



Geoinformation und Landentwicklung

Komplexausgleichung

Roman Kraft
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, Referat 43
Regionalbesprechungen LGL/UVB/ÖbVI 2018

Grundlage:
Vorträge von Dr. Armin Schluchter (LRA Schwäbisch Hall) und Hans-Joachim Wank (LRA Tübingen)
anlässlich Praxisseminar „Komplexausgleichung“ des DVW Baden-Württemberg am 21. März 2018
Überarbeitet von Roman Kraft (Ref. 43 LGL)



www.lgl-bw.de

Folie 1



Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung

Gliederung

- Allgemeines
- Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen
- Vorschriften zur Komplexausgleichung
- Komplexausgleichung mit SYSTRA
- Besonderheiten
- Vergleich Komplexausgleichung mit 5-Parameter-Transformation



www.lgl-bw.de

Folie 2



Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Allgemeines

Komplexausgleichung:

- Ausgleichung von Beobachtungen unterschiedlicher Beobachtungstypen zur Erzielung optimaler Ergebnisse
- Anwendung bei **nicht einwandfreien** Vermessungen im badischen und württembergischen Kataster mit
 - Polar-, Orthogonal- und Spannmaßmessungen
 - komplexen Linienstrukturen
 - (Verbindungs-) Punkten auf zwei oder mehreren Linien
 - wenigen identischen Punkten
- Alternativ oder ergänzend zu klassischen Verfahren wie Helmert-Transformation oder 5-Parameter-Transformation
 - ← Erzielung von Ergebnissen vergleichbarer Qualität

Voraussetzung: Richtige Anwendung des Verfahrens

Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen

Funktionales Modell:

Beobachtung + Verbesserung = Funktion der Unbekannten

linear / nicht linear: $l + v = f(x)$ $x_0 \dots$ Näherungswerte

Linearisierung: $l + v = f(x_0) + A(x - x_0)$ mit $\tilde{l} = l - f(x_0)$

$$\tilde{l} + v = A \cdot \Delta x$$

Stochastisches Modell:

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & \sigma_2^2 & 0 & 0 & \dots \\ & & \dots & & \end{bmatrix} = \sigma_0^2 Q = \sigma_0^2 P^{-1}$$

Forderung: $\Phi = v^T P v \rightarrow \text{Minimum}$

Lösung: $\Delta x = (A^T P A)^{-1} \cdot A^T P \tilde{l}$ mit $A^T P v = 0$

Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen

Kenngößen der Ausgleichung

Überbestimmung / Redundanz: $r = n - u$

Redundanzanteil einer Beobachtung **EV**: $EV_i = r_i \cdot 100[\%]$

Varianzfaktor a posteriori: $\hat{\sigma}^2 = \frac{v^T P v}{r}$

Statistische Überprüfung:

Normierte Verbesserung **NV**: $NV_i = \frac{|v_i|}{\sigma_{v_i}}$

Vermutete Größe des groben Fehlers **GF**: $GF_i = -\frac{v_i}{r_i}$

Vorschriften zur Komplexausgleichung

LV-Vorschrift (VwVLV):

- **G. Grenzfeststellungen/G5. Vergleich durch Komplexausgleichung**
 - Nr. 240: Grundsätzliches
 - Nr. 241: Aufnahmeelemente und Unbekannte
 - Nr. 242: Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente
 - Nr. 243: Nicht identische Punkte
 - Nr. 244: Nachweis
- **J. Fortführungsrisse**
 - Nr. 273: Ausarbeitung (Abs. 2 Ziffer 2 betrifft Komplexausgleichung)
- **Anlage 11** Zulässige Standardabweichungen a priori bei der Komplexausgleichung

