Thomas Luhmann
Nahbereichsphotogrammetrie
4. Auflage, 2018
Wichmann Verlag

Version: 18.4.2025

Kommentare und Fehlermeldungen bitte direkt an: luhmann@jade-hs.de

Korrekturen

Aufgelistet werden hier die bekannt gewordenen Fehler in Formeln, Abbildungen und Beispielen. Normale Druck- und Layoutfehler werden hier nicht aufgeführt.

Neue Korrekturen: 18.4.2025
S. 280, S. 287, 335

S. 50 **Formel 2.2**

alte Fassung:

$$s'_x = m \cdot \Delta s'_u \qquad s'_y = n \cdot \Delta s'_v$$

$$x' = -\frac{s'_x}{2} + u \cdot s'_u \qquad y' = \frac{s'_y}{2} - v \cdot s'_v$$

richtig:

$$s'_x = m \cdot \Delta s'_u \qquad s'_y = n \cdot \Delta s'_v$$

$$x' = -\frac{s'_x}{2} + u \cdot \Delta s'_u \qquad y' = \frac{s'_y}{2} - v \cdot \Delta s'_v$$

S. 58 **Formel 2.23**

alte Fassung:

$$x = \frac{a'_0 + a'_1 X + a'_2 Y}{1 + c'_1 X + c'_2 Y'}$$

$$y = \frac{b'_0 + b'_1 X + b'_2 Y}{1 + c'_1 X + c'_2 Y}$$

richtig:

$$x = \frac{a'_0 + a'_1 X + a'_2 Y}{1 + c'_1 X + c'_2 Y}$$

$$y = \frac{b'_0 + b'_1 X + b'_2 Y}{1 + c'_1 X + c'_2 Y}$$

S. 60 **Formel 2.25**

alte Fassung:

$$\boldsymbol{X} = \mathbf{H} \cdot \boldsymbol{x}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \qquad (2.1)$$

Sie wird als *Homografie* bezeichnet. Da die Matrix **H** beliebig skaliert werden kann (vgl. Kap. 2.2.1.1), ohne die projektiven Abbildungseigenschaften zu ändern, verbleiben analog zu Gl. (2.20) acht Freiheitsgrade der ebenen Projektivtransformation.

neue Fassung:

$$\boldsymbol{U} = \boldsymbol{H} \cdot \boldsymbol{x} \qquad \boldsymbol{X} = 1/W \cdot \boldsymbol{U}$$

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U/W \\ V/W \\ W/W \end{bmatrix} \qquad (2.2)$$

Sie wird als *Homografie* bezeichnet. Da die Matrix ***H*** beliebig skaliert werden kann (vgl. Kap. 2.2.1.1), ohne die projektiven Abbildungseigenschaften zu ändern, verbleiben analog zu Gl. 2.20) acht Freiheitsgrade der ebenen Projektivtransformation. Bei der Suche nach einer direkten Lösung für **h** = [h_{11}, …, h_{33}] sollten die Elemente normalisiert werden, um diesen Rangdefekt zu beheben und die triviale Lösung **h=0** zu vermeiden. Dies kann z.B. mit h_{33}=1 geschehen, womit das gleiche Ergebnis wie in Gl. (2.20) erhalten wird. Es kann numerisch vorteilhaft sein, eine Normierung über die Norm des Vektors zu suchen, z.B. |**h**|=1, was implizit der Fall ist, wenn eine Lösung über eine Eigenwert- oder Singularwertzerlegung gesucht wird.

S. 65 **Formel 2.42**

alte Fassung: $\varphi = \arcsin\left(2(q_0 q_2 - q_1 q_3)\right)$

richtig: $\varphi = \arcsin\left(2(q_0 q_2 + q_1 q_3)\right)$

S. 96 **Formel 2.149**

alte Fassung: $a^2 + b^2 + c^2 = 0$

richtig: $a^2 + b^2 + c^2 = 1$

S. 154 **Formel 3.30**

alte Fassung: $r' = 1.22 \cdot \lambda k$

richtig: $r = 1.22 \cdot \lambda k$

S. 197 **Tabelle 3.5**

alte Fassung:

