

Hinweise zur Kalibrierung von Kameras mit einer AICON Kalibriertafel



.....**AICON**

• **AICON** 3D Systems GmbH
• Celler Straße 32
• D-38114 Braunschweig

• Telefon: +49 (0) 5 31 58 000 58
• Fax: +49 (0) 5 31 58 000 60
• Email: info@acon.de
• Internet: <http://www.aicon.de>



Inhaltsverzeichnis

1. EINFÜHRUNG	3
2. DURCHFÜHRUNG VON KAMERAKALIBRIERUNGEN	4
2.1. ALLGEMEINE HINWEISE.....	4
2.2. BEISPIELANORDNUNGEN	6
2.2.1 <i>Kalibrierung mit 7 Bildern</i>	6
2.2.2 <i>Kalibrierung mit 4 Bildern</i>	8
2.2.3 <i>Kalibrierung mit einem Bild</i>	9
3. BESTIMMUNG DER KAMERAPOSITION	9



1. Einführung

AICON Kalibriertafeln dienen zur Bestimmung von Kameraparametern (innere Orientierung einer Kamera) und unter Umständen zur Bestimmung von Kamerapositionen (äußere Orientierung von Kameras). Mit Hilfe der FalCon-Software CamFolder kann auch der Distortion-Index nach ISO 8721 / SAE-J211/2 berechnet werden („5-Ringe-Testtafel“).

Die Kalibriertafeln sind in verschiedenen Ausführungen und Größen verfügbar, entweder als Tafel aus Kohlefasermaterial (CFK) oder als Aluminiumtafel, in ebener oder räumlicher Ausführung. Gemeinsam ist allen Tafeln, dass sie mit einer großen Anzahl von verschiedenen kreisförmigen Punktmarken signalisiert sind. Diese Punktmarken sind hochgenau eingemessen, d.h. ihre 3D-Koordinaten werden vorab bestimmt und werden im weiteren als bekannt vorausgesetzt. Ein Protokoll der Einmessung liegt jeder Tafel bei.

Bei den Punktmarken unterscheidet man im wesentlichen zwischen codierten Punkten und nicht codierten Punkten. Die codierten Punkte enthalten eine Information zur Punktnummer und dienen damit zur Unterstützung einer automatischen Messung und Berechnung. Die übrigen Marken sind je nach Anwendung gewählt (z.B. Fünfpunktmarken (MXT) für Anwendungen in der Crashvermessung).

Die Bestimmung der Kameraparameter erfolgt über das photogrammetrische Verfahren des räumlichen Rückwärtsschnittes, der eine gemeinsame Bestimmung von Kameraparametern und Kamerapositionen erlaubt.



2. Durchführung von Kamerakalibrierungen

2.1. Allgemeine Hinweise

Zur Bestimmung der Kameraparameter müssen mit den zu kalibrierenden Kameras Bilder der Kalibriertafel aufgenommen werden. Dabei sind folgende Hinweise zu beachten:

Damit insbesondere die Verzeichnung für das gesamte Bildformat hinreichend gut bestimmt werden kann, muss die Tafel möglichst formatfüllend aufgenommen werden. Diese Formatfüllung muss nicht zwingend in einem Bild gegeben sein, je nach Brennweite und Umgebungsbedingungen können durchaus mehrere Bilder notwendig sein. Wichtig ist, dass in der Summe der Bilder das Format genutzt wird.

Für eine sichere und genaue Bestimmung des Hauptpunktes ist eine Drehung um die Achse der Kamerablickrichtung (Aufnahmeachse) sinnvoll, wobei die besten Ergebnisse erreicht werden, wenn sowohl eine Drehung um 90 Grad als auch eine Drehung um 180 Grad ausgeführt wird.