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 240 Grundsätzliches

- In einer Komplexausgleichung dürfen ausschließlich Aufnahmesysteme **nicht einwandfreier** Vermessungen aus Zeiten vergleichbarer Qualität (Epoche) bearbeitet werden.
- Als jeweils eine **Epoche** zählt im **württembergischen** Landesteil:
 1. die Zeit der Landesvermessung,
 2. die Zeit der Ergänzungsvermessungen,
 3. die Zeit nach den Ergänzungsvermessungen bis zur Technischen Anweisung von 1871,
 4. die Zeit ab der Technischen Anweisung von 1871 bis zur Technischen Anweisung von 1895 und
 5. die Zeit nach der Technischen Anweisung von 1895.
- Im ehemals **hohenzollerischen** Landesteil gelten entsprechende Epochen.
- Die nicht einwandfreien Vermessungen im ehemals **badischen** Landesteil können i.d.R. als eine Epoche betrachtet werden.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 240 Grundsätzliches

- Mit Komplexausgleichung werden
 - die **Aufnahmesysteme** des Katasternachweises mittels identischer Punkte **rechnerisch wiederhergestellt**,
 - identische Punkte auf **Übereinstimmung mit Katasternachweis geprüft** und
 - **Landeskoordinaten** für nicht identische Punkte **berechnet**.
- Für die **Auswahl identischer Punkte** gilt Nr. 222 Abs. 1 sinngemäß. Demnach können verwendet werden:
 1. Grenzpunkte,
 2. Zeugen,
 3. Punkte von Gebäuden und topographischen Objekten,
 4. Punkte des bisherigen Polygon- und Liniennetzes und
 5. Punkte, die Vermessungslinien miteinander verknüpfen.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 241 Aufnahmeelemente und Unbekannte

- In die Komplexausgleichung dürfen grundsätzlich **nur Aufnahmeelemente des Katasternachweises** eingeführt werden.
Dies sind:
 1. Abszissen und Ordinaten,
 2. polare Aufnahmeelemente (Richtungen, Strecken),
 3. Spannmaße,
 4. geometrische Bedingungen und
 5. Soldner-Koordinaten, sofern die diesen zugrunde liegenden Aufnahmeelemente nicht verwendet werden können (z. B. Bestimmung durch Photogrammetrie).

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 241 Aufnahmeelemente und Unbekannte

- Zur Schätzung der Genauigkeiten der Aufnahmeelemente (**Standardabweichungen a priori**) ist von der Genauigkeit der Messgeräte und Messverfahren zum Zeitpunkt der Entstehung des Katasternachweises auszugehen.
- Standardabweichungen a priori sind **grundsätzlich** für jede Art von Aufnahmeelementen (Beobachtungsgruppen) **einheitlich** festzulegen.
- **Individuelle** Standardabweichungen a priori für einzelne Aufnahmeelemente (Beobachtungen)
 - **nur in Ausnahmefällen** zulässig
 - Begründung im Ausgabeprotokoll
- **Zulässige Werte** für Standardabweichungen a priori in **VwVLV Anlage 11**; Änderungen der Grundeinstellung sind zu begründen.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

Anlage 11: Zulässige Standardabweichungen a priori

Beobachtung	Grundeinstellung	zulässige Änderung
Identische Punkte	fest (= 0,1 cm)	keine
Orthogonale Messdaten: Abszisse, Ordinate	2 cm 8 cm	bis 6 cm bis 15 cm
Spannmaße	2 cm 8 cm	bis 6 cm bis 15 cm
Maßstäbe	20 cm/km 80 cm/km	bis 40 cm/km bis 200 cm/km
Polare Messdaten: Richtungen	10 mgon	--
Zentrierung	1 cm	--
Polarstrecken absolut	2 cm	--
Polarstrecken relativ	1 cm/km	--
Soldnerkoordinaten als lokale Koordinaten	3 cm	--

-- = Grundeinstellung veränderbar

Blau: Katasternachweis vor 1871 (in ehemals württ./hohenzoll. Landesteilen)



www.lgl-bw.de

Folie 11



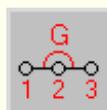
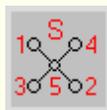
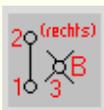
Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Vorschriften zur Komplexausgleichung