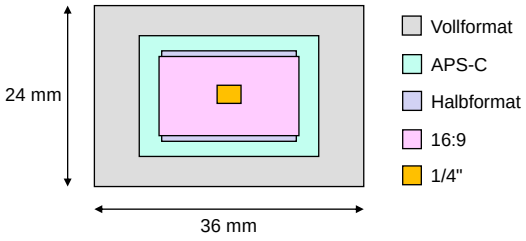
Parameter	metrisch	pixelbasiert	Umrechnung	Einheit
Kamerakonstante	c	f	$c = -f \cdot \Delta s'$	mm

richtig: kein negatives Vorzeichen

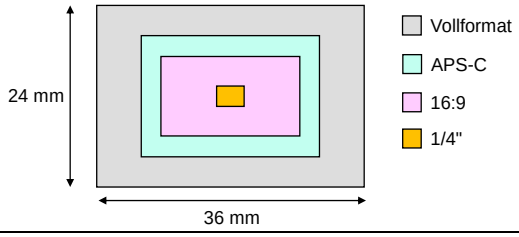
Parameter	metrisch	pixelbasiert	Umrechnung	Einheit
Kamerakonstante	c	f	$c = f \cdot \Delta s'$	mm

S. 207 **Abb. 3.80**

alte Fassung:



richtig:



Hinweis: Das Halbformat ist eher unüblich und wurde entfernt.

S. 253 **Erster Absatz**

alte Fassung: (Bildbeispiel in Abb. 7.30).
richtig: (Bildbeispiel in Abb. 7.29).

S. 264 **Letzter Absatz**

alte Fassung: (Beispiel in Abb. 7.30).
richtig: (Beispiel in Abb. 7.29).

S. 280 **Beispiel 4.2**

alte Fassung:
Äußere Orientierung:

$$X_0 = -471.859\,\text{mm} \quad Y_0 = 11.021\,\text{mm} \quad Z_0 = 931.128\,\text{mm}$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0.996908 & -0.013556 & -0.077392 \\ 0.030729 & 0.973815 & 0.225255 \\ 0.072312 & -0.226937 & 0.971221 \end{bmatrix}$$

$$\omega = -13.0577° \quad \varphi = -4.4387° \quad \kappa = 0.7791°$$

richtig:
Äußere Orientierung:

$$X_0 = -471.819\,\text{mm} \quad Y_0 = 10.996\,\text{mm} \quad Z_0 = 931.138\,\text{mm}$$

$$\mathrm{R} = \begin{bmatrix} 0.996912 & -0.013542 & -0.077345 \\ 0.030703 & 0.973821 & 0.225231 \\ 0.072270 & -0.226910 & 0.971230 \end{bmatrix}$$

$$\omega = -13.0563° \quad \varphi = -4.4360° \quad \kappa = 0.7783°$$

S. 287 Beispiel 4.3

alte Fassung:

Mit den sechs Bild- und Passpunkten aus Beispiel 4.2 wird eine DLT gerechnet:

DLT-Parameter:

$L_1 = 0.025599$ $L_2 = 0.000789$ $L_3 = 0.000914$
$L_4 = 10.341817$ $L_5 = -0.000347$ $L_6 = 0.025008$
$L_7 = -0.008166$ $L_8 = 4.986816$ $L_9 = 0.000082$
$L_{10} = -0.000239$ $L_{11} = -0.000551$

Daraus leiten sich mit Gl. (4.25 ff.) die folgenden Orientierungsparameter ab:

Innere Orientierung:

$c_x = 42.0688\,\text{mm}$ $c_y = 43.1748\,\text{mm}$
$x'_0 = 3.8202\,\text{mm}$ $y'_0 = -4.0620\,\text{mm}$

Äußere Orientierung:

$X_0 = -471.12\,\text{mm}$ $Y_0 = 318.14\,\text{mm}$ $Z_0 = 1604.96\,\text{mm}$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} 0.990725 & -0.000546 & -0.135153 \\ 0.066680 & 0.917685 & 0.393592 \\ 0.118394 & -0.397306 & 0.909295 \end{bmatrix}$$

$\omega = -23.4056°$ $\varphi = -7.7675°$ $\kappa = 0.0316°$

Richtig:

Mit den sechs Bild- und Passpunkten aus Beispiel 4.2 wird eine DLT gerechnet:

DLT-Parameter:

$L_1 = 0.024642$ $L_2 = 0.000760$ $L_3 = 0.001440$
$L_4 = 3.595891$ $L_5 = -0.000334$ $L_6 = 0.024070$
$L_7 = -0.005518$ $L_8 = -1.108682$ $L_9 = 0.000079$
$L_{10} = -0.000229$ $L_{11} = -0.000907$

Daraus leiten sich mit Gl. (4.25 ff.) die folgenden Orientierungsparameter ab:

Innere Orientierung:

$c_x = 26.2937\,\text{mm}$ $c_y = 26.2931\,\text{mm}$
$x'_0 = 0.5257\,\text{mm}$ $y'_0 = -0.6201\,\text{mm}$

Äußere Orientierung:

$X_0 = -464.08\,\text{mm}$ $Y_0 = 26.63\,\text{mm}$ $Z_0 = 1014.08\,\text{mm}$

$$\mathrm{R} = \begin{bmatrix} 0.996342 & -0.011557 & -0.084038 \\ 0.035678 & 0.969127 & 0.244494 \\ 0.077647 & -0.246290 & 0.966002 \end{bmatrix}$$

$\omega = -14.2032°$ $\varphi = -4.8207°$ $\kappa = 0.6646°$

Erläuterung:
Die DLT ist sehr empfindlich gegenüber der räumlichen Position der Passpunkte. In diesem Zahlenbeispiel handelt es sich um ein fast ebenes Objekt. Als Folge davon sind die berechnete Kamerakonstante und die äußere Orientierung in Z-Richtung stark korreliert und weichen von den Sollwerten (siehe Beispiel 4.2) erheblich ab. Leider hat sich in der früheren Auflage bei den Beispielen 4.2 und 4.3 ein Datenfehler eingeschlichen.

S. 288 Gl. 4.30

alte Fassung: $\mathbf{P} = \mathbf{K} \cdot \mathbf{R} \cdot [\boldsymbol{I} \mid -\boldsymbol{X}_0] = \mathbf{K} \cdot [\mathbf{R} - \mathbf{R} \cdot \boldsymbol{X}_0]$

richtig: $\boldsymbol{x}' = \boldsymbol{P} \cdot \boldsymbol{X}$

$$\boldsymbol{P} = \boldsymbol{K} \cdot \mathbf{R}' \cdot [\boldsymbol{I} \mid -\boldsymbol{X}_0] = \boldsymbol{K} \cdot [\mathbf{R}' \mid -\mathbf{R}' \cdot \boldsymbol{X}_0]$$

Die homogenen Projektmatrizen $\boldsymbol{P}$ und $\boldsymbol{K}$ müssen hier und in den folgenden Texten in fett und kursiv dargestellt werden. Die Matrix $\mathbf{R}'$ entspricht der Matrix $\mathbf{R}^{-1}$ aus Abschnitt 2.2.2.

S. 288 **Gl. 4.33**

alte Fassung:

$$\boldsymbol{x}' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c & cs' & x'_0 \\ 0 & c(1+m') & y'_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \cdot \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & -X_0 \\ 0 & 1 & 0 & -Y_0 \\ 0 & 0 & 1 & -Z_0 \end{array}\right] \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

richtig:

$$\boldsymbol{x}' = \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c & cs' & x'_0 \\ 0 & c(1+m') & y'_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \cdot \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & -X_0 \\ 0 & 1 & 0 & -Y_0 \\ 0 & 0 & 1 & -Z_0 \end{array}\right] \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Die Kollinearitätsgleichungen folgen dann durch $x' = u'/w$ und $y' = v'/w$.

S. 317 **Beispiel 4.5**

Die angegebenen Berechnungsergebnisse beziehen sich einen Datensatz, der intern mehr Nachkommastellen besitzt als hier für Bildkoordinaten und Kamerakonstante dargestellt. Mit den hier angegebenen Daten ergeben sich leicht abweichende Ergebnisse der Orientierungswerte. Hinweis: die Bildkoordinaten sind bereits auf den Hauptpunkt bezogen, d.h. die angegebenen Hauptpunktkoordinaten sind hier nicht erforderlich.

alte Fassung:	Basiskomponenten:	$bx = 1$	$by = -0.0635$	$bz = -0.1280$
	Drehwinkel:	$\omega = 1.4513°$	$\varphi = 4.1037°$	$\kappa = 2.5179°$
richtig:	Basiskomponenten:	$bx = 1$	$by = -0.0634$	$bz = -0.1280$
	Drehwinkel:	$\omega = 1.4493°$	$\varphi = 4.1055°$	$\kappa = 2.5182°$

S. 333 **Beispiel 4.8, letzter Absatz**

alte Fassung: Punkt P_1 liegt also links und unterhalb der linken Kamera in einer Entfernung von 3.88 m. Punkt P_2 besitzt entsprechend der Entfernung von 58.49 m eine größere Bildmaßstabszahl und liegt rechts und oberhalb der linken Kamera.

richtig: Punkt P_1 liegt also links und unterhalb der linken Kamera in einer Schrägentfernung von 4.08 m. Punkt P_2 besitzt entsprechend der Schrägentfernung von 69.23 m eine größere Bildmaßstabszahl und liegt rechts und oberhalb der linken Kamera.

S. 335 **Beispiel 4.9**

alte Fassung:

Objektgenauigkeiten:

1. Punkt P_1:	$s_X = 0.6$ mm	$s_Y = 0.6$ mm	$s_Z = 1.4$ mm	$q = h/b = 3.2$
2. Punkt P_2:	$s_X = 9.1$ mm	$s_Y = 9.1$ mm	$s_Z = 315$ mm	$q = h/b = 48$

richtig:

Objektgenauigkeiten:

1. Punkt P_1:	$s_X = 0.6$ mm	$s_Y = 0.6$ mm	$s_Z = 1.3$ mm	$q = h/b = 3.0$
2. Punkt P_2:	$s_X = 9.1$ mm	$s_Y = 9.1$ mm	$s_Z = 396$ mm	$q = h/b = 46$

S. 347 **Tabelle 4.1, Beispiel 3**

alte Fassung: Falscher Querverweis im Beispiel 3

	Beispiel 1 Luftbildverband (Abb. 4.58)	u	u_{Ges}	Beispiel 2 Rundum-Verband (Abb. 4.60)	u	u_{Ges}	Beispiel 3 Testfeldkalibr. (Abb. 7.19 f.)	u	u_{Ges}

richtig:

	Beispiel 1 Luftbildverband (Abb. 4.58)	u	u_{Ges}	Beispiel 2 Rundum-Verband (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)	u	u_{Ges}	Beispiel 3 Testfeldkalibr. (Abb. 7.32 d)	u	u_{Ges}

S. 379 **Letzter Absatz**

alte Fassung: (vgl. Kap. 7.3).
richtig: (vgl. Kap. 7.1).

S. 409 **Formel 4.165**

alte Fassung:

$$\begin{bmatrix} x'_{ij} \\ y'_{ij} \end{bmatrix} = \frac{z'}{Z^*_{ij}} \begin{bmatrix} X^*_{ij} \\ Y^*_{ij} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x'_{0k} \\ y'_{0k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} dx'_k \\ dy'_k \end{bmatrix}$$

richtig:

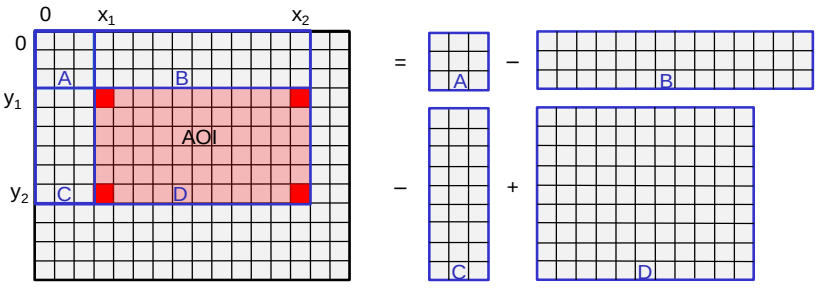
$$\begin{bmatrix} x'_{ij} \\ y'_{ij} \end{bmatrix} = \frac{z'}{Z^*_{ij}} \begin{bmatrix} X^*_{ij} \\ Y^*_{ij} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x'_{0k} \\ y'_{0k} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x'_k \\ \Delta y'_k \end{bmatrix}$$

S. 417 **Erster Absatz**

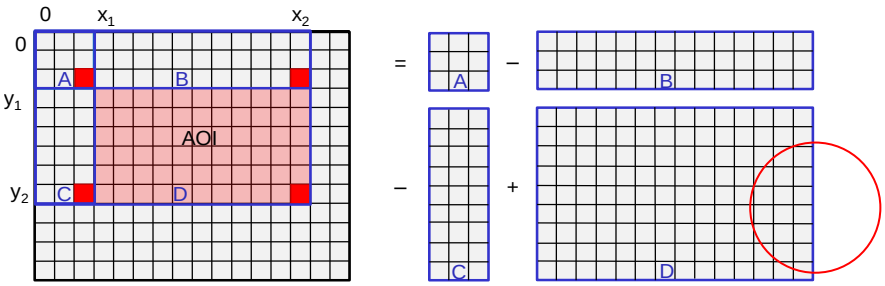
alte Fassung: … während ein UAV-Bildflug mit 400 Farbbildern à 4000 x 3000 Pixel mehr als 1.4 TB Speicherplatz …
richtig: … während ein UAV-Bildflug mit 400 Farbbildern à 4000 x 3000 Pixel mehr als 14.4 GB Speicherplatz …

S. 419 **Abb. 5.11**

alte Fassung:



richtig:



S. 435 **Formel 5.31**

alte Fassung: $P(u) = |F(u)|^2 = \mathrm{Re}^2(u) + \mathrm{Im}^2(u)$

richtig: $P(u) = |F(u)|^2 = \mathrm{Re}^2(F(u)) + \mathrm{Im}^2(F(u))$

S. 495 **Absatz 1**

alte Fassung: $\sigma_f = 1.370$, $\sigma_g = 2.424$, $\sigma_f = 1.543$
richtig: $\sigma_f = 1.370$, $\sigma_g = 2.424$, $\sigma_{fg} = 1.543$

S. 500 **Absatz 3**

alte Fassung: Die Indices *i* und *j* bezeichnen Laufvariablen …
richtig: Die Indices *i* und *k* bezeichnen Laufvariablen …

S. 517 **Absatz 5**

alte Fassung: Die Indices *i* und *j* bezeichnen Laufvariablen …
richtig: Die Indices *i* und *k* bezeichnen Laufvariablen …

S. 579 **Nummerierung der Gleichungen**

alte Fassung: Formel (6.1)
neue Fassung: Formel (6.8)
alle folgenden Gleichungen in Kap. 6 müssen entsprechend umnummeriert werden

---

S. 623 **Formel 7.9**

alte Fassung:

$$\mathbf{Y}_j = \mathbf{f}(\mathbf{X}_j)$$

$$\boldsymbol{\mu}_y = \sum_{j=0}^{2n+1} w_j \mathbf{Y}_j$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_{yy} = \sum_{j=0}^{2n+1} w_j (\mathbf{Y}_j - \boldsymbol{\mu}_y)(\mathbf{Y}_j - \boldsymbol{\mu}_y)^T + (1 + \beta - \alpha^2)(\mathbf{Y}_0 - \boldsymbol{\mu}_y)(\mathbf{Y}_0 - \boldsymbol{\mu}_y)^T$$

richtig:

$$\mathbf{Y}_j = \mathbf{f}(\mathbf{X}_j)$$

$$\boldsymbol{\mu}_y = \sum_{j=0}^{2n} w_j \mathbf{Y}_j$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_{yy} = \sum_{j=0}^{2n} w_j (\mathbf{Y}_j - \boldsymbol{\mu}_y)(\mathbf{Y}_j - \boldsymbol{\mu}_y)^T + (1+\beta-\alpha^2)(\mathbf{Y}_0 - \boldsymbol{\mu}_y)(\mathbf{Y}_0 - \boldsymbol{\mu}_y)^T$$

S. 642 **Letzter Absatz**

alte Fassung: (Ringblitz nicht am Objekt befestigt)
richtig: (Ringblitz nicht am Objektiv befestigt)

S. 682 **Absatz 2**

alte Fassung: siehe Abb. 4.23
richtig: siehe Abb. 4.21

S. 695 **Letzter Absatz**

alte Fassung: siehe Abb. 7.16
richtig: siehe Abb. 7.6

S. 697 **Liste**

alte Fassung: Abb. 6.27, 6.29
richtig: Abb. 6.52, 6.55

alte Fassung: Abb. 6.30
richtig: Abb. 6.44

alte Fassung: Abb. 6.20
richtig: Abb. 6.40

S. 698 **Erster Absatz**

alte Fassung: Abb. 6.27 und 6.36
richtig: Abb. 6.52 und 6.74

S. 708 **Erster Absatz**

alte Fassung: Kap. 6.6.3
richtig: Kap. 6.9.3