



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




Baden-Württemberg  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 1


Komplexausgleichung

## Gliederung

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



www.lgl-bw.de



Baden-Württemberg  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 2

## 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:

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

## 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.

Komplexausgleichung


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



Baden-Württemberg  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

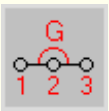
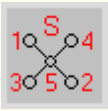
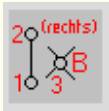
Folie 11


Komplexausgleichung

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



Baden-Württemberg  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 12

### Festsetzung der Standardabweichungen a priori

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

### Vorschriften zur Komplexausgleichung

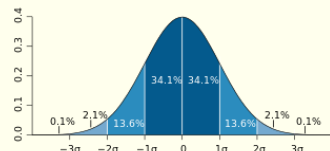
#### VwVLV Nr. 241 Aufnahmeelemente und Unbekannte

- 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



- 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](http://www.lgl-bw.de)

Folie 15

  
**Baden-Württemberg**  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG


Komplexausgleichung

### Vorschriften zur Komplexausgleichung


#### VwVLV Nr. 242 Statistische Überprüfung der Aufnahmeelemente

##### Normierte Verbesserung (NV)

- **$NV \leq 3$** 
  - 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](http://www.lgl-bw.de)

Folie 16

  
**Baden-Württemberg**  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG



### 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 Näherungskoordinaten)

- 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 %
Identische Punkte	0.00	0.0	0.0 %
Spannmaße	0.49	4.1	10.5 %
Abszissen	1.08	17.8	45.8 %
Ordinaten	1.10	15.7	40.2 %
Maßstäbe	1.06	1.4	3.6 %

#### 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)

System parameter	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 cm	S(V) cm	V-Y cm	EV-Y %	GF-Y cm	NV-Y cm	Abszisse cm	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	2.8		
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	0.8
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	-1.280	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	75.6	-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	0.9
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	2.4

## 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!

## Komplexausgleichung mit SYSTRA

**Normierte Verbesserung (NV):**

Größter NV-Wert → grober Fehler wird vermutet

### Größte normierte Verbesserungen

lfd.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

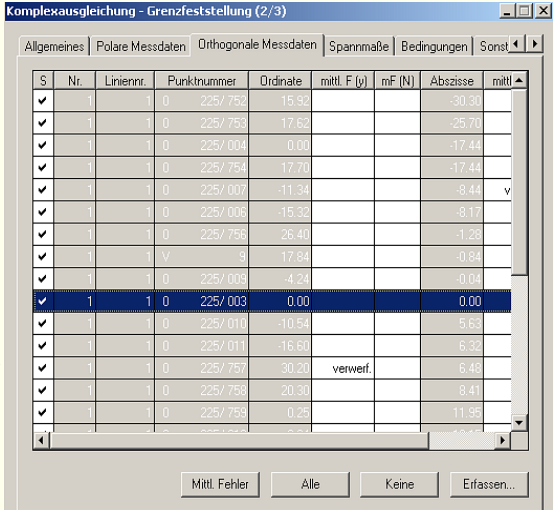
Komplexausgleichung

## Komplexausgleichung mit SYSTRA

**Eliminierung grober Fehler**

Fehler im Aufnahmeelement

Maßnahme:  
Beobachtung verwerfen



www.lgl-bw.de

Folie 29

Baden-Württemberg  
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



www.lgl-bw.de

Folie 30

Baden-Württemberg  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Komplexausgleichung

## Komplexausgleichung - Besonderheiten

### Suchkoordinaten - Koordinaten mit Lagestatus G

Einbeziehung von Punkten mit niedrigem Lagestatus

Vorauswahl zusätzlicher ident. Punkte

☐ GK-B   ☐ GK-T   ☒ GK-G

mF  cm

- 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.

**kaRIBik - WARNING:**

Diese Neupunktberechnung darf nur zur Berechnung von Suchkoordinaten verwendet werden!

Folie 31

Komplexausgleichung

## 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.

www.lgl-bw.de

**Baden-Württemberg**  
LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG

Folie 32

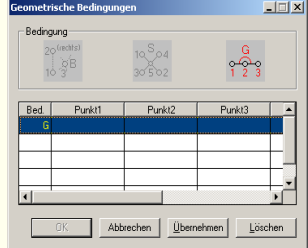
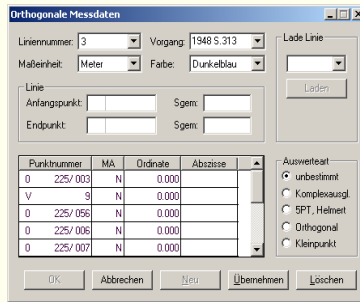



Komplexausgleichung

## 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



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**