Anlage 11: Zulässige Standardabweichungen a priori

Beobachtung	Grundeinstellung	zul. Änderung
Durchfluchtung (Ordinate y = 0) Re-Gewichtung der identischen Punkte	fest (= 0,01 cm)	keine
Bedingungen: B ... Bogenschlag (rechts) S ... Geradenschnitt G ... Geradlinigkeit	1 cm	--



www.lgl-bw.de

Folie 12



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Festsetzung der Standardabweichungen a priori

- Einfluss auf die **Ausscheidung grob falscher Beobachtungen**
- Einfluss auf die **Bestimmung der Unbekannten**

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 241 Aufnahmeelemente und Unbekannte

- Folgende **Unbekannte** sind zulässig:
 1. Landeskoordinaten für jeden nicht identischen Punkt,
 2. für jedes polare Aufnahmesystem
 - a) zwei Translationen,
 - b) eine Orientierungsunbekannte und
 - c) eine Maßstabsunbekannte, sowie
 3. für jede Vermessungslinie
 - a) zwei Translationen,
 - b) eine Rotation und
 - c) zwei Maßstabsunbekannte.

Komplexausgleichung

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 242 Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente

A normal distribution curve with the x-axis labeled from -3σ to 3σ. The y-axis ranges from 0.0 to 0.4. The area under the curve is divided into sections with the following percentages: 0.1% (between -3σ and -2σ), 2.1% (between -2σ and -1σ), 13.6% (between -1σ and 0), 34.1% (between 0 and 1σ), 34.1% (between 1σ and 2σ), 13.6% (between 2σ and 3σ), 2.1% (between 3σ and 4σ), and 0.1% (between 4σ and 5σ).

- Für die **statistische Überprüfung** werden für jedes Aufnahmeelement berechnet:
 - die Verbesserung **V**,
 - die normierte Verbesserung **NV**,
 - der Redundanzanteil **EV** und
 - der Schätzwert für den groben Fehler **GF**.
- Neben der statistischen Überprüfung sind mit einzubeziehen und sachgerecht zu beurteilen (insbesondere, wenn systematische Fehler vermutet werden oder Redundanz der zu untersuchenden Aufnahmeelemente gering ist):
 - Qualität des Katasternachweises (Entstehungszeitpunkt, Anlage der Vermessung),
 - auffällige Abszissendifferenzen zwischen benachbarten Grenzpunkten innerhalb einer Vermessungslinie und
 - örtlicher Abmarkungszustand.

www.lgl-bw.de

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 15

Komplexausgleichung

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 242 Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente

Normierte Verbesserung (NV)

- **NV ≤ 3**
 - Es werden **keine groben Fehler** in den jeweiligen Aufnahmeelementen vermutet.
 - Katasternachweis und Abmarkung sind grundsätzlich als **übereinstimmend** anzusehen.
- **NV > 3**
 - **Vermutung eines groben Fehlers** (in der Größe **GF**) im Aufnahmeelement mit dem größten **NV**.
 - Katasternachweis und Abmarkung des GP, der durch dieses Aufnahmeelement festgelegt ist, sind grundsätzlich **nicht** als **übereinstimmend** anzusehen.

www.lgl-bw.de

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 16

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 242 Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente

Wenn Katasternachweis und Abmarkung nicht übereinstimmen:

- Möglicherweise fehlerhafte Beobachtungen sind sukzessive abzarbeiten.
- Bei Beobachtung **mit größtem NV beginnen**, da hier
 - Wahrscheinlichkeit eines groben Fehler am größten und
 - Auswirkungen auf andere (auffällige) Beobachtungen gegeben.
- Sofern **grober Fehler nachgewiesen** ist: entsprechendes Aufnahmeelement **ausscheiden** und Ausgleichung neu berechnen.
- Untersuchung ist so lange zu **wiederholen**, bis alle groben Fehler in Aufnahmeelementen aufgedeckt sind.
- Wird **örtliche Veränderung der Abmarkung** nachgewiesen, sind die Aufnahmeelemente zu belassen; der Punkt muss dann **als nicht identischer Punkt berechnet** werden.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 242 Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente

- Liegen keine erkennbaren groben Fehler in den Aufnahmeelementen mehr vor: **Untersuchung**, ob **a priori** Standardabweichungen an die (in der Ausgleichung ermittelten) **a posteriori** Standardabweichungen **anzupassen** sind
 - Abweichungen **innerhalb 30 %**: Anpassung i.d.R. **nicht erforderlich**
 - Bei größeren Abweichungen: **Anpassungen nur**, wenn auf Grund der Qualität der Katasternachweise und des Abmarkungszustands **plausibel** und Redundanzanteil der betreffenden Gruppe von Aufnahmeelementen **ausreichend hoch**
- **Verbleiben Beobachtungen mit NV > 3** in der Ausgleichung, so ist dies in jedem Einzelfall zu **begründen**.
- **Begründung** ist auch erforderlich für diejenigen **Beobachtungen**, die zuvor **ausgeschieden** wurden.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 243 Nicht identische Punkte

Nach abschließender Prüfung der Aufnahmeelemente und ggf. Anpassung der a priori Standardabweichungen sind aus Landeskoordinaten der identischen Punkte und den Aufnahmeelementen des Katasternachweises **Landeskoordinaten der nicht identischen Punkte zu berechnen.**

VwVLV Nr. 244 Nachweis

Endgültige **Ausgabeprotokolle** sind **zum FR** zu nehmen (Anlage 10 S. 8) und nach Nr. 273 Abs. 2 Ziffer 2 auszuarbeiten.

Vorschriften zur Komplexausgleichung

VwVLV Nr. 273 Ausarbeitung

Abs. 2 Ziffer 2: Zur Dokumentation der nach Nr. 202 Abs. 2 und Nr. 203 getroffenen Entscheidungen sind im Ausgabeprotokoll die **Maßzahlen** des Katasternachweises **oder** die entsprechenden **ausgeglichenen Beobachtungen** jeweils **grün** zu **streichen**.

(Nr. 202 Widersprüche im Katasternachweis

Nr. 203 Abweichungen zwischen Katasternachweis und örtlichem Grenzverlauf)

**Altbekannte Frage:
Stimmt Maß oder Stein?**

Komplexausgleichung in der Vermessungsverwaltung Baden-Württemberg

Einsatz des Programmsystems **SYSTRA**

der Firma **technet GmbH** Berlin / Stuttgart (Prof. Gründig und Partner)

← Ausgleichungsprogramm zur geometrischen Integration heterogener Daten durch **verkettete Transformation** und **Homogenisierung**

← Ursprung in Deformationsmessung und Tragwerksplanung

1995 Vorstellung des Programms **SYSTRA** zur Komplexausgleichung
Pilotphase bei 5 Staatlichen Vermessungsämtern

2002 Einführung von **SYSTRA** zur Komplexausgleichung im
Liegenschaftskataster beim Land Baden-Württemberg

Einbau in die Fortführungskomponente **kaRIBik**

Grundlage: Erlass des Wirtschaftsministeriums mit
Anwendungsvorschriften und Grundeinstellungen



2012 Aufnahme in die LV-Vorschrift

Komplexausgleichung mit SYSTRA

SYSTRA ist ein Ausgleichungsprogramm zur

- Ausgleichung und
- Analyse

von nicht einwandfreien Liegenschaftsvermessungen.

Komplexausgleichung mit SYSTRA - Berechnungsarten

Vorläufige Berechnung (Berechnung von Näherungskordinaten)

- Ein Berechnungsergebnis wird auch dann erzielt, wenn
 - wenige identische Punkte im Verfahren vorhanden sind
 - grobe Fehler in den Beobachtungen enthalten sind
- Notwendiger Arbeitsschritt für Suchkoordinaten mit grafischer Qualität

Analyseberechnung (in DAVID-kaRIBik: Grenzfeststellung)

- Ausgleichung mit **beweglichen** identischen Punkten
- Analyse der Beobachtungen:
 - Prüfung des Datenmaterials auf Widersprüche und grobe Fehler
 - "Verwerfen" von Messdaten und identischen Punkten
 - Nachweis, dass Standardabweichungen a priori sachgemäß sind

Neupunktberechnung

- Ausgleichung mit Anschlusszwang (**feste** identische Punkte)
- Übernahme der Einstellungen aus der Analyseberechnung
- Berechnung der ausgeglichenen Koordinaten der Neupunkte

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Berechnungszusatz für Punkte

- **N:** Berechnung der Landeskoordinaten nicht identischer Punkte
- **IP:** Verwendung des Punktes als identischer Punkt
 - ← in der Analyseberechnung beweglich
 - ← in der Neupunktberechnung fest
- **IP+N:** Verwendung als identischer Punkt **und** Neuberechnung der Landeskoordinaten als ausgeglichene Koordinaten
 - ← aus gegebenen oder aufgemessenen Koordinaten (bei IP+N individuell gewichtbar)
 - ← aus Aufnahmeelementen des Katasternachweises

Der Einfluss der Bestimmungselemente auf die neuen Landeskoordinaten ist abhängig von deren Gewichtung.

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Analyse der Beobachtungen

Statistik Beobachtungsgruppen

Beobachtungsgruppe	Varianzanteil	Redundanzanteil	VVP	
Insgesamt	1.05	39.0	100.0 %	42.64
Identische Punkte	0.00	0.0	0.0 %	0.01
Spannmaße	0.49	4.1	10.5 %	1.00
Abszissen	1.08	17.8	45.8 %	20.96
Ordinaten	1.10	15.7	40.2 %	19.12
Maßstäbe	1.06	1.4	3.6 %	1.55

Varianzanteil:

= Standardabweichungen a posteriori (aus Verbesserungen berechnet) im Verhältnis zu den Standardabweichungen a priori

- Wert = 1, wenn a priori und a posteriori Werte übereinstimmen
- Abweichungen +/- 30% können toleriert werden

- Nur aussagekräftig, wenn grobe Fehler beseitigt sind. -

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Beispiel eines Ausgabeprotokolls

Orthogonale Messwerte (5-Parameter-Transformation)

Systemparameter	0-Punkt-Y PHI-Y	0-Punkt-X PHI-X	AY AX	BY BX	Maßstab-Y Maßstab-X	S(V)	V-Y V-X	EV-Y EV-X	GF-Y GF-X	NV-Y NV-X				
lfd. Nr	Punktrr.	Ordinate	S(V) cm	V-Y cm	EV-Y %	GF-Y cm	NV-Y cm	Abszisse	S(V) cm	V-X cm	EV-X %	GF-X cm	NV-X cm	
Vorgang: 1876 S.219														
Laengeneinheit: 1 = 1.000000														
System: 1	3468478.878	5353201.533	-0.450772	0.892850	0.999749	20.0	25.1	14.6	-171.8	3.3*				
	129.778	29.778	0.451021	0.892358	1.000300	20.0	30.0	26.0	-115.3	2.9				
1	0	225/752	15.920	2.0	-0.2	4.5	4.7	0.5	-30.300	2.0	-0.6	37.3	1.6	0.5
2	0	225/753	17.620	2.0	-9.7	56.9	17.0	6.4*	-25.700	2.0	1.5	71.0	-2.2	0.9
3	0	225/004	0.000	2.0	5.3	57.2	-9.3	3.5*	-17.440	2.0	-0.6	67.4	0.8	0.3
4	0	225/754	17.700	2.0	-2.4	35.3	6.7	2.0	-17.440	2.0	-1.9	63.2	2.9	1.2
5	0	225/007	-11.340	2.0	-0.2	59.9	0.3	0.1	-8.440	2.0	-7.5	60.7	12.3	4.8*
6	0	225/006	-15.320	2.0	1.4	59.6	-2.4	0.9	-8.170	2.0	-3.3	59.8	5.5	2.1
7	0	225/756	26.400	2.0	1.0	54.0	-1.9	0.7	-1.260	2.0	2.2	39.3	-5.5	1.7
8	V	9	17.840	2.0	3.5	71.3	-4.9	2.0	-0.840	2.0	0.6	75.8	-0.7	0.3
9	0	225/009	-4.240	2.0	2.0	61.8	-3.2	1.2	-0.040	2.0	-0.4	62.2	0.6	0.2
10	0	225/003	0.000	2.0	-0.1	74.1	0.1	0.1	0.000	2.0	-1.3	73.1	1.8	0.8
11	0	225/010	-10.540	2.0	1.7	61.8	-2.7	1.1	5.630	2.0	2.3	61.5	-3.8	1.5
12	0	225/011	-16.600	2.0	2.9	61.3	-4.7	1.8	6.320	2.0	2.4	60.1	-4.0	1.5
13	0	225/757	30.200	2.0	-4.4	39.9	11.1	3.5*	6.480	2.0	-0.5	32.2	1.6	0.5
14	0	225/758	20.300	2.0	2.9	50.4	-5.8	2.0	8.410	2.0	-2.2	43.1	5.1	1.7
15	0	225/759	0.250	2.0	0.5	35.8	-1.5	0.4	11.950	2.0	1.5	43.3	-3.4	1.1
16	0	225/013	-3.940	2.0	0.7	61.6	-1.1	0.4	12.150	2.0	2.9	62.1	-4.6	1.8
17	0	225/012	-15.420	2.0	-2.4	60.9	4.0	1.6	12.850	2.0	1.3	60.3	-2.2	0.9
18	0	225/018	0.000	2.0	2.4	54.5	-4.3	1.6	32.450	2.0	-0.6	59.7	1.0	0.4
19	0	225/019	4.350	2.0	-2.7	53.2	5.1	1.9	34.150	2.0	8.3	58.9	-14.0	5.4*
20	0	225/014	-9.100	2.0	-2.0	52.8	3.9	1.4	35.650	2.0	-4.2	58.9	7.1	2.7

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Redundanzanteil (EV) = Maß für die Kontrollierbarkeit einer Beobachtung durch die anderen Beobachtungen

100 %	voll kontrollierte Beobachtung
100 % bis 40 %	gut kontrollierte Beobachtung
40 % bis 10 %	kontrollierte Beobachtung
10 % bis 1 %	schlecht kontrollierte Beobachtung
1 % bis 0 %	nicht kontrollierte Beobachtung
--- UNKONTROLLIERT ---	Kontrolle durch andere Beobachtungen ist nicht vorhanden. Solche Beobachtungen sind besonders auf Eingabefehler zu überprüfen!



www.lgl-bw.de

Folie 27



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Normierte Verbesserung (NV):

Größter NV-Wert → grober Fehler wird vermutet

Größte normierte Verbesserungen

ifd.Nr	Beobachtungstyp	System/Punkt	auf/von Punkt	nach Punkt	Beobachtung	S(V)	NV	EV
1	Identischer Punkt	0	225/753			2.0	7.2*	36.0
2	Ordinate	1 0	225/753		17.620	2.0	6.4*	56.9
3	Identischer Punkt	0	225/019			2.0	5.8*	28.0
4	Abszisse	1 0	225/019		34.150	2.0	5.4*	58.9
5	Identischer Punkt	0	225/007			2.0	4.8*	30.1
6	Abszisse	1 0	225/007		-8.440	2.0	4.8*	60.7
7	Identischer Punkt	V	9			2.0	4.5*	49.1
8	Ordinate	1 0	225/004		0.000	2.0	3.5*	57.2
9	Ordinate	1 0	225/757		30.200	2.0	3.5*	39.9
10	Abszisse	2 V	9		24.940	2.0	3.3*	53.3



www.lgl-bw.de

Folie 28



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Eliminierung grober Fehler

Fehler im Aufnahmeelement

Maßnahme:
Beobachtung verwerfen

Komplexausgleichung - Grenzfeststellung (2/3)

Allgemeines
Polare Messdaten
Orthogonale Messdaten
Spannmaße
Bedingungen
Sonst. ▶

S	Nr.	Linienr.	Punktnummer	Ordinate	mittl. F (y)	mF (N)	Abzisse	mittl. ▲
✓	1	0	225/ 752	15.92			-30.30	
✓	1	0	225/ 753	17.62			-25.70	
✓	1	0	225/ 003	0.00			-17.44	
✓	1	0	225/ 754	17.70			-17.44	
✓	1	0	225/ 007	-11.34			-8.44	v
✓	1	0	225/ 006	-15.32			-8.17	
✓	1	0	225/ 756	26.48			-1.28	
✓	1	v		17.94			-0.84	
✓	1	0	225/ 009	-4.24			-0.04	
✓	1	1	0 225/ 003	0.00			0.00	
✓	1	0	225/ 010	-10.54			5.63	
✓	1	0	225/ 011	-16.68			5.32	
✓	1	0	225/ 757	30.26	verwerf.		6.46	
✓	1	0	225/ 758	20.38			8.41	
✓	1	0	225/ 759	0.25			11.95	




www.lgl-bw.de
Folie 29
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung

Komplexausgleichung mit SYSTRA

Eliminierung grober Fehler

Fehler im identischen Punkt:

- a) Abmarkung wurde örtlich aufgesucht und aufgenommen, Punktlage falsch oder
- b) Landeskoordinaten nachweislich früher falsch bestimmt

Maßnahme:
Verwerfen des identischen Punktes, IP + N, Berechnung neuer Landeskoordinaten aus den Vorgangsmaßen

Orthogonale Messdaten
Spannmaße
Bedingungen
Sonstige Koordin

verw.	Punktnummer	mittl. Pktf.	Punktart	Punktstatus	La
	IP 0 225/ 003		GP	gültig	
	IP 0 225/ 004		GP	gültig	
	IP 0 225/ 006		GP	gültig	
	IP 0 225/ 007		GP	gültig	
	IP+N 0 225/ 009	verwerf.	GP	gültig	
	IP 0 225/ 010		GP	gültig	
	IP 0 225/ 011		GP	gültig	




www.lgl-bw.de
Folie 30
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung - Besonderheiten

Suchkoordinaten - Koordinaten mit Lagestatus G

Einbeziehung von Punkten mit niedrigem Lagestatus

- Verbesserung von Suchkoordinaten
- Verbesserung von Koordinaten aus Gründen der Homogenität

Vorgehensweise: - **Vorläufige Berechnung**
 - **Neupunktberechnung** (ohne Analyseberechnung)

Lagestatus der Neupunkte:

- Die berechneten Koordinaten erhalten den Lagestatus des identischen Punktes mit dem niedrigsten Lagestatus.
- Bei gleichem Lagestatus werden die bisherigen Koordinaten überschrieben.



Folie 31

Komplexausgleichung - Besonderheiten

Zeugenproblematik



- Ein Zeuge kann in der 5-P-T mit nur einer Punktnummer verarbeitet werden: Berechnungszusatz **IP+N**
- In der Komplexausgleichung ist dies mit einer Punktnummer und **IP+N** nicht möglich, da die neuen Koordinaten als ausgeglichene Koordinaten bestimmt werden.

Vorgehensweise:

- Aufmessung der Zeugenlage mit einer V-Nummer
- Anschrieb der Aufnahmeelemente aus dem Katasternachweis
 - ← für die V-Nummer (Zeugenlage)
 - ← für die endgültige Punktnummer
- Berechnungszusatz **IP** für die V-Nummer
- Berechnungszusatz **N** für die endgültige Punktnummer

Eine geringfügige Veränderung der Überbestimmung/Redundanz ist i.d.R. unschädlich.

Komplexausgleichung

Komplexausgleichung - Besonderheiten

Einrechnung in die Gerade

- **Einzelpunkt** als geometrische Bedingung
 - ← Beobachtung 200 gon mit hohem Gewicht

- **Durchfluchtung** mit orthogonalen Messdaten
 - Es können mehr als 3 Punkte beteiligt werden.
 - Ordinatenwerte $y = 0$: **fest**
 - Abszissenwerte spielen keine Rolle.
 - Berechnungszusatz **IP+N** beim Punkt

Geometrische Bedingungen

Bedingung

Zp: Heilm 10 S 0.4 0
10 S 30 S 0.2 0
10 S 0 0 1 2 3

Bed.	Punkt1	Punkt2	Punkt3
6			

OK Abbrechen Übernehmen Löschen

Orthogonale Messdaten

Liniennummer: 3 Vorgang: 1948 S.313 Lade Linie:
Maßeinheit: Meter Farbe: Dunkelblau
Linie:
Anfangspunkt: Sgem:
Endpunkt: Sgem:
Laden

Punktnummer	MA	Ordinate	Abzisse
0	225/003	N	0.000
V	S	N	0.000
0	225/056	N	0.000
0	225/006	N	0.000
0	225/007	N	0.000

Auswertart:
 unbestimmt
 Komplexausgl.
 SP1, Helmert
 Orthogonal
 Kleinpunkt

OK Abbrechen Neu Übernehmen Löschen



www.lgl-bw.de



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 33

Komplexausgleichung

Komplexausgleichung (KA) - Vergleich mit 5-Parameter-Transformation

- **5-P-T:** Identische Punkte (IP) werden als fest in die Berechnung eingeführt.
KA: Identische Punkte sind nur in der Neupunktberechnung fest.

- **5-P-T:** Fehlerindikator wird aus **NV** berechnet und normiert mit Faktor 2.3
KA: Kennzeichnung der berechneten NV-Werte > 3.0 mit *

- **5-P-T:** Automatische Punktausscheidung bei Fehlerindikator > 1 wählbar
KA: Keine automatische Ausscheidung, "Verwerfen" von Beobachtungen durch den Bearbeiter

- **5-P-T:** Maßstabsgewichte werden vom Programm festgelegt. (einschließlich Festhalten des Wertes M=1 und/oder N=1)
KA: Maßstabsgewichte werden vom Bearbeiter festgelegt.

- **Berechnungszusatz IP+N:**
 - 5-P-T:** - Identischer Punkt für die Bestimmung der Parameter
 - Neuberechnung der Koordinaten aus den Linienmaßen
 - KA:** Ausgeglichenen Koordinaten aus allen Bestimmungselementen: Der Einfluss der Einzelwerte auf Linien-Parameter und Koordinaten ist abhängig von deren Gewichtung.



www.lgl-bw.de



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 34

Komplexausgleichung (KA) - Vergleich mit 5-Parameter-Transformation

- Systematische Fehler /Unstetigkeitsstellen: Abszissensprung, Linienknick, Maßstabsänderung, ...
 - 5-P-T: - Transformation mit Maßstab 1
 - grafische Darstellung der Restklaffen
 - KA: - Sachgerechte Beurteilung anhand der Verbesserungen

 - Verarbeitung der Spannmaße:
 - 5-P-T: nur zur Kontrolle
 - KA: abhängig von Gewichtung: → nur zur Kontrolle
 - Einfluss auf Koordinatenbestimmung

 - 5-P-T: Gewichtungsfaktoren 1 bis 5:
 - Einfluss einzelner identischer Punkte/Aufnahmeelemente auf die Bestimmung der Transformationsparameter
 - KA: Individuelle Gewichtung der Aufnahmeelemente einer Linie
- ← Begründung jeweils erforderlich !

Komplexausgleichung mit dem Programmsystem SYSTRA

Fazit

- Sehr gutes Berechnungsverfahren zur Ausgleichung aller zur Verfügung stehenden Beobachtungen, insbesondere da alle Beobachtungen gleichzeitig in Betracht gezogen werden
- Deutliche Vorteile bei der Bearbeitung nicht einwandfreier Vermessungen mit wenig örtlich vorgefundenen Punkten
- Bearbeitung unterschiedlicher Fälle mit Besonderheiten
- Einsatz bei der Umstellung von Soldner-Koordinaten

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**