

Paper-ID: VGI_197407



Das Ausgleichen von Zwischenorientierungen in Polygonnetzen

Kornelius Peters ¹

¹ *Institut für Landesvermessung an der Technischen Hochschule Wien, A-1040 Wien, Gußhausstraße 27-29*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **62** (2), S. 77–85

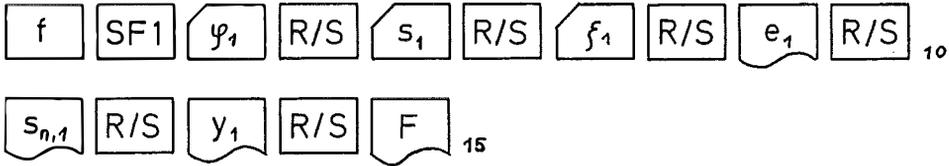
1974

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Peters_VGI_197407,  
Title = {Das Ausgleichen von Zwischenorientierungen in Polygonnetzen},  
Author = {Peters, Kornelius},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {77--85},  
Number = {2},  
Year = {1974},  
Volume = {62}  
}
```



Abschließend erfolgt:



4. Wird eine Wiederholung der Rechnung mit eventuell neuen Angaben gewünscht, so ist Punkt 3. zu wiederholen.

Zahlenbeispiel:

$$y_s = 100.00$$

$$x_s = 100.00$$

Pkt.	φ	s	ζ	e	y	x	Sperrm.
1	309, 69 ^s	23.80	98, 24 ^s	23.79	76.48	103.61	
2	69, 15	54.20	88, 79	53.36	147.22	124,86	73.86
3	120, 69	83.16	107, 32	82.61	178.29	73,62	59,92
4	163, 07	41.99	100, 00	41.99	123.01	64,88	55,96
							60.54

$$F = 3415,9 \text{ m}^2$$

Literatur

Friedl, J., Krajicek, G., Meissl, P.: Taschenrechner HEWLETT-PACKARD HP-45. Die Benützung und Anwendungsbeispiele für die Vermessungstechnik. Mitteilungen der Geodätischen Institute der Technischen Hochschule in Graz, Folge 14.

Unveröffentlichtes Konzept eines „Owners Handbook“ für die HP-65.

Das Ausgleichen von Zwischenorientierungen in Polygonnetzen

Von *Kornelius Peters*, Wien

Das Unbehagen an der Wirkungslosigkeit von Zwischenorientierungen bei Ausgleich gemäß konventionell-klassischen mathematischen und statistischen Modellen hat Zeger (1971) formuliert. Das stochastische Modell, d. h. die Gewichtsmatrix der Beobachtungen, wurde im Sinne einer pragmatischen Wirksamkeit von Zeger (1974) insofern geändert, daß die Richtungsmessungen in Polygonzügen nicht mehr gleich genau, sondern mit Gewichten proportional der Visurlänge angenommen werden.

Im folgenden sollen die Stichhaltigkeit dieser Annahme diskutiert sowie ein mathematisches Modell für absolute, netzunabhängige Orientierungen erörtert werden.

1. Problematik von Richtungsgewichten

Sei m_{ext} die Exzentrizität im Standpunkt
 m_{exj} die Exzentrizität im Zielpunkt

im Sinne eines mittleren richtungsunabhängigen Fehlervektors, ... (1)

so werden die gemäß Abb. 1 wirksamen Exzentrizitäten m_e (im Sinne von Perpendikeln) zu

$$m_{ei} = m_{ext} / \sqrt{2} \quad \dots (2)$$

$$m_{ej} = m_{exj} / \sqrt{a}$$

wegen (1) in Analogie zu Koordinaten- und Punktfehler bei kreisförmigen Fehlerellipsen.

Das quadratische Perpendikel m_{Rij}^2 des gesamten Richtungsfehlers (von P_i nach P_j) beträgt gemäß Abb. 1

$$m_{Rij}^2 = m_{oR}^{cc2} s_{ij}^2 \rho^{cc-2} + m_{ei}^2 + m_{ej}^2 \quad \dots (3)$$

bzw. im Winkelmaß

$$m_{Rij}^{cc2} = m_{oR}^{cc2} + (m_{ei}^2 + m_{ej}^2) \rho^{cc2} s_{ij}^{-2}, \quad \dots (4)$$

wobei m_{oR}^{cc} der zufällige Beobachtungsfehler einer Richtung ist.

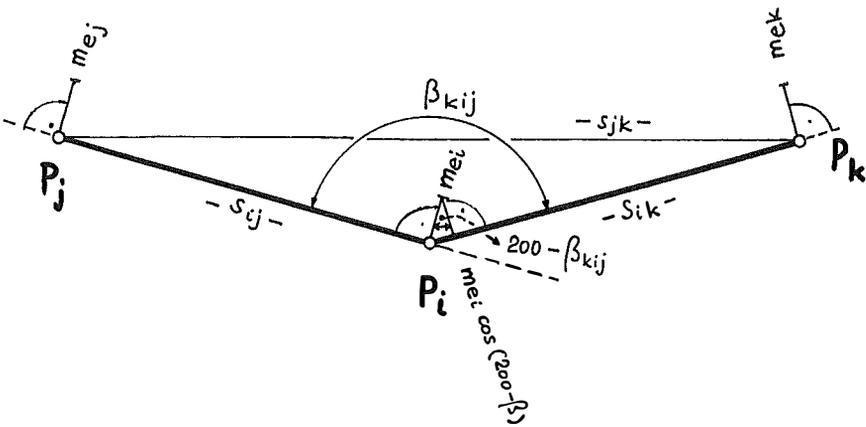


Abb. 1

1.1 Übergang auf Winkel

Die richtungsbezogenen Formeln sind zwar übersichtlicher und allgemeiner, doch soll noch kurz eine Anwendung des Allgemeinen Fehlerfortpflanzungsgesetzes zu der altherwürdigen Helmert-Formel für Gesamtfehler aus der Exzentrizität führen (vgl. Gotthardt 1971, Seite 3, unten):

$$m_{\beta_{kij}}^{cc2} = m_o \beta^{cc2} + \rho^{cc2} ((s_{ij}^2 + s_{ik}^2) m_{exj, k}^2 + s_{jk}^2 m_{ext}^2) / (2 s_{ij}^2 s_{ik}^2). \quad \dots (5)$$

Das Fehlerfortpflanzungsgesetz besagt:

$$m\beta_{kij}^2 = m_{Rik}^2 - 2 m_{Riktj}^2 + m_{Rij}^2. \quad \dots (6)$$

In m_{oR} sowie $m_{ej} = m_{ek}$ herrscht gemäß Abb. 1 Korrelationsfreiheit; daher sind nur die Ausdrücke in m_{ei} (Standpunktsexzentrizität) von Bedeutung. $\dots (7)$

Wegen

$$m_{Rij}^{cc} = m_{ei} \cdot \rho^{cc} \cdot s_{ij}^{-1}$$

$$m_{Rik}^{cc} = m_{ei} \cdot \rho^{cc} \cdot s_{ik}^{-1} \cos(200-\beta) = -m_{ei} \cdot \cos \beta \cdot \rho^{cc} \cdot s_{ik}^{-1} \quad \dots (8)$$

wird m_{Riktj}^2 nach *Tienstra* zu $m_{ei}^2 \rho^{cc2} s_{ij}^{-1} s_{ik}^{-1} (-\cos \beta)$. $\dots (9)$

Erweitert man mit $s_{ij}s_{ik}$ und setzt man den cos-Satz der ebenen Trigonometrie für $(-s_{ij}s_{ik} \cos \beta)$, wird (9) zu

$$m_{Riktj}^2 = m_{ei}^2 \rho^{cc2} (s_{jk}^2 - s_{ik}^2 - s_{ij}^2) / 2 s_{ij}^2 s_{ik}^2. \quad \dots (10)$$

(10) in (6) mit (2) ergibt (5).

1.2 Plausibilitätsbetrachtung zu Zeger's Gewichtsansatz

Es sei vorausgesandt, daß der konventionelle Ausgleichsalgorithmus nur zufällige Fehler voraussetzt und eine Wirksamkeitsüberlegung an Hand eines konkreten „groben“ Fehlers wie in *Zeger (1974)* im „Testbeispiel“ geschehen, nicht korrekt scheint; dies umso mehr, als das Konzept der Zwischenorientierungen von kurzen Polygonseiten ursprünglich nicht als Ausgleichungsverfahren (Schätzverfahren), sondern als Fehlersuchprogramm gedacht war.

In der folgenden Tabelle 1 ist zu sehen, daß das von *Zeger (1974)* vorgeschlagene Richtungsgewicht für verschiedene Modellansätze tatsächlich *empirisch zutrifft*, vor allem für den praktisch bedeutsamen Zielweitenbereich von 200 bis 2000m bei sorgfältiger freier Zentrierung und Präzisionswinkelmessung oder im kurzen Seitenbereich bei Zwangszentrierung. Von genereller, einschränkungsfreier Anwendung des genannten Gewichtsansatzes, z. B. in EDV-Algorithmen, ist aber abzuraten.

Tabelle 1: Werte der gesamten Richtungsfehler $\pm m_{R}^{cc}$

m_{ei} [cm] m_{ejk} [cm]	0,1	0,5	1	1
	0,1	1	2	5
$\pm m_{oR}$ [cc]	7 35	7 35	7 35	7 35
s_{ij} [km]	Zwangszentrierte Messung	Freie Zentrierung	Freie Zentrierung wenig sorgfältig	Freie Zentrierung Anschlußziel inhomogen
0,05	19,3 λ 39	142 146	284 287	. .
0,2	8,3 λ 35,2	36 λ 50	71 79 λ	. .
0,5	7,2 35	16 λ 38	29 45 λ	65 73 λ
2	7 35	8 λ 35	10 36	18 λ 39 λ
5	7 35	7 35	7,5 35	9,5 λ 36

λ Gültigkeitsbereich des *Zeger*-Gewichtes

$$p_R = \frac{1}{m_R^2} = s;$$

$$m_R^{cc} \cong \frac{1}{\sqrt{s}}.$$

2. Absolute Orientierung von Innenrichtungen

Mit den Begriffen:

a, b Gauß'sche Richtungskoeffizienten

o_o vorläufige Orientierung (analog zu $x_o, y_o \dots$ vorläufige Koordinaten)

do Orientierungsverbesserung durch Ausgleich (analog zu dx, dy Koordinatenverbesserung durch Ausgleich),

R^e gemessene Richtung

R^o vorläufig orientierte Richtung

v_o Richtungswinkel aus vorläufigen Koordinaten

w Widerspruch

v Verbesserung

wird die Grundformel für die orientierte Innenrichtung

$$o_o + do + R^e + v = v_o + a dx + b dy \quad \dots (11)$$

oder

$$v = a dx + b dy - do + (v_o - o_o - R^e), \quad \dots (12)$$

$$\text{worin man noch } w = v_o - (R^e + o_o) \quad \dots (13)$$

setzen kann.

o_o wird benötigt, um die mit beliebig eingerichteten Teilkreis beobachteten Richtungen so weit zu orientieren, daß die Widersprüche in (13) rechentechnisch zu den übrigen Gliedern in (12) passen.

do ergibt sich aus dem Umstand, daß die „Meßwerte“ $R^e + o_o$ abweichend von den „orientierten Außenrichtungen“ noch von den Koordinatenverbesserungen des jeweiligen Standpunktes abhängen.

Meist wird o_o als arithmetisches Mittel der n Standpunktorientierungen gemäß

$$o_o = \frac{[v_o - R^e]}{n} \quad \dots (14)$$

berechnet, wobei die v_o auch zwischen zwei Neupunkten berechnet werden können.

Liegt die Orientierung auf Grund des mathematischen Modelles oder der technisch-wirtschaftlichen Möglichkeiten nicht in der Form (14) vor, ist der Ansatz (11) bis (13) entsprechend zu modifizieren.

Nehmen wir dazu z. B. an, zusätzlich zu den beiden Polygonrichtungen R_{ij}^e , R_{ik}^e sei noch durch ein absolutes Orientierungsverfahren (z. B. astronom. Azimut, Kreisel) die Nordrichtung beobachtet oder übertragen worden.

2.1 Die beobachteten Innenrichtungen werden als orientiert behandelt

Der mittlere Fehler a priori der Orientierungsmessung sei m_o , jener einer beobachteten Innenrichtung m_R .

Somit wäre der mittlere Fehler einer orientierten Innenrichtung

$$m_{Ri} = \sqrt{m_o^2 + m_R^2}. \quad \dots (15)$$

Es wäre nun unkorrekt, einfach analog zu den bekannten Formeln der Außenrichtungen $v = adx + bdy + w$... (16)

$$\text{mit } w = v_o - R^o \quad \dots (17)$$

$$R^o = R^e + o \quad \dots (18)$$

die Gleichung (16) für absolut orientierte Innenrichtungen anzusetzen und mit Gewichten $p_{Ri} = \frac{c}{m_{Ri}^2}$ in den Ausgleich einzuführen, wobei nicht absolut orientierte Innenrichtungen nach (12) auf den entsprechenden Standpunkten mit $p_R = \frac{c}{m_R^2}$ gewichtet werden.

Die orientierten Innenrichtungen (16) sind nämlich *nicht unabhängig*, ihre Kovarianzmatrix Q ist voll besetzt, somit auch ihre Gewichtsmatrix keine Diagonalmatrix P mehr (wohl aber jene der konventionellen Innenrichtungen). ... (19)

Die engste Korrelation besteht natürlich zwischen den Innenrichtungen ein und desselben Kreiselpunktes; aber auch dann, wenn verschiedene Standpunkte absolut orientiert wurden, sind die orientierten Richtungen dieser Punkte voneinander abhängig. ... (20)

Wegen (19) sind die Normalgleichungen nicht als

$$A^T P A x = A^T P w,$$

sondern mit
anzusetzen.

$$A^T Q^{-1} A x = A^T Q^{-1} w \quad \dots (21)$$

2.2 Die absolute Orientierung trägt zur konventionellen Orientierungsverbesserung bei

Als Alternative zu 2.1 mit (16), (17), (18), (21) sei noch folgendes Modell vorgestellt:

In (12) ist do bedingt durch die geometrische Konfiguration. ... (22)

Setzt man (12) für die Orientierungsvisur an, verschwinden die entsprechenden Gauß'schen Koeffizienten (bei Absolutorientierung) oder werden sehr klein (Fernziel). Streng genommen hat das do der Absolutorientierung eine andere Bedeutung als jenes der konventionellen Innenrichtung (22); man müßte daher eine neue Unbekannte do_α für die Orientierungsverbesserung einführen, wenn schon nicht standpunktweise, so wegen (20) doch für das Netz. ... (23)

(23) ist alternativ zum strengen Verfahren 2.1 plausibel, da auch die Orientierungsmessung mit dem zufälligen Fehler m_o behaftet ist, welcher oft signifikant größer ist als jener in der Praxis vernachlässigte auf den Außenrichtungen. Auf die Analogie zwischen (23) und einem gemeinsamen Maßstabsfaktor sei hingewiesen.

Wegen der geringen Redundanz in Polygonzügen und zugartigen Netzen wird aber (23) nicht praktikabel sein und standpunktweise $do_\alpha = do$ gesetzt.

(12) lautet nunmehr auf dem Standpunkt P_i :

$$\begin{aligned} v_{ij} &= a_{ij} (dx_i - dx_j) + b_{ij} (dy_i - dy_j) - do_i + w_{ij} \\ v_{ik} &= a_{ik} (dx_i - dx_k) + b_{ik} (dy_i - dy_k) - do_i + w_{ik} \\ v_{iN} &= \phantom{a_{ij} (dx_i - dx_j) + b_{ij} (dy_i - dy_j)} - do_i + w_{iN} \end{aligned} \quad \dots (24)$$

$$\begin{aligned} \text{mit } w_{iN} &= v_{oiN} - (o_o + R_{iN}^e) = 0 \\ w_{ij} &= v_{oij} - (o_o + R_{ij}^e). \end{aligned} \quad \dots (25)$$

w_{iN} wird Null, da die absolute Orientierung zweckmäßigerweise als Vororientierung nach Nord verwendet wird und $v_{oiN} = o_o + R_{iN}^e = 0$. $\dots (26)$

Die Gleichungen (24) sind nun mit den Gewichten

$$p_{ij}, p_{ik} = \frac{c}{m_R^2} \text{ bzw. } p_{iN} = \frac{c}{m_o^2} \quad \dots (27)$$

zu versehen; analog zum konventionellen Verfahren rechnet man

$$\begin{aligned} do_i &= \frac{p_{ij} a_{ij} + p_{ik} a_{ik}}{p_{ij} + p_{ik} + p_{iN}} dx_i - \frac{p_{ij} a_{ij}}{p_{ij} + p_{ik} + p_{iN}} dx_j + \dots + \\ &\quad + \frac{p_{ij} w_{ij} + p_{ik} w_{ik}}{p_{ij} + p_{ik} + p_{iN}}. \end{aligned} \quad \dots (28)$$

Hier wird $[pw]$ natürlich nicht standpunktweise Null, da nicht nach (14) orientiert wurde.

Weiters sei festgehalten, daß die Orientierung o aus (18) bzw. o_o aus (25) nicht unbedingt durch ein astronomisches oder physikalisches Verfahren gewonnen sein muß; sowohl in (18) als auch in (24), (25) kann hierzu eine konventionelle Zwischenorientierung nach einem sehr fernen Ziel herangezogen werden, wobei die Gewichte in (19) bzw. (27) aus (4) bzw. Tabelle 1 zu berechnen sind. $\dots (29)$

2.3 Ziffernbeispiele

Gemäß der (vereinfachten) Abbildung 2 seien innerhalb eines Polygonnetzes in Tabelle 2 folgende Messungen vorgelegt:

Tabelle 2

Von:	nach:	v_o	R^e	s [m]	a [c/cm]	b [c/cm]	m^e	R^o	w [c]
P_i	P_j	299 ^g -98-00	275 ^g -00-00	200	-0,32	0	0,35	299 ^g -98-00	0,0
	P_k	50 ^g -01-00	25 ^g -00-00	141	+0,32	-0,32	0,35	49 ^g -98-00	+3,0
	Nord	0 ^g -00-00	375 ^g -02-00	-	-	-	0,50	0 ^g -00-00	0,0

Würde man o_o gemäß (14) berechnen, ergäbe sich

$$o_o(14) = \frac{24^g98 + 25^g01}{2} = 24^g995,$$

andererseits $o(18) = o_o(26) = 0^g00 - 375^g02 = 24^g980$.

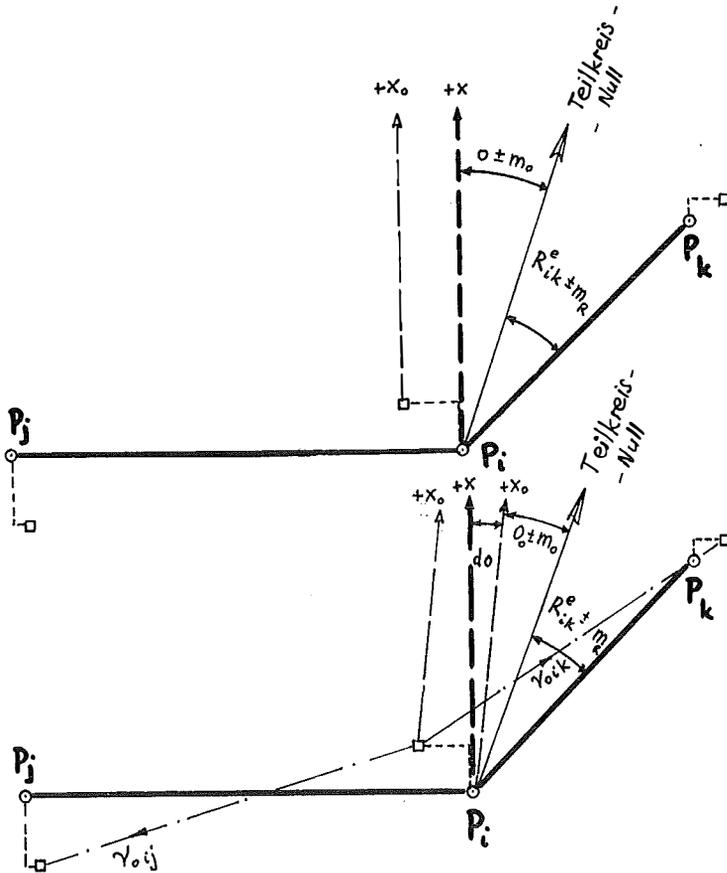


Abb. 2

Gemäß (15), (21) wird nach dem *strengen Modell 2.1*

$$Q_i = \begin{vmatrix} 0,37 & 0,25 \\ 0,25 & 0,37 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} m_{Ri^2} & m_{R^2} \\ m_{R^2} & m_{Ri^2} \end{vmatrix} \quad \dots (30)$$

Kontrolle für (30): $m_{\beta_{ktj}} = \sqrt{0,37 + 0,37 - 2 \cdot 0,25} = \pm 0e5 (= 0e35\sqrt{2})$

$$P_i = Q_i^{-1} = \frac{1}{0,139 - 0,062} \begin{vmatrix} 0,37 & -0,25 \\ -0,25 & 0,37 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4,8 & -3,2 \\ -3,2 & 4,8 \end{vmatrix} \quad \dots (31)$$

Der Beitrag der Messungen auf \$P_i\$ zu den Normalgleichungen lautet gemäß (21) mit Tabelle 2 und (31):

$$\begin{vmatrix} -0,32 & +0,32 \\ 0 & -0,32 \\ +0,32 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & -0,32 \\ 0 & +0,32 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4,8 & -3,2 \\ -3,2 & 4,8 \end{vmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -0,32 & 0 & +0,32 & 0 & 0 & 0 \\ +0,32 & -0,32 & 0 & 0 & -0,32 & +0,32 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx_i \\ dy_i \\ dx_j \\ dy_j \\ dx_k \\ dy_k \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} -0,32 & +0,32 \\ 0 & -0,32 \\ +0,32 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & -0,32 \\ 0 & +0,32 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4,8 & -3,2 \\ -3,2 & 4,8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0,0 \\ 3,0 \end{pmatrix}$$

, im Klartext:

$$\begin{array}{rcccccc} dx_i & + & dy_i & + & dx_j & + & dy_j & + & dx_k & + & dy_k & = & \dots \\ + 1,64 & & - 0,82 & & - 0,82 & & 0 & & - 0,82 & & + 0,82 & = & 7,7 \\ & & + 0,84 & & + 0,32 & & 0 & & + 0,48 & & - 0,48 & = & - 4,6 \\ & & & & + 0,48 & & 0 & & + 0,32 & & - 0,32 & = & - 3,1 \\ & & & & & & 0 & & 0 & & 0 & = & 0 \\ & & & & & & & & + 0,48 & & - 0,48 & = & - 4,6 \\ & & & & & & & & & & + 0,48 & + & 4,6 & \dots \end{array} \quad (32)$$

Nach der *Näherungsmethode 2.2* werden mit $c = 1$ die Gewichte p_{ij} , $p_{ik} = 8$; $p_{iN} = 4$ (33)

Damit wird aus (28) mit (33)

$$doi = \frac{1}{20} (0dx_i + 2,6dx_j - 2,6dx_k - 2,6dy_i + 0dy_j + 2,6dy_k + 24);$$

die reduzierten Verbesserungsgleichungen:

$$\begin{array}{rcccccccc} v & = & dx_i & + & dx_i & + & dx_j & + & dx_j & + & dx_k & + & dy_k & + & w & & p \\ ij & & - 0,32 & & + 0,13 & & + 0,19 & & 0 & & + 0,13 & & - 0,13 & & - 1,2 & & 8 \\ ik & & + 0,32 & & - 0,19 & & - 0,13 & & 0 & & - 0,19 & & + 0,19 & & + 1,8 & & 8 \\ iN & & 0 & & + 0,13 & & - 0,13 & & 0 & & + 0,13 & & - 0,13 & & - 1,2 & & 4 \\ & & & & & & & & & & & & & & & & \dots \end{array} \quad (34)$$

daraus der Beitrag zu den Normalgleichungen:

$$\begin{array}{rcccccc} + 1,64 & - 0,82 & - 0,82 & 0 & - 0,82 & + 0,82 & = & + 7,7 \\ & + 0,60 & + 0,46 & 0 & - 0,60 & + 0,60 & = & - 4,6 \\ & & + 0,60 & 0 & + 0,46 & - 0,46 & = & - 3,1 \\ & & & 0 & 0 & 0 & = & 0 \\ & & & & + 0,60 & - 0,60 & = & - 4,6 \\ & & & & & + 0,60 & = & + 4,6 \\ & & & & & & & \dots \end{array} \quad (35)$$

Zum Abschluß noch der Beitrag zu den Verbesserungs- bzw. Normalgleichungen, wie er sich ohne Verwendung der Zwischenvisur ergeben hätte:

$$\begin{array}{rcccccccc}
 v = & dx_i & + & dy_i & + & dx_j & + & dy_j & + & dx_k & + & dy_k & + & w & p \\
 do_j & 0 & & -0,16 & & +0,16 & & 0 & & -0,16 & & +0,16 & & 0 & . \\
 ij & -0,32 & & +0,16 & & +0,16 & & 0 & & +0,16 & & -0,16 & & -1,5 & 8 \\
 ik & +0,32 & & -0,16 & & -0,16 & & 0 & & -0,16 & & +0,16 & & +1,5 & 8 \\
 & & & & & & & & & & & & & & \dots (36)
 \end{array}$$

Normalgleichungen (Anteil):

$$\begin{array}{rccccccc}
 + 1,64 & - 0,82 & - 0,82 & 0 & - 0,82 & + 0,82 & = + 7,7 \\
 & + 0,41 & + 0,41 & 0 & + 0,41 & - 0,41 & = - 3,8 \\
 & & + 0,41 & 0 & + 0,41 & - 0,41 & = - 3,8 \\
 & & & 0 & 0 & 0 & = 0 \\
 & & & & + 0,41 & - 0,41 & = - 3,8 \\
 & & & & & 0,41 & = + 3,8 \\
 & & & & & & \dots (37)
 \end{array}$$

3. Zusammenfassung

Die Zeger'sche Gewichtsannahme für Richtungen (proportional den Visurlängen) ist empirisch für gewisse Netzfigur-Fehlerkombinationen als zutreffend nachzuweisen.

Wertet man absolute Orientierungen bzw. Zwischenvisuren im Polygonnetz nicht bloß als Grobkontrolle, sondern als zusätzliche Beobachtungen für einen vermittelnden Ausgleich, so sind keine signifikanten Unterschiede zwischen strengen und Näherungsverfahren und auch *keine signifikante Verbesserung* der Punktstellung nachzuweisen, wenn man die *derzeit üblichen Genauigkeitsverhältnisse* voraussetzt.

Auf die bekannt geringe Auswirkung unrichtiger Gewichtsannahmen soll hier nicht eingegangen werden.

Eine eingehende numerische Untersuchung für spezielle Fälle (extreme Seitenlängen, große Orientierungsgenauigkeit) ist am Institut für Landesvermessung geplant.

Für eine wertvolle Diskussion bin ich Herrn Prof. Dr. H. Schmid zu Dank verpflichtet.

Literatur

Zeger, Josef: Bemerkungen zum Querfehler in Zugsmittle bei einem Polygonzug mit Zwischenorientierungen. ÖZfV, 59 (1971), Nr. 4, S. 113–122.

Zeger, Josef: Polygonzüge mit Zwischenorientierungen. ÖZfVuPh, 62 (1974), Nr. 1, S. 34–41.

Gotthardt, E.: Grundsätzliches zur Fehlertheorie und zur Ausgleichung von Polygonzügen und von Polygonnetzen. Sammlung Wichmann, Heft 12, Karlsruhe 1971.