



Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen

Themen



1. Einführung, Vorschriften
2. Grundlagen
3. Gewichtung der Messwerte
4. Ausgleichungsverfahren, Arbeitsablauf
5. Beispiele
6. Dokumentation der Messung- und Berechnung, Anlage 8

Einführung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Entwicklung der Vorschriften:

1996, Vermessungspunkterlass: „... bei der Berechnung von Koordinaten sind flächenhafte Ausgleichungsverfahren zu bevorzugen ...“

2000, Fortführungsvermessungserlass: „... Liegenschaftsvermessungen größeren Umfangs sind auszugleichen ...“

2004, Einführungserlass ETRS89/UTM:

Standardberechnungsverfahren Ausgleichung.

Ausnahme: Bei direktem Anschluss der polaren Messung an temporäre Anschlusspunkte (SAPOS) oder Anschlusspunkte aus dem Nachweis. In diesem Fall hierarchische Berechnung mit Mittelbildung zulässig.

3 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Einführung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Seit 01.11.2017 Erhebungserlass:

- Bei jeder Liegenschaftsvermessung sind für die Vermessungspunkte (GP, GebP) Koordinaten in Koordinatenkatasterqualität (KKQ bedeutet GST 2000 oder 2100) zu bestimmen.
- Um die geforderte KKQ zu gewährleisten, müssen die Messwerte und die Koordinaten eine hinreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzen (Anlage 5, Nr. 3.1.1).
- (Nur) mit Hilfe der Ausgleichungsrechnung lässt sich die Qualität nachweisen.
- Daher wird die Ausgleichung ab **01.01.2019** zur Pflicht.
- einheitliche Dokumentation der Messung- und Berechnung gemäß Anlage 8

4 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

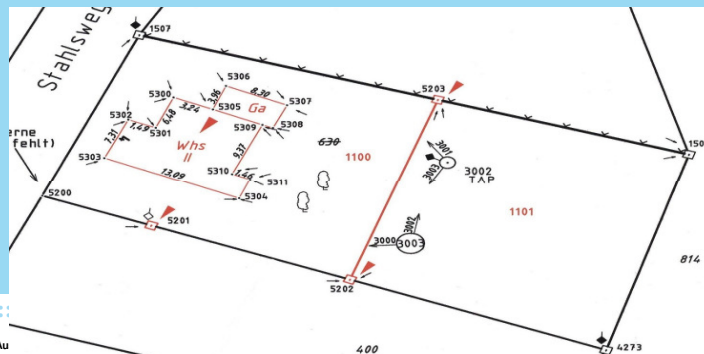
Einführung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Seit 01.11.2017 Erhebungserlass:

- zulässige Messverfahren:
 - polar und GNSS-Messungen
 - Messband bis 20m und Handentfernungsmesser bis 40m für Gebäudeeinmessungen



Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Grundlagen

- Bei Liegenschaftsvermessungen werden i.d.R. verschiedene Messverfahren mit unterschiedlichen Genauigkeiten (Messband-, Tachymeter- und GNSS-Messungen) kombiniert.
- Ziel ist die gemeinsame Auswertung der Messdaten und
- die Ausschöpfung der vorhandenen Überbestimmungen (Redundanzen), dabei werden alle Messdaten bei der Berechnung berücksichtigt, auch die Kontrollmaße (z.B. Gebäude-Spannmaße)
- Aufgrund von Instrumenten-, Beobachtungs- und Bedienungsfehlern sind fehlerfreie Messungen nicht möglich!
- Daher sind alle Beobachtungen mit sog. zufälligen Fehlern behaftet. Nur diese sind Gegenstand der Ausgleichung.
- Grobe- und systematische Fehler sind vorher zu eliminieren!

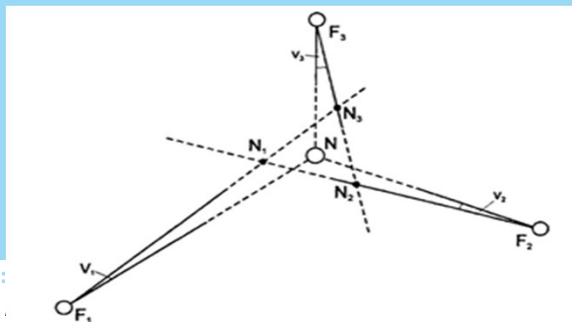
Ausgleichung

Grundlagen

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



- Erlassgeber fordert kontrollierte Aufmessung der VP, d.h. zur Ermittlung der Koordinaten werden mehr Beobachtungen durchgeführt, als zu ihrer eindeutigen Bestimmung erforderlich wären.
- Aufgabe ist es, aus den einander in begrenztem Umfang widersprechenden Beobachtungen die wahrscheinlichsten (plausibelsten) Werte der gesuchten Koordinaten zu ermitteln.



mehrdeutige
Lösung

7

Ausgleichung

Grundlagen

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



- Für eindeutige Lösung wird eine Zielfunktion benötigt, die eine Minimierung der Verbesserungen unter Berücksichtigung der Genauigkeit der Beobachtungen erreicht.
- Die am meisten verwendete Zielfunktion lautet: **$[pvv] = \text{Min}$**
mit v = Verbesserungen, p = Gewichte bzw. Genauigkeit der Beobachtungen als "Methode der kleinsten Quadrate" oder als "L2-Norm" bekannt.
- Ergebnis einer nach diesem Prinzip durchgeführten Ausgleichung wird sein, dass die ausgeglichenen Beobachtungen (Messwerte) bzw. Unbekannten (Koordinaten) die wahrscheinlichsten Werte und
- alle ausgeglichenen Größen die kleinstmöglichen Standardabweichungen erhalten.

8 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Gewichtung der Messwerte

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



- Alle Beobachtungen sind entsprechend ihrer tatsächlichen Genauigkeit zu gewichten damit:
 - jede Beobachtung ihrer Genauigkeit entsprechend zum Ergebnis beiträgt und
 - eine zuverlässige Qualitätsaussage getroffen werden kann.
- Hierzu sind zuverlässige Genauigkeitsangaben (Standardabweichungen) für die Beobachtungen erforderlich.
- Als ersten Ansatz Standardgewichtung einsetzen; ergibt sich aus Erfahrungswerten (Standardabweichung a priori).

9 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Gewichtung der Messwerte

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



- Vorschlag für Standardgewichtung (a priori) :
 - EDM-Strecken: 0,005 m
 - Messbandstrecken für GebP: 0,010 m
 - Richtungen:
Zwangszentrierung) 0,001 gon + 0,003 m (für AP,
0,002 gon + 0,005 m (für GP, GebP)
 - GNSS-Koordinaten: 0,015-0,020 m

(AP=Anschlusspunkt, GP=Grenzpunkt, GebP=Gebäudepunkt)
- Die in Anlage 5 (Nr. 3.2.3.1.2) vorgegebenen Standardabweichungen sind einzuhalten!
- Die Gewichtung der Beobachtungen wird mittels freier Ausgleichung überprüft. Ggf. weiterer Berechnungslauf mit angepassten a priori Ansätzen (s. Beispiel auf Folie 21) .

10 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Ausgleichungsverfahren

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Die Berechnung der plausibelsten Koordinaten gliedert sich in eine Berechnungsabfolge, bei der verschiedene Ausgleichungsverfahren mit unterschiedlichen Aufgaben zur Anwendung kommen (s. ErhE. Nr. 35.1):

- freie Ausgleichung,
- dynamische Ausgleichung und
- Ggf. Ausgleichung unter Anschlusszwang

11 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen




1. Berechnung von Näherungskordinaten (Vorauswertung)
2. **Freie Ausgleichung**, zur Prüfung der Qualität der Messung
3. **Dynamische Ausgleichung**, zur Prüfung der Qualität der Anschlusspunkte (VP des Koordinatenkatasters)
4. **Berechnung endgültiger Koordinaten** durch
 - freie Ausgleichung bei reinem Lageanschluss über SAPOS,
 - dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung der Anschlusspunkte bei Verwendung von VP des Koordinatenkatasters oder
 - Ausgleichung unter Anschlusszwang
5. Einrechnen der neuen GP in vorhandene (alte) Grenzen

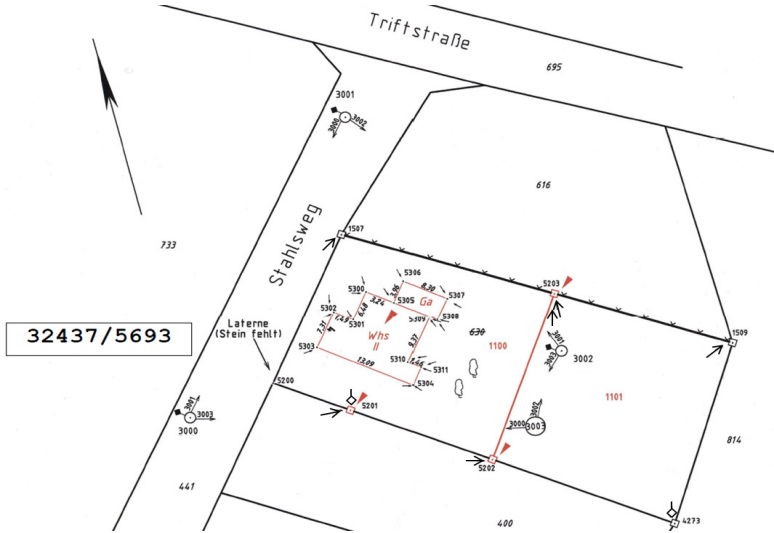
12 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen




Arbeitsablauf, Beispiel Teilungs- und Gebäudeeinmessung



13 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Freie Ausgleichung, zur Prüfung der Qualität der Messung
nur Beobachtungen ohne äußere Zwänge (eingegebene Anschlusspunkte als Neupunkte) werden ausgeglichen

1. Aufdeckung grober Fehler in den Messwerten:

Um Grobe Fehler (Ausreißer) im Beobachtungsmaterial erkennen zu können, sind hinreichende Redundanzen r (= Anzahl überschüssiger Beobachtungen) erforderlich!

a) Werden grobe Fehler GF in den Beobachtungen berechnet und ausgewiesen?

$GF = -v / r$

14 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



1. Aufdeckung grober Fehler in den Messwerten:

b) automatisierte Fehlersuche mit statistischen Testverfahren:

- (Grenzwerte) Prüfkriterien (Anlage 5, Nr. 3.2.3.2 - 3.2.3.4):
 - NV = 2 (normierte Verbesserung),
 - EV (Kontrolliertheit) $\geq 10\%$ ($r \geq 0,1$), im Durchschnitt mindestens 30% ($r = 0,3$),
 - EP (Einfluss der Beobachtung auf die Punktlage) bei AP $\leq 0,02$ m, bei GP und GebP $\leq 0,03$ m
- **statistisch** wird ein **grober Fehler GF** im Messwert vermutet, wenn die **Normierte Verbesserung** den Vergleichswert $k=2$ (Anlage 5 ErhE) übersteigt $NV = (|v| / \sigma \cdot \sqrt{r}) > 2$
- D.h. für einen vollständig kontrollierten Messwert ($r = 1$ od. EV=100%) wird ein GF vermutet, wenn der Verbesserungsbetrag $|v|$ größer als das Doppelte der vorgegebenen Standardabweichung σ beträgt.

15 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



b) automatisierte Fehlersuche mit statistischen Testverfahren:

- Der aufgespürte GF ist zunächst rein statistisch begründet. Deswegen fachkundige Bewertung erforderlich!
- Zur Beurteilung und Entscheidung über die Eignung der Messwerte dient folgende Tabelle (Anlage 5, Nr. 3.2.3.4.2) :

NV_i	EP_i	Folgerung
>2	$>0,03$ m (r_i groß)	Fehler im Messwert l_i wird vermutet; nachmessen
>2	$\leq 0,03$ m (r_i groß)	Fehler im Messwert l_i wird vermutet; l_i kann in der Ausgleichung belassen werden, da Auswirkung von l_i auf den Punkt gering ist. l_i ist entsprechend zu kennzeichnen.
≤ 2	$>0,03$ m (r_i klein)	Fehler im Messwert l_i könnte vorliegen; r_i durch Verbesserung der Netzgeometrie erhöhen; ggf. Wiederholungsmessung
≤ 2	$\leq 0,03$ m	Messwert l_i ist (statistisch) in Ordnung

16 Aus

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



b) automatisierte Fehlersuche, Beispiel Teilungs-/Gebäudeeinmessung:

Ergebnisse Datenfehler		
Beobachtung	Nv bzw. V	Ep
Edm-Strecke zu Punkt 324375693005307 auf Standpunkt 324375693003001	2.522	10
Richtung zu Punkt 324375693005203 auf Standpunkt 324375693003002	2.364	10
Richtung zu Punkt 324375693005203 auf Standpunkt 324375693003003	2.151	8
Edm-Strecke zu Punkt 324375693005307 auf Standpunkt 324375693003002	2.043	9

- statistisch werden grobe Fehler GF in 2 Richtungen und 2 Edm-Strecken vermutet
- für alle Beobachtungen NV größer 2,0 aber Einfluss auf die Punktlage (EP) < 0,03 m
- vermuteten groben Fehler können in der Ausgleichung belassen werden, da Auswirkungen auf die Neupunkte gering sind (s. Tabelle auf Folie 16)

17 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



1. Aufdeckung grober Fehler in den Messwerten:

Sind die EP-Werte größer als 0,02m (AP) bzw. 0,03m (GP, GebP):

- Beobachtung mit maximalen NV löschen (deaktivieren) oder korrigieren
- Wiederholung der freien Ausgleichung, suche nach weiteren GF
- Im Falle zu vieler grober Fehler GF, zu große Verschmierungseffekte (Auswirkungen auf benachbarte Beobachtungen), „robuste Schätzung“ als automatisierte Fehlersuche einsetzen.

18 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

2. Überprüfung des Gewichtsansatzes, wenn alle GF beseitigt:

- Alle Beobachtungen sind entsprechend ihrer Genauigkeit vor der Ausgleichung zu gewichten (Standardabweichung a priori).
- Die im Beispiel verwendete Standardgewichtung (a priori):
 - EDM-Strecken: 0,005 m
 - Messbandstrecken für GebP: 0,010 m
 - Richtungen: 0,002 gon + 0,005 m (für GP, GebP)
 - GNSS-Koordinaten: 0,015 m
- Zur Überprüfung der Gewichtung werden im Ausgleichungslauf für jede Beobachtungsgruppe (z.B. EDM-Strecken, Richtungen, Messband-Strecken, GNSS-Beobachtungen) getrennt Standardabweichung der Gewichtseinheit s_0 (a posteriori) berechnet und mit denen vor der Ausgleichung (a priori) verglichen.

19 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

2. Überprüfung des Gewichtsansatzes:

- Ist $s_0 > 1$, sind die Messwerte ungenauer als angenommen, ist umgekehrt $s_0 < 1$, sind die Messwerte genauer als angenommen. Geringe Abweichungen vom Erwartungswert 1 sind für das Koordinatenergebnis unerheblich.

Gewichtung der Beobachtungen	Standardabw. a priori	konst.	prop.	Gewichtseinheitsfaktoren
Messband-Strecken		0.010 m	0.0000 m	0.591
Edm-Strecken		0.0050 m	5.00 ppm	0.896
Richtungen		0.00200 gon	5.0000 mm/s	0.924
Koordinaten		0.0150 m		0.518

- Anzustreben ist eine Balance der Gewichtung der verschiedenen Beobachtungsgruppen, die erreicht ist, wenn die „Gewichtseinheitsfaktoren“ bzw. „Varianzkomponenten“
 - nahezu gleich groß sind (d.h. nicht mehr als etwa 0,3 differieren) und
 - zwischen 0,6 und 1,4 (Erwartungswert = 1,0) liegen

20 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



2. Überprüfung des Gewichtsansatzes

- Im Beispiel Gewichtung nach dem 1. Berechnungslauf angepasst: Messbandstrecken auf 0,005 m (Gbd. mit Fassadenverkleidung, daher Ablesungen auf ½ cm möglich) und Koordinatenbeobachtungen auf 0,01 m geändert!

Standardabw. à priori	konst.	prop.	Gewichtseinheitsfaktoren
Messband-Strecken	0.005 m	0.0000 m	0.857
Edm-Strecken	0.0050 m	5.00 ppm	0.930
Richtungen	0.00200 gon	5.0000 mm/s	0.928
Koordinaten	0.0100 m		0.735

- Gewichtseinheitsfaktoren in etwa gleich groß (differieren nicht mehr als 0,3) und nahe 1 (Erwartungswert), d.h. Messgenauigkeit der einzelnen Beobachtungsgruppen sind gut geschätzt/angepasst.

21 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



2. Überprüfung des Gewichtsansatzes:

- Wichtig bei der Gewichts Anpassung ist eine realistische Gewichtung der jeweiligen Beobachtungsgruppe.
- Daher sollte bei Liegenschaftsvermessungen (z.B. Garageneinmessung) mit wenig Beobachtungsmaterial (geringen Redundanzanteilen) auf eine Gewichts Anpassung verzichtet werden. Anwendung der Standardgewichtung von Folie 10.

22 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

Voraussetzung für die Anwendung der nachfolgenden Beurteilungskriterien sind:

- eine zutreffende Gewichtung der Beobachtungen,
- eine ausreichend hohe Redundanz/Kontrolliertheit und
- keine vorgetäuschten Redundanzen (z.B. Messung mehrerer Richtungssätze oder Strecken unter Beibehaltung der Aufstellung im Stand- und Zielpunkt)

a) innere Messgenauigkeit,

- wird durch die Normierte Verbesserung NV dargestellt
- Bei vollständig kontrolliertem Messwert ($r = 1$ oder $EV = 100\%$) bedeutet $NV = 1$, dass seine individuelle Messgenauigkeit genau der vorgegebenen Standardabweichung entspricht.
- Etwa 2/3 der Beobachtungen sollen $NV < 1,0$ haben (Anlage 5), Histogramm über die Verteilung der NV in Anlage 8 (Beispiel s. Folie 24)

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

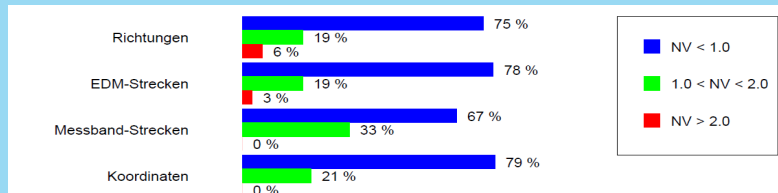
Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

a) innere Messgenauigkeit, Beispiel Teilungs-/Gebäudeeinmessung:

- min. 67% der Beobachtungen haben $NV < 1,0$, d.h. die Messgenauigkeit entspricht in etwa der vorgegebenen Standardabweichung!
- Diese Statistik nur bei gut kontrollierten Liegenschaftsvermessungen anwenden!



Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

b) Kontrolliertheit (Zuverlässigkeit) der Messwerte

- Beobachtungen nur dann gut kontrolliert, wenn
 - zusätzliche, benachbarte Beobachtungen in Bezug auf die zu kontrollierende Beobachtung richtig angeordnet sind,
 - diese benachbarten Beobachtungen außerdem eine ausreichende Genauigkeit aufweisen.
- Aufnahmegeometrie sollte so angelegt sein, dass sich die Beobachtungen gegenseitig kontrollieren. Dies ist meist bei doppelter polarer Aufmessung oder doppelter GNSS-Messung der Fall.

25 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

b) Kontrolliertheit (Zuverlässigkeit) der Messwerte

- Zur Beurteilung der Kontrolliertheit (Zuverlässigkeit) der Messung wird der Wert EV (Einfluss auf die Verbesserung) verwendet. Dieser bringt zum Ausdruck, wieviel Prozent eines möglichen Messungsfehlers sich in der Verbesserung niederschlägt.
- Die Forderung nach möglichst hoher Kontrolliertheit steht in Konkurrenz zur Wirtschaftlichkeit. Daher kann folgendes Bewertungsschema angewandt werden:
 - EV = 0% nicht kontrolliert
 - $1\% \leq EV < 10\%$ schlecht kontrolliert
 - $10\% \leq EV < 30\%$ ausreichend kontrolliert
 - $30\% \leq EV < 70\%$ gut kontrolliert
 - $70\% \leq EV < 100\%$ Beobachtung kann ohne Verlust an Zuverlässigkeit entfallen

26 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

b) Kontrolliertheit (Zuverlässigkeit) der Messwerte

- Vorgabe Anlage 5: EV \geq 10% im Durchschnitt mindestens 30%
- Im Beispiel:** 6 Messungen mit EV=0, einfache Messungen zu bereits in KKK vorliegende GP (EV=0%, da Anschlusspunkte in der freien Ausgleichung als Neupunkte behandelt werden), im Durchschnitt mindestens 38%

Zuverlässigkeit der Messung

Minimal- und Durchschnittswerte der Kontrollierbarkeit (EV) ¹⁾

	min. EV (%)	Beob.Nr.	durchschnittliches EV (%)
Richtungen	0	11	42
EDM-Strecken	0	11	49
Messband-Strecken	33	8	38
Koordinaten	0	49	65

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



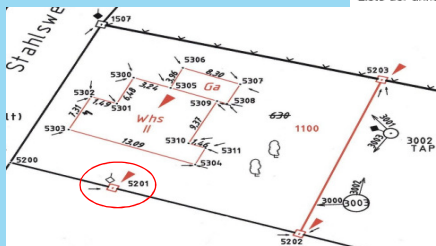
3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

- Selbst bei offensichtlich kontrollierter Messung kann es zu einer Unterschreitung der 10% kommen. Ursache hierfür ist meist das Zusammentreffen von unterschiedlichen Beobachtungstypen mit stark abweichenden Genauigkeiten (z.B. EDM-Strecke 0,005 m und GNSS-Koordinate 0,015 m)

Liste der unkontrollierten Beobachtungen ²⁾

Beob.Nr. EV (%)

Richtung zu Punkt 34563795205201	18	9
Edm-Strecke zu Punkt 34563795205201	18	9



Die weniger genaue GNSS-Messung kontrolliert die polare Messung nicht ausreichend!

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

3. Überprüfung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte

- Eine **gute äußere Zuverlässigkeit** ist erreicht, wenn unerkannte grobe Fehler das Koordinatenergebnis kaum beeinflussen (siehe dazu Beispiel Verteilung der TVP, Folie 40)
- Maß für äußere Zuverlässigkeit der Punktbestimmung:
EP = Einfluss des Messwertes auf die Punktlage gibt den Betrag an, um den sich die Punktlage ändert, wenn der Messwert nicht an der Ausgleichung teilnimmt.
- Der EP-Wert soll für AP $\leq 0,02$ m, für GP und GebP $\leq 0,03$ m betragen (Anlage 5). Ist der Wert größer, ist zu untersuchen, ob ein grober Fehler in der Beobachtung vorliegt (s. Tabelle auf Folie 16).

29 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

4. Überprüfung der Zuverlässigkeit der Berechnung:

- Kontrolle der Redundanz $\sum r_i = n - u$?
 Redundanz und Redundanzkontrolle sollen übereinstimmen. Abweichungen können an einer nicht ausreichenden Anzahl von Iterationen oder einem Netzdefekt (Beispiel s. Folie 31) liegen.

Redundanz	45	<div style="background-color: yellow; padding: 2px;">Anzahl überschüssiger Beobachtungen</div>
Individuelle Gewichtung	Keine	
Zuverlässigkeit der Berechnungen		
Kontrolle der Redundanz	45.0	
gerechnete Iterationen	2	
Max. Konvergenzfortschritt	0.0000	

- angegebene Konvergenzfortschritt (Abbruchkriterