Ort“ (Meydenbauer 1912, S. 119-147). Die genaue Bestimmung der Kamerastandpunkte erfolgte über einen Polygonzug mit sorgfältiger schriftlicher und zeichnerischer Dokumentation. Sollte die Lage von Standpunkten nicht bekannt sein, beschreibt Meydenbauer Möglichkeiten, diese nachträglich zu bestimmen. Hierauf wird später noch genauer eingegangen. Eine weitere Voraussetzung ist die Kenntnis der für jede einzelne Aufnahme benutzten Messbild-Kamera mit der Größe der Aufnahme-Platte, dem Objektiv-Typ, der genauen Objektiv-Brennweite und der eventuellen vertikalen Objektivverschiebung (Meydenbauer bezeichnet dies als „Elevation“, heute sagt man dazu Shiften des Objektivs). Auch dies muss sorgfältig dokumentiert und den Messbildern zugeordnet werden können. Die Messbild-Kameras müssen so aufgestellt werden, dass die Aufnahme-Platte genau senkrecht steht (Meydenbauer 1912, S. 33-35 und 76-118).

2.2 Die Messbild-Kameras

Im vierten Kapitel „Instrumente“ (Meydenbauer 1912: S. 76-118) beschreibt Meydenbauer die zu der Zeit bereits vorhandenen Messbild-Kameras und die Entwicklung seiner eigenen Kamera-Konstruktionen, und geht auch auf das „Aptieren gewöhnlicher Kameras“ ein. Von allen Messbild-Kameras Meydenbauers haben nur zwei die Zeiten überdauert. Sie wurden nach 1886 in die Schweiz geliefert und haben eine Plattengröße von 30x30 cm (Grimm 1978b: S. 33-34), entsprechen also nicht den bei St. Pantaleon eingesetzten Kameras mit einer Plattengröße von 40x40 cm.

Nach Meydenbauers Veröffentlichungen kommen für die Zeit um 1889 drei Kameratypen, im Folgenden Instrumente genannt, in Frage, alle mit der Plattengröße von 40 cm x 40 cm und unterschiedlichen Brennweiten der Objektive:

- Instrument I mit Pantoskop Nr. 5, Brennweite 25 cm, keine Objektivverschiebung (an anderer Stelle wird hierfür eine Brennweite von 24 cm angegeben, Meydenbauer 1912: S. 7)
- Instrument II mit Pantoskop Nr. 6, Brennweite 35 cm, Objektivverschiebung bis 14 cm (16 cm, Meydenbauer 1912: S. 7)
- Instrument III mit Pantoskop Nr. 7, Brennweite 53 cm, Objektivverschiebung bis 22 cm (25 cm, Meydenbauer 1912: S. 7)

Andere Quellen (Götze 2021: S. 12-17; Lautenschläger/Hackemer 2021: S. 22) geben für die Pantoskop-Objektive davon abweichende Brennweiten an:

- Pantoskop Nr. 5 mit 245 mm (nach 1872 – vor 1908)
- Pantoskop Nr. 6 mit 370 mm (nach 1872 – vor 1908)
- Pantoskop Nr. 7 mit 550 mm (Produktblatt von 1911)

Bei Instrument I muss der Bildhorizont immer in der Mitte des Bildes liegen, da es keine Möglichkeit zur Objektivverschiebung gibt. Zur genauen Bestimmung der Lage des Horizonts und der ebenso wichtigen Hauptvertikalen sind in den Kameras an den Rändern der Negativ-Platte sogenannte Auflager angebracht, welche bei der Aufnahme ebenfalls auf der Platte abgebildet werden (Abbildung 2).

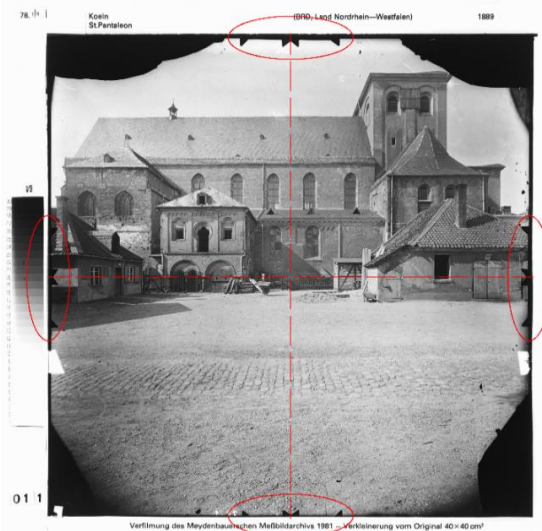


Abbildung 2 Positionierung der Auflager bei den für diese Untersuchung genutzten sechzehn Messbildern ergab der Vergleich der Auflagerdarstellungen, dass tatsächlich drei unterschiedliche Instrumente benutzt wurden (Abbildung 3).



Abbildung 3 Unterschiede bei den Auflagern

Von den sechzehn noch vorhandenen Messbildern lassen sich zehn dem Instrument I zuordnen, wobei der Horizont genau in der Bildmitte liegt, fünf dem Instrument II, bei denen eine „Elevation“ stattfand und eine dem Instrument III, ebenfalls mit einer „Elevation“. Durch diese vertikale Objektivverschiebung wandert der Horizont auf dem Messbild nach unten, wodurch hoch aufragende Gebäudeteile noch auf der Platte abgebildet werden können. Eine Verschiebung des Horizonts nach oben ist ebenfalls möglich, kommt bei Architektur-Aufnahmen aber eher selten vor, z.B. bei einem stark erhöhten Kamera-Standpunkt, um die unteren Bauteile noch abbilden zu können. Die Größe der Objektivverschiebung muss zwar mit einer Genauigkeit von 0,1 mm gemessen werden, an der Messskala für die Verschiebung reicht aber eine Einteilung in halbe Zentimeterschritte, angezeichnet eben mit einer Genauigkeit von 0,1 mm. Die hier benutzten Instrumente

sind zerlegbar, was sich für den Transport als vorteilhaft erwies, dafür müssen sie nach jedem Zusammenbau justiert werden. Bei früheren Instrumenten mit einem starren Kamera-Kasten bestand immer die Gefahr des Verziehens durch Erschütterungen. Der wohl aufwendigste Teil der Justierung besteht in der Bestimmung der genauen Brennweite im Zusammenspiel zwischen Objektiv und Kameragehäuse. Es genügt nicht, mit den vom Werk angegebenen Brennweiten wie 25 und 35 und 53 cm zu arbeiten, sondern die Brennweite muss mit 0,1 mm Genauigkeit bestimmt werden. Dies erfolgte über eine Probeaufnahme, behandelt im dritten Kapitel „Objektive“ unter „5. Brennweite“ (Meydenbauer 1912: S. 69-74).

2.3 Die Brennweiten der Messbild-Kameras (Instrumente)

Die Bedeutung der Brennweite erklärt sich am besten über die Vorgehensweise bei der zeichnerischen Auswertung (Meydenbauer 1912: S. 187-196). Ein Kontaktabzug der Negativ-Glasplatte wird auf dem Zeichenbrett aufgespannt und Horizontale und Hauptvertikale anhand der Auflager-Markierungen eingetragen. Von deren Kreuzungspunkt, dem Hauptbildpunkt, wird die Brennweite f in Zentimetern nach unten abgetragen, also um 90° in die Zeichenebene geklappt und damit die Lage des Instrumenten-Standpunktes bestimmt, welche dem Objektivmittelpunkt O entspricht. Der Horizont stellt dann die Lage der Negativ-Glasplatte dar (Abbildung 4).

Die innere Geometrie der Messbild-Kamera wird also als Grundriss auf die Zeichenfläche gebracht, bloß spiegelverkehrt, weil durch die sich im Punkt O kreuzenden Strahlen auf der Glasplatte ein spiegelverkehrtes, auf dem Kopf stehendes Bild entsteht (Meydenbauer 1912: S. 26 Fig. 2) und so in der Ebene des Horizonts sich das seitenrichtige Abbild des Bauwerks befindet (Meydenbauer 1912: S. 26 Fig. 2). Nun werden die darzustellenden Punkte im Messbild mit zum Horizont senkrechten Linien auf diesen projiziert. Hierbei kann es sich um Gebäudekanten, Fensterlaibungen, Pfeiler, Dachgauben usw. handeln. Da die Instrumente immer in Senkrechtstellung der Negativplatte aufgestellt werden, lässt sich sofort feststellen, ob z.B. Gebäudekanten auch tatsächlich senkrecht stehen. Die Projektions-Punkte auf dem Horizont werden nun mit dem Instrumenten-Standpunkt verbunden und es entsteht ein fächerförmiges Bild (Abbildung 5).

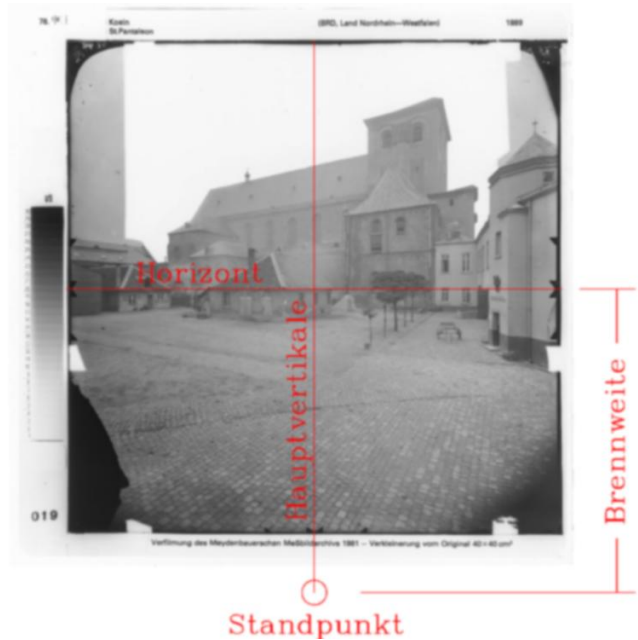


Abbildung 4 Abtragung der Brennweite

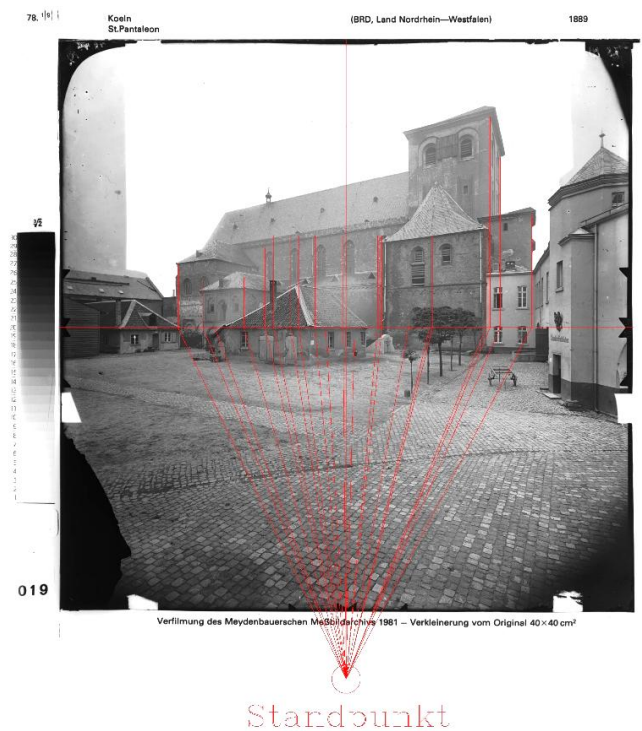


Abbildung 5 Linien zwischen den Projektionspunkten auf dem Horizont und dem Standpunkt

Bei unbekanntem Standpunkt, bekannter Brennweite und einer genügenden Anzahl von in ihrer Lage bekannten Gebäudepunkten beschreibt Meydenbauer eine nachträgliche Standortbestimmung über das „Rückwärtseinschneiden nach Potenot“ (Meydenbauer 1912: S. 32 und S. 218), heute meist als Pothenotsche Aufgabe oder ebener Rückwärtsschnitt bezeichnet. Für die graphische Lösung beim Messbild-Verfahren müssen in dem jeweiligen Messbild mindestens drei bekannte Gebäudepunkte vorhanden sein, möglichst in mehreren Objekt-Ebenen über das gesamte Bild verteilt. Liegen diese Punkte zu eng beieinander, wird die Bestimmung ungenau. Für St. Pantaleon kommt hierfür nur der östliche Bereich der Kirche und das im Westen angrenzende Nebengebäude in Frage, da diese von den Baumaßnahmen 1890 bis 1892 weitgehend unberücksichtigt blieben. Die Winkel zwischen den vom über die Brennweite bestimmten Standpunkt S zu diesen Punkten P1 bis P3 führenden Strahlen (siehe oben) werden gemessen, wobei der Winkel zwischen den Strahlen zu P1 und P2 hier als α und der zwischen den Strahlen zu P2 und P3 als β bezeichnet wird (Abbildung 6).

Im schon aufgetragenen Grundriss werden zwei Linien gezeichnet, von P1 nach P2 und von P2 nach P3. Über die Formel

$$\gamma = (180^\circ - 2\alpha) : 2 \text{ bzw. } \delta = (180^\circ - 2\beta) : 2$$

erfolgt die Berechnung der Winkel γ und δ . Am Punkt P1 trägt man den Winkel γ in Richtung des angenommenen Standpunktes ab und zeichnet eine weitere Linie. Am Punkt P2 wird dies wiederholt. Die beiden Linien schneiden sich in einem Punkt M1, um welchen ein Kreis gezeichnet wird, der durch P1 und P2 geht. Entsprechend verfährt man an den Punkten P2 und P3 mit dem Winkel δ und erhält einen weiteren Kreis um M2 durch die Punkte P2 und P3. Die beiden Kreise schneiden sich im Punkt P2 und einem weiteren Punkt, dem gesuchten Standpunkt (Abbildung 7).

Bei einer Änderung der Brennweite ändern sich die Winkel γ und δ und folglich auch die Lage des Kamera-Standpunktes. In dem hier gezeigten Beispiel ergibt sich bei einer Differenz von 0,5 mm eine Verschiebung des Standpunktes um 18 cm, bei 5 mm sind es bereits 1,92 m. Die vom Standpunkt zu den Gebäudekanten führenden Strahlen werden nun kopiert und deren Anfangspunkte in den soeben ermittelten Standpunkt gelegt (Meydenbauer beschreibt hierfür ein zeichnerisches Verfahren über eine sogenannte Zulage: Meydenbauer 1912: S. 194-196). Das Strahlenbündel wird nun um den Standpunkt soweit gedreht,

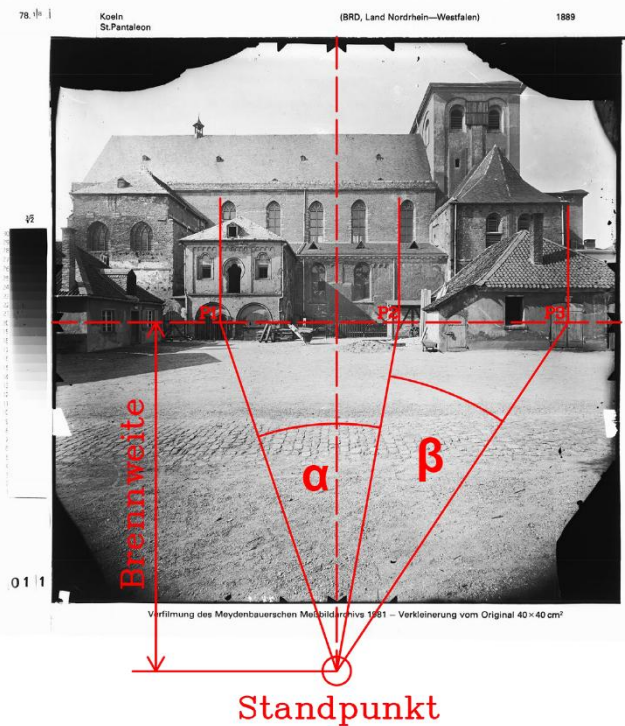


Abbildung 6 Messbild 78.18: Winkel zwischen den zu den bekannten Punkten führenden Strahlen

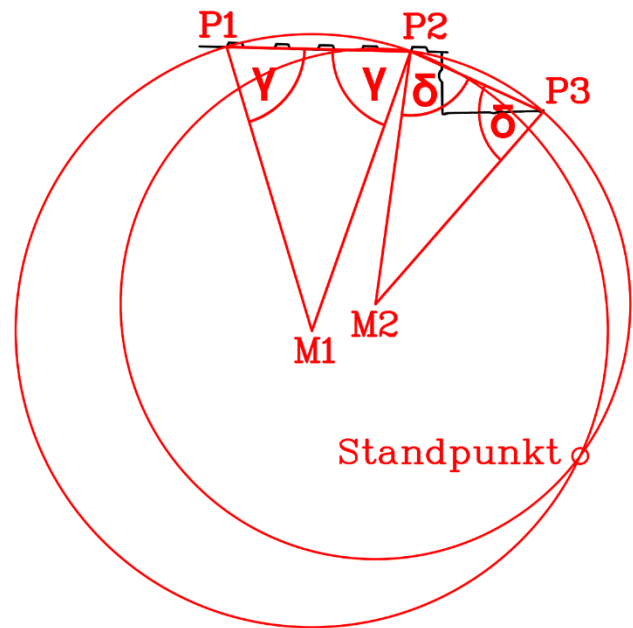


Abbildung 7 Bestimmung des Standpunktes

dass die zu den Punkten P1 bis P3 gehörenden Strahlen genau durch die entsprechenden Punkte, die Richtpunkte, im Grundriss gehen (Abbildung 8).

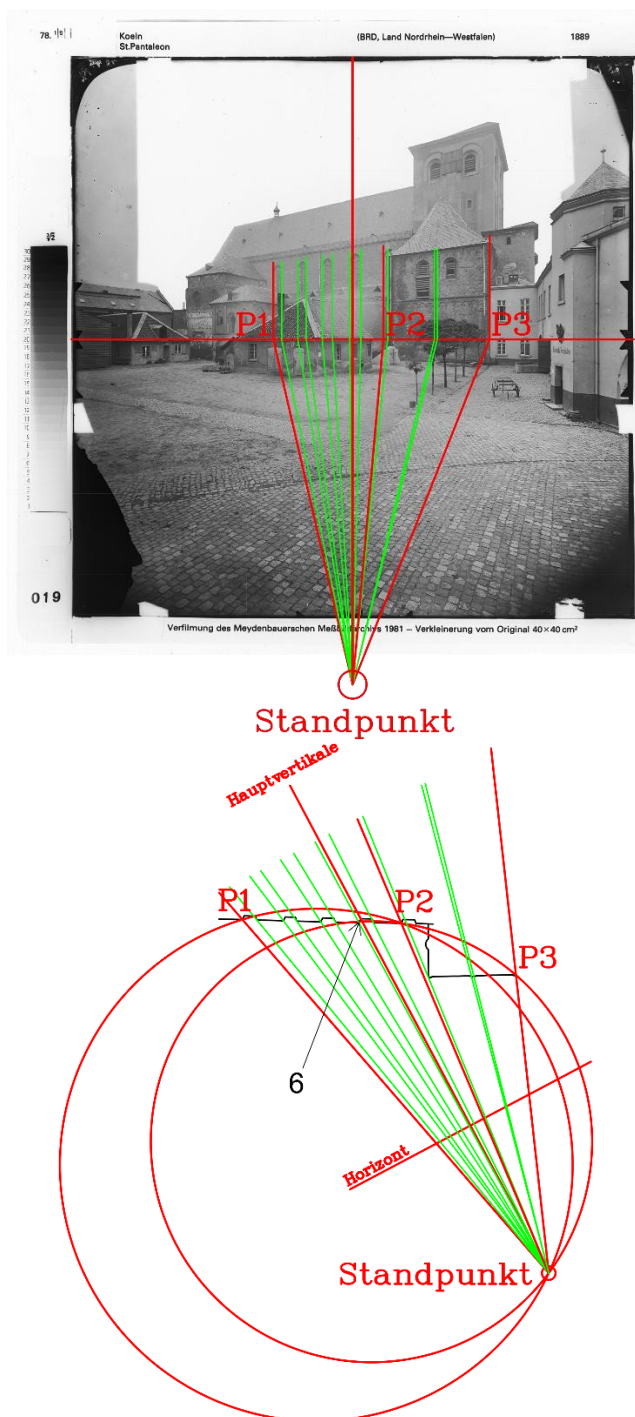


Abbildung 8 Messbild 78.19: Strahlen vom Standpunkt zu den bekannten Punkten im Grundriss, Richtpunkte in rot, weitere Punkte in grün

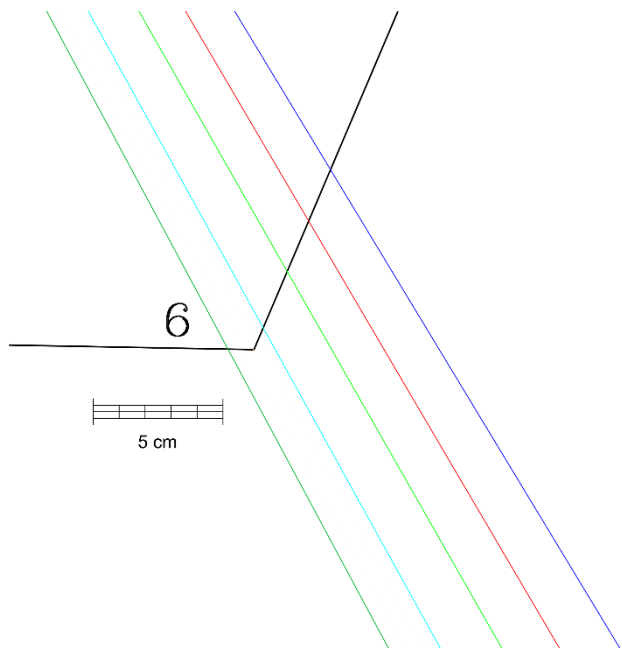
Bei den heute noch vorhandenen Gebäudekanten ist davon auszugehen, dass diese nicht genau senkrecht stehen,

hier bestätigt durch die aktuelle Vermessung mit dem 3D-Laserscanning. Aus der Gesamt-Punktswolke wurden also horizontale Schichten, z.B. direkt unterhalb der Kämpferhöhe der Obergaden-Fenster des Mittelschiffs und in der Höhe ausgewählter Steine der Eckquaderung, von etwa 5 cm Stärke extrahiert, welche in CAD als Grundriss nachgezeichnet werden (siehe Abbildung 8). Die ermittelten Punkte werden dann im Messbild so genau wie möglich bestimmt und von diesen die Senkrechten auf den Horizont konstruiert.

Unabhängig von der angesetzten Brennweite werden die Richtpunkte P1 bis P3 von ihren Strahlen immer genau getroffen, da über diese ja nach der Pothenotschen Aufgabe die Lage des Standpunktes bestimmt wurde. Die Strahlen der übrigen bekannten Gebäudepunkte, in Abbildung 8 grün angelegt, verfehlen die zugehörigen Fenster- und Gebäudekanten im Grundriss mehr oder weniger. Die Differenzen zwischen diesen Punkten und den Schnittpunkten der Strahlen mit der Gebäudeaußenfläche variieren bei Änderung der Brennweite. Es bietet sich so ein iteratives Verfahren an, d.h. ausgehend von der angegebenen Objektivbrennweite wird diese schrittweise verringert bzw. vergrößert. Für das Instrument I mit der Brennweite von 25 cm wurden hierzu die Messbilder 78.18 und 78.19 ausgewählt, weil diese eine größere Anzahl von in der Lage bekannten Punkten abbilden und eine Redundanz erreicht wird. In diesen Messbildern werden neben den Richtpunkten P1, P2 und P3 neun Punkte ausgewählt, von denen acht in beiden Bildern vorkommen.

Ausgegangen wird von der angegebenen Brennweite von 25 cm, darauf die Brennweiten 24,8 cm und 25,2 cm betrachtet. Die Änderung um jeweils zwei Millimeter ist willkürlich gewählt, doch Meydenbauer erwähnt, dass Brennweitenänderungen bis zu diesem Wert nicht selten sind, allerdings für Brennweiten über 25 cm (Meydenbauer 1912: S. 189). Bei beiden Bildern zeigt sich, dass die Abweichungen bei 24,8 cm am geringsten sind. Im zweiten Schritt wird die Brennweite in Millimeter-Schritten weiter verkleinert. Die Brennweite 24,4 cm zeigt die geringsten Abweichung und wird folglich für das Instrument I als guter Näherungswert angenommen (Abbildung 9).

Meydenbauer fordert jedoch die Brennweitenbestimmung mit einer Genauigkeit von 1/10 Millimeter. Es stellt sich nun die Frage, inwieweit dies bei dieser Methode der nachträglichen Brennweitenbestimmung Sinn macht. Versuche haben gezeigt, dass Unterschiede bei den Abweichungen dann kaum noch messbar sind.



Brennweiten in cm	Messbild 78.18			Messbild 78.19		
	24,4	24,5	24,6	24,4	24,5	24,6
Punkt Nr.	Abweichungen in cm					
1	+0,2	+0,35	+0,5	+0,6	+0,6	+0,5
2	-0,1	+1,4	+1,8	+1,6	+1,7	+1,8
3	+3,0	+3,8	+4,2	+3,1	+3,3	+3,4
4	+1,0	+1,6	+2,1	+2,8	+3,0	+3,2
5	+1,9	+2,4	+2,8	+1,7	+1,9	+2,1
6	+1,2	+1,6	+1,9	+1,1	+1,3	+1,4
7	+1,3	+1,6	+1,8	-1,0	-0,9	-0,8
8	-1,4	+1,7	-2,1	/	/	/
9	-0,1	+1,7	+3,4	+0,8	+4,1	+6,7

Abbildung 9 oben: Verlauf der Strahlen unterschiedlicher Brennweiten am Gebäudepunkt 6 (siehe Abbildung 8), unten: Tabelle mit den Abweichungen der Strahlen an den unterschiedlichen Gebäudepunkten

Bleibt noch die Ermittlung der genauen Brennweiten der Instrumente II und III. Als weitere Unbekannte kommt bei diesen eine mögliche Objektivverschiebung hinzu. Für die Brennweitenbestimmung spielt diese jedoch keine Rolle, da die an dem Gebäude bekannten Punkte senkrecht auf den Horizont projiziert werden und es daher unerheblich ist, ob der Horizont sich im Messbild weiter unten oder oben befindet. Instrument II konnten fünf Messbilder zugeordnet

werden, von denen drei genügend bekannte Punkte zeigen, um eine Brennweitenbestimmung gemäß Instrument I durchführen zu können. Die geringsten Abweichungen zeigten sich hier bei einer Brennweite von 35,7 cm. Mit Instrument III wurde nur ein Messbild erstellt, in dem nur in der rechten Bildhälfte einige bekannte Punkte vorhanden sind. Eine Brennweite von 53,2 cm könnte eine gute Annäherung ergeben.

Mit den so ermittelten Brennweiten kann nun die Lage aller Standpunkte der 16 Messbilder über das „Rückwärtseinschneiden nach Poterot“ ermittelt werden (Abbildung 10).

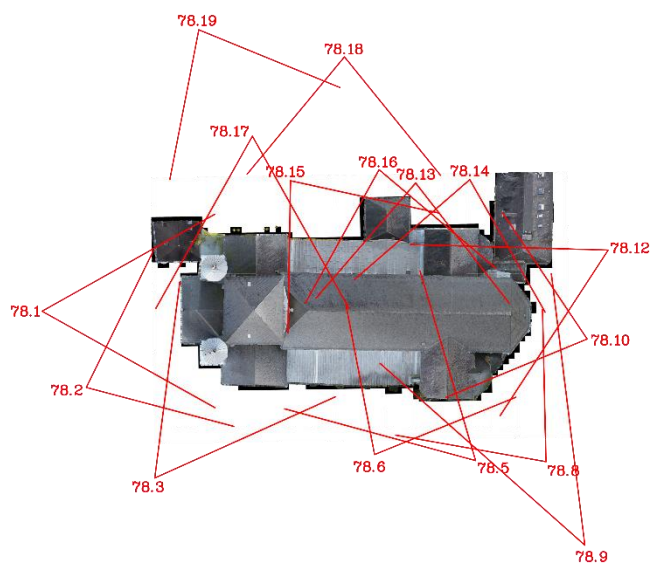


Abbildung 10 Aufsicht auf St. Pantaleon mit der Lage der Kamerastandpunkte der 16 Messbilder

2.4 Rekonstruktion des Baubestands

Über die Schnittpunkte der zu einem Gebäudepunkt von mehreren Kamerastandpunkten ausgehenden Strahlen lässt sich dessen Lage bestimmen. Falls möglich, sollten zur Kontrolle mehrere Messbilder einbezogen werden, wobei sich die Strahlen dann meist nicht in einem Punkt treffen, sondern z.B. bei drei Messbildern ein kleines Dreieck bilden (Abbildung 11). Meydenbauer zeigt mehrere Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Ungenauigkeiten. Entweder wird der Schwerpunkt des Dreiecks als Gebäudepunkt definiert oder dem Strahl des nähergelegenen Kamerastandpunktes wird eine Priorität gegeben, oder es hat sich ein Messbild als unzuverlässig erwiesen aufgrund von Fehlern bei der Vermessung vor Ort. Es bleibt wohl immer eine Einzelfallentscheidung.

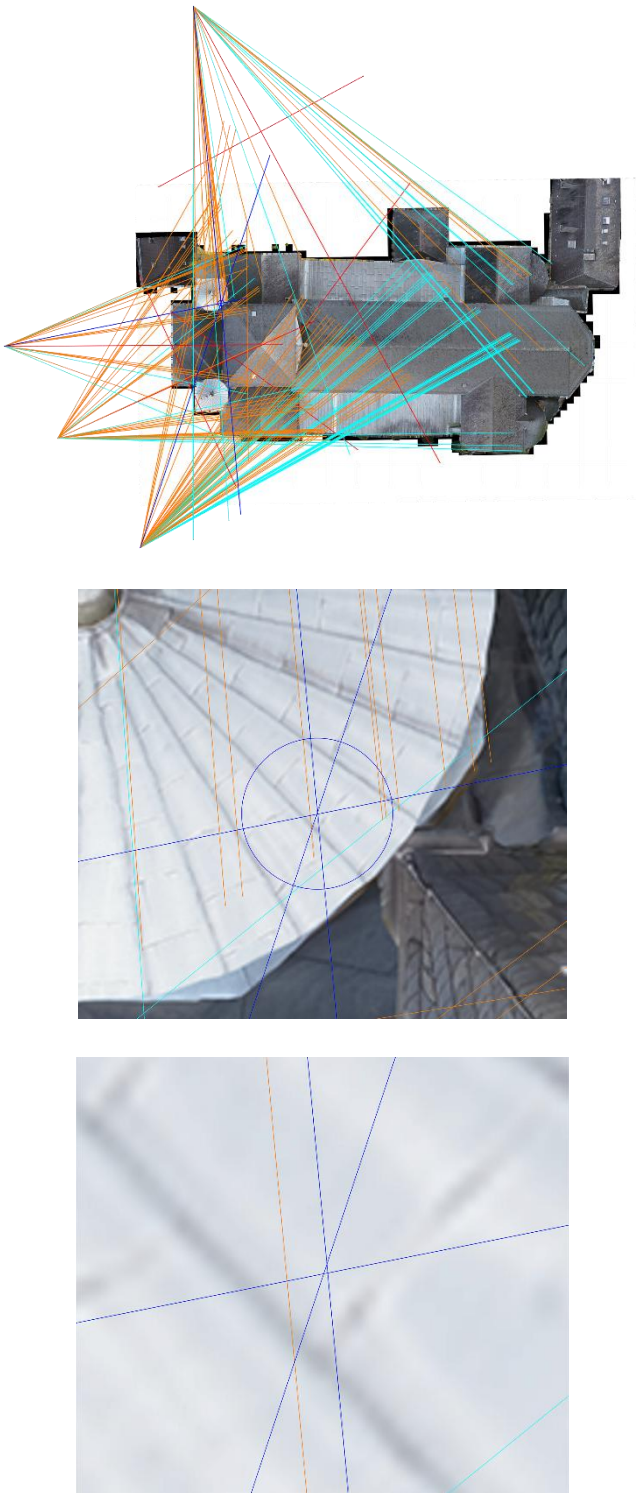


Abbildung 11 oben: Aufsicht auf St. Pantaleon mit den Messtrahlen von vier Kamerastandpunkten
 mittig: Nordwestecke des auskragenden Daches des Glockenturms (siehe auch Abbildung 12) im blauen Kreis
 unten: Vergrößerung aus der mittigen Abbildung, das kleine Dreieck hat Kantenlängen im Bereich von 1cm

2.5 Die Objektivverschiebung (Elevation)

Im Vergleich zur Brennweite gestaltet sich die Bestimmung der Objektivverschiebung, welche für die Höhenangaben ausschlaggebend ist, sehr einfach. Laut seinem Buch soll diese, von Meydenbauer Elevation genannt, in 1 cm-Schritten erfolgen. Dies lässt sich über annähernd waagerechte Bauteile direkt im Messbild feststellen. Die mit Instrument II erstellten Messbilder zeigen meist eine Elevation von 11 cm. Bei bekanntem Kamerastandpunkt lassen sich dann die Höhen einzelner Gebäudeteile über den Strahlensatz ermitteln (Abbildung 12).

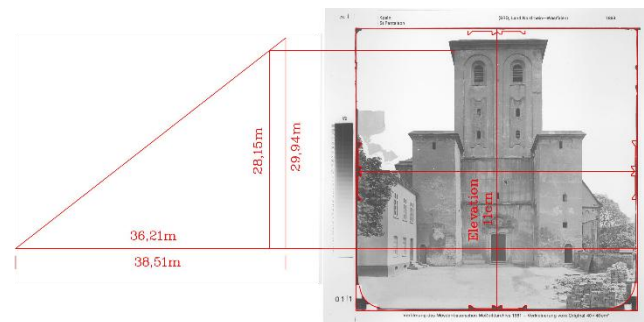


Abbildung 12 Bestimmung der Höhe der Nordwestecke des Glockenturms über den Strahlensatz. Hierzu muss die Horizontalentfernung zum Kamerastandpunkt bekannt sein

3 Ergebnisse

Aufgrund der fehlenden Unterlagen lässt sich nur eine möglichst genaue Annäherung an den Bauzustand zum Zeitpunkt der Aufnahmen erreichen. Die folgenden Voraussetzungen sind dafür notwendig:

- Untersuchung der Bauhistorie seit dem Zeitpunkt der Aufnahmen zur Bestimmung von Übereinstimmungen mit dem heutigen Bestand notwendig
- Ermittlung der verwendeten Instrumente (Größe der Negativ-Glasplatten und der Objektiv-Brennweiten)
- Bestimmung der genauen Brennweiten
- Bestimmung der „Elevationen“ (Objektivverschiebungen)

4 Fazit & Ausblick

Die hier dargelegten Untersuchungen basieren auf rein grafischen Methoden im Sinne der Vorgehensweise von Albrecht Meydenbauer. Inwieweit rechnerische und computergestützte Methoden gerade die aufwendige Brennweitenbestimmung vereinfachen und eventuell zu genaueren Ergebnissen führen können, bleibt noch zu untersuchen.

Literaturverzeichnis

- Bentmann, R. & Viebrock, J. N. [Hrsg] (2006). Hessische Baukunst in alten Fotografien – Dokumentaraufnahmen der Preußischen Messbildanstalt zu Berlin von Albrecht Meydenbauer, Lampertheim
- Fraquelli, S. (2010). Die romanischen Kirchen im Historismus, Köln
- Fußbroich, H. (1984). St. Pantaleon, in: Stadtspuren – Köln: Die Romanischen Kirchen, Köln
- Götze, B. (2021). Die optische Industrie in den 1850er und 1860er Jahren in Rathenow / Emil Busch – Perspektiven neuer Objektivherstellung, in: Meydenbauer / Busch – Pioniere der Photogrammetrie, [Hrsg] Bettina Götze, S. 4-17, Rathenow
- Grimm, A. (1978a). 120 Jahre Photogrammetrie in Deutschland - Das Tagebuch von Albrecht Meydenbauer, dem Nestor des Messbild-Verfahrens, veröffentlicht aus Anlass des Jubiläums 1858/1978; Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 45. Jahrgang 1977 Heft 2, München
- Grimm, A. (1978b). Zwei Meydenbauer'sche Instrumente für die Architektur-Photogrammetrie wiedergefunden, in: Bildmessung und Luftbildwesen 46(1978)2
- Grimm, A. (2021). Albrecht Meydenbauer: Bauingenieur – Fotograf - Photogrammeter, in: Meydenbauer / Busch – Pioniere der Photogrammetrie, [Hrsg] Bettina Götze, S. 32-61, Rathenow
- Hillnhütter, S. (2021). *Faktotum Fotografie: Architektur und Geschichte im „unverfälschten Bildstoff“ der Photogrammetrie von Albrecht Meydenbauer*, in: Faktizität und Gebrauch früher Fotografie, [Hrsg] Tatjana Bartsch, Ralf Bockmann, Johannes Röhl, DAI und MPI Bibliotheca Herziana Rom.
- Hoffmann, G. (1995). Rheinische Romanik im 19. Jahrhundert, Köln
- Krings, U. & Schwab, O. (2007). Köln: Die romanischen Kirchen – Zerstörung und Wiederherstellung, Köln
- Lautenschläger, R.-P. & Hackemer, W. (2021). Zur Entwicklung des Weitwinkel-Fotoobjektivs „Pantoskop“ durch Emil Busch in Rathenow und die Nachrechnung der Pantoskop-Optikdaten in den Jahren 2014 und 2018, in: Meydenbauer / Busch – Pioniere der Photogrammetrie, [Hrsg] Bettina Götze, S. 18-31, Rathenow
- Li C. (1997). Nachträgliche Kalibrierung der historischen Meydenbauer-Kameras, in: Albertz, Jörg / Wiedemann, Albert [Hrsg]: Architekturphotogrammetrie gestern-heute-morgen, S. 63-77, Berlin
- Meyer, R. (1985). Albrecht Meydenbauer – Baukunst in historischen Fotografien, Leipzig
- Meydenbauer, A. (1892). Das photographische Aufnahmen zu wissenschaftlichen Zwecken, das Messbild-Verfahren. Erster Band: Die photographischen Grundlagen und das Messbild-Verfahren mit kleinen Instrumenten, Berlin
- Meydenbauer, A. (1912). Handbuch der Messbildkunst in Anwendung auf Baudenkmäler- und Reise-Aufnahmen, Halle a. S. Mühlberg (1989)
- Schwidefsky, K. (1971). Albrecht Meydenbauer – Initiator der Photogrammetrie in Deutschland, in: Bildmessung und Luftbildwesen. Berlin Karlsruhe, S. 183-189
- Siedler, G., Sacher, G. & Vetter, S. (2010). Photogrammetrische Auswertung von historischen Messbildern und Fotografien am Beispiel des Stadtschlusses in Potsdam, in: Von Handaufmaß bis HighTech III. 3D in der historischen Bauforschung, hg. von K. Heine et al., Mainz 2010, S. 26-32
- Wiedemann, A., Hemmleb, M. & Albertz, J. (2000): Reconstruction of Historical Buildings based on Images from the Meydenbauer Archives, in: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIII, Part B5. Amsterdam 2000, S. 887-893
- Zentralblatt der Bauverwaltung XV. Jahrgang (1895). *Aufnahmen von Bauwerken nach dem Meßbild-Verfahren*, Hrsg. Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Berlin.