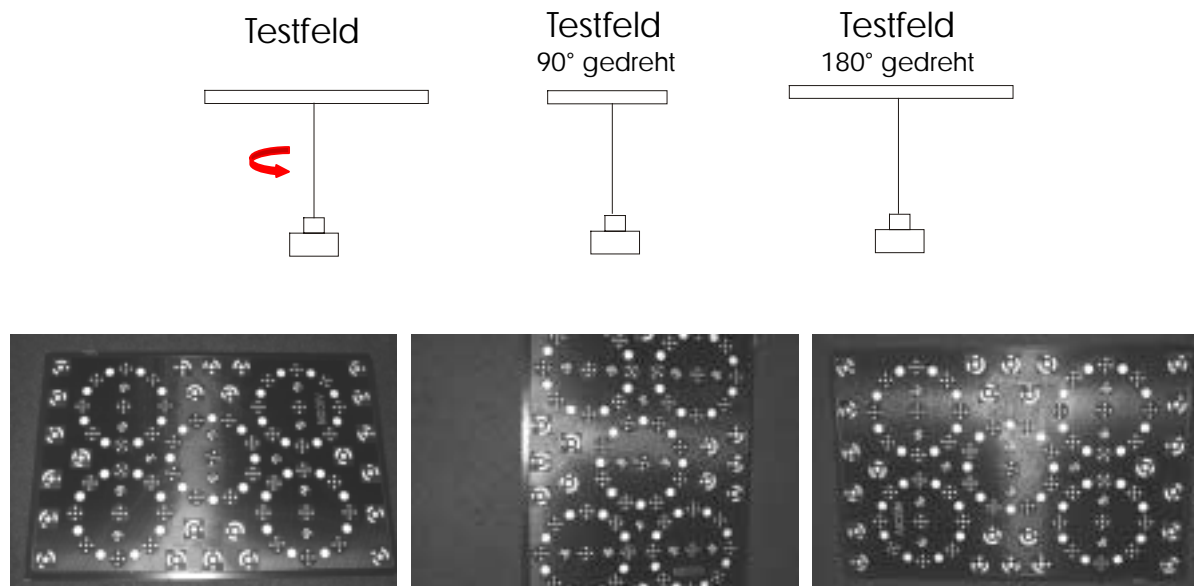
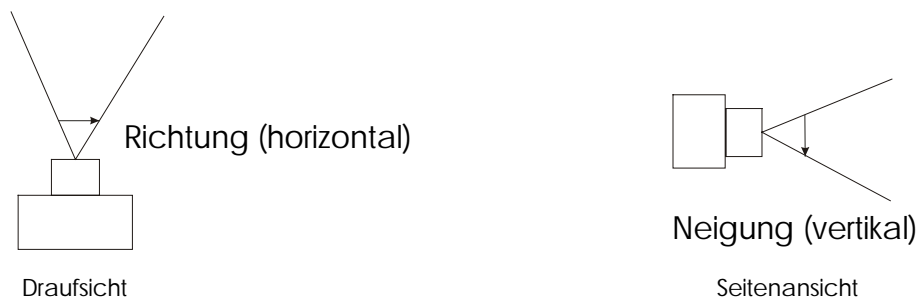


Abb. 1: Kantung der Kamera bzw. Kalibriertafel



Eine Kippung der Tafel relativ zur Kamera führt dazu, dass Schrägaufnahmen (Aufnahmen aus unterschiedlichen Richtungen oder mit unterschiedlichen Neigungen, siehe Abb. 2 und Abb. 3) der Tafel gemacht werden. Diese Schrägaufnahmen verbessern die Räumlichkeit der Kalibrieraufnahmen und stabilisieren besonders bei längeren Brennweiten die Bestimmung der Brennweite. Bei Verwendung einer zweidimensionalen Kalibriertafel sind schräge Aufnahmen Voraussetzung für die Bestimmung der Brennweite. In diesem Fall ist bei Aufnahmen senkrecht zur Kalibriertafel eine Bestimmung der Brennweite nicht möglich, da eine Veränderung der Brennweite den gleichen Effekt hat wie die Veränderung der Aufnahmeentfernung und die Parameter damit nicht unabhängig voneinander zu bestimmen sind.



Richtung (horizontal) + Neigung (vertikal) = Kippung

Abb. 2: Kippung der Kamera

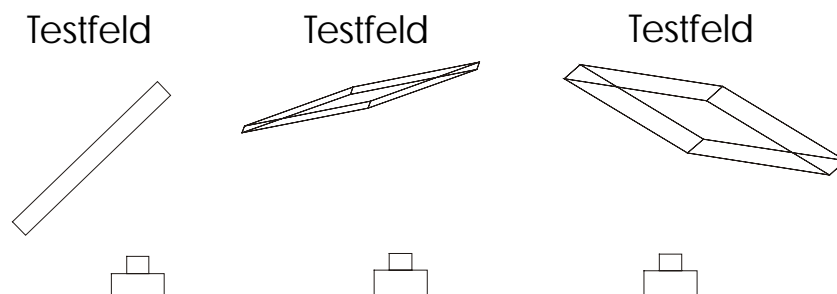


Abb. 3: Schrägaufnahmen der Kalibriertafel



2.2. Beispielanordnungen

Im Folgenden werden drei verschiedene Anordnungen dargestellt.

2.2.1 Kalibrierung mit 7 Bildern

Zur Durchführung einer Kalibrierung sind folgende Aufnahmen sinnvoll:

Aufnahmen 1-3: Verschiedene Kantungen zwischen Kamera und Kalibriertafel

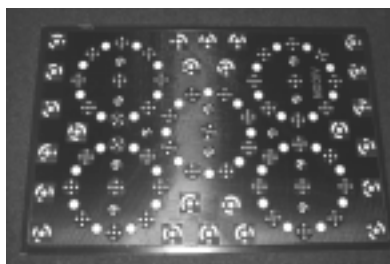
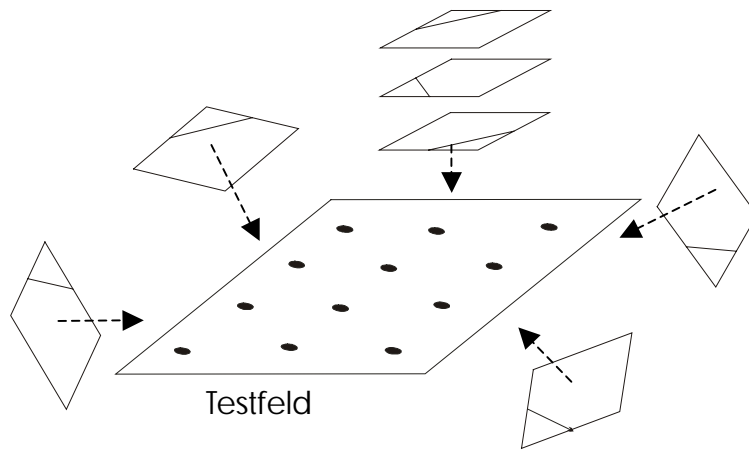
Aufnahmen 4-7: Verschiedene Kippungen zwischen Kamera und Kalibriertafel

Wichtig:

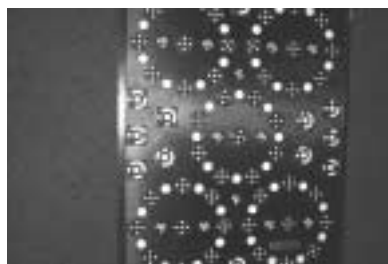
- In der Summe der Aufnahmen wird das Bildformat gut abgedeckt.
- Die gekanteten Aufnahmen können auch in den Schrägaufnahmen erfolgen.



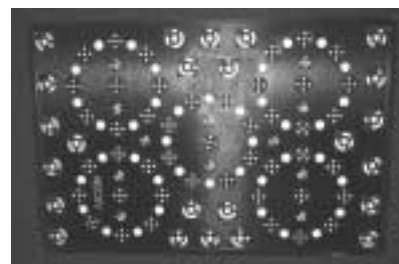
Abbildung 4 zeigt ein Schema der Aufnahmen



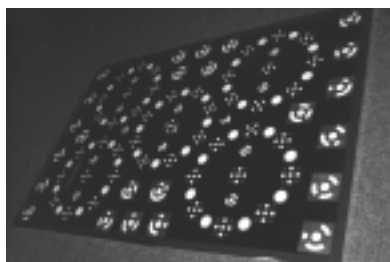
1



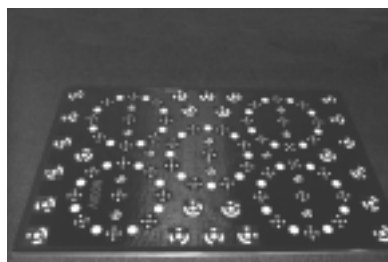
2



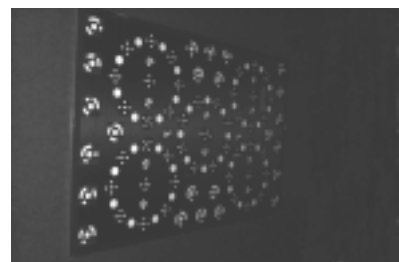
3



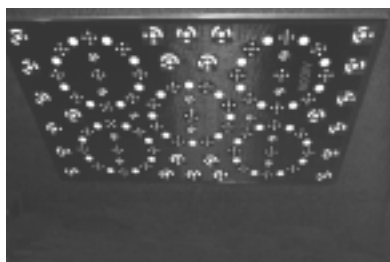
4



5



6



7

Abb. 4: Kalibrierung mit 7 Bildern

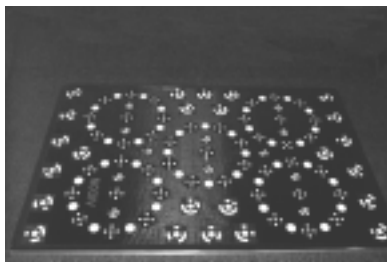
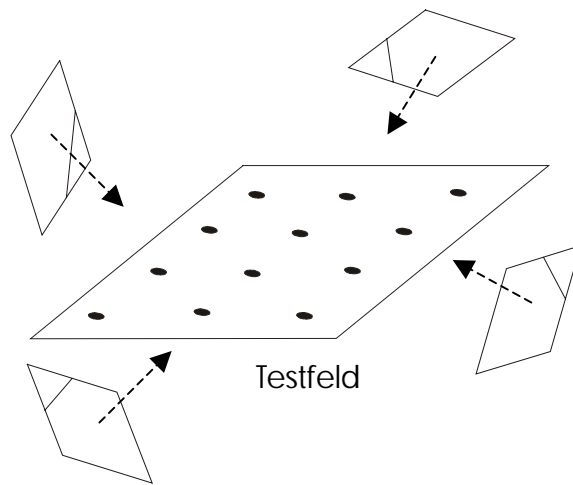


2.2.2 Kalibrierung mit 4 Bildern

Aufnahmen 1-4: Schrägaufnahmen mit gleichzeitiger Kantung

Wichtig:

- In der Summe der Aufnahmen wird das Bildformat gut abgedeckt.



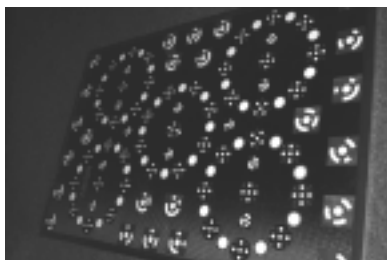
1



2



3



4

Abb. 5: Kalibrierung mit 4 Bildern



2.2.3 Kalibrierung mit einem Bild

Grundsätzlich ist die Kalibrierung bereits mit einem Bild möglich, wichtig ist auch hier eine gute Füllung des Bildformates. Da für eine gute Nutzung des Bildformates in der Regel eine Aufnahme senkrecht zum Testfeld gemacht wird, ist diese Anordnung für die Nutzung mit einem ebenen Testfeld ungünstig (siehe auch 2.1).

3. Bestimmung der Kameraposition

Die Kalibriertafel kann dazu genutzt werden, die Position einer oder mehrerer Kameras zu bestimmen, wobei im allgemeinen die Parameter der Kamera bereits bekannt sind. Dazu wird die Tafel vor den Kameras positioniert, auch hier ist eine möglichst formatfüllende Abbildung vorteilhaft. Es wird eine Aufnahme mit jeder Kamera gemacht. Die anschließende Berechnung ermittelt die Kamerapositionen relativ zum Koordinatensystem der Kalibriertafel. Werden mit den so ermittelten Positionen 3D-Punkte berechnet, sind diese Koordinaten zunächst auch im lokalen Koordinatensystem der Kalibriertafel und müssen gegebenenfalls in das Zielkoordinatensystem transformiert werden.