

## Wie funktioniert die Photogrammetrie?

Photogrammetrie bezeichnet Verfahren, die aus (zweidimensionalen) Fotos oder Videos dreidimensionale Informationen ableiten. Das Verfahren nennt sich **Triangulation**. Von mindestens zwei Positionen wird der gleiche Punkt anvisiert. Damit lassen sich die 3D-Koordinaten des Punkts bestimmen. Mathematisch gelöst wird das Problem, indem die eine räumliche Transformation zwischen dem Bildpunkt auf dem Kamerasensor und dem physischen Punkt aufgestellt wird. Die Formel lautet:

$$[x \ y \ z] = R \cdot [X \ Y \ Z] + C$$

ist die Pixelposition auf dem Sensor, wobei **z die Brennweite** ist. **R ist die Rotationsmatrix der Kamera**, die die Winkelausrichtung der Kamera beschreibt. **[X Y Z]** ist die Raumposition des Punktes. **C ist die Kameraposition im Raum**. Diese Gleichung wird für alle Punkte aufgestellt, leicht umgeformt und durch Linearisierung zu einem linearen Gleichungssystem gemacht. Die einzigen bekannten Eingabeparameter sind die Koordinaten des Messpunkts auf dem Sensor. Alle anderen Parameter wie Kameraposition und Punktposition werden berechnet. In der Praxis wird die oben beschriebene Formel um sogenannte **Verzeichnungsparameter erweitert**, die die **Verzerrung des Bildes durch die Kamera, insbesondere durch das Objektiv beschreiben**. Die Verzerrung äußert sich zum Beispiel darin, dass gerade Linien im Bild leicht gebogen abgebildet werden. Der wichtigste Verzeichnungsparameter ist die **radialsymmetrische Verzerrung**. Das entstandene Gleichungssystem hat **nicht selten 5000 Unbekannte und mehrere zehntausend Gleichungen**. Es wird nach der **Methode der kleinsten Quadrate** gelöst. Das ganze Verfahren wird als **Bündelblockausgleichung bezeichnet**. Dieses Verfahren ist der Goldstandard für Präzisionsanwendungen und ist selbstverständlich in allen Linearis3D Produkten enthalten. Grundlage für diese 3D-Berechnung ist die Kenntnis der Koordinaten des zu messenden Punktes auf dem Sensor. Für Präzisionsanwendungen haben sich selbstklebende oder magnetische Kreise mit einem schwarzen Rand bewährt. Deren Mittelpunkt kann sehr schnell und mit einer Genauigkeit von 0,03 Pixeln oder besser bestimmt werden. **Für nicht-industrielle Anwendungen lassen sich auch markante Punkte wie Farbübergänge, Ecken und Kanten verwenden**, die aber im industriellen Umfeld häufig nicht in ausreichender Zahl vorhanden sind.

## Woher kommt die Photogrammetrie?

Die klassische Photogrammetrie kommt aus der Kartographie. Aus Luftbildern wurden Karten erstellt. Für diese Anwendung wurden spezielle, besonders stabile analoge Großformatkameras und Auswertegeräte entwickelt. Mit Aufkommen von Digitalkameras gewann die sogenannte Nahbereichsphotogrammetrie an Bedeutung, die Objekte erfasst, die zwischen 10cm und 50m groß sind.

## Wie genau ist Photogrammetrie?

Für Photogrammetrie-Systeme, die mit einer einzelnen Handgeführten Kamera arbeiten, wird die Genauigkeit nach der Richtlinie VDI 2634 bewertet. Photogrammetrie kann maximale Längenmessabweichungen von weniger als 0,03mm in 1m<sup>3</sup> nach VDI 2634 erreichen. Die Ergebnisse hängen vom Objekt, der Software und der Kamera ab. Wenn Sie Photogrammetrie-Systeme vergleichen, sollten Sie darauf achten, nach welcher Norm die Genauigkeit ermittelt wird. Manchmal werden sog. RMS (root mean squared) Abweichungen benutzt, die bei gleichem physikalischen Fehler deutlich kleinere Werte ergeben. Für Video-Systeme mit zwei Kameras liegt die Genauigkeit bei ca. 0,1mm/m<sup>3</sup>.

## Welche Rolle spielt die Kamera für die Genauigkeit?

Die Kamera spielt eine untergeordnete Rolle. Wichtig ist vor allem das Objektiv sowie die Stabilität von Kamera und Objektiv. Deswegen sind kleine Zoomkameras für die Photogrammetrie nicht gut geeignet

Quelle: <https://www.linearis3d.de/wie-funktioniert-photogrammetrie-FAQ.html>  
zuletzt besucht am 15.11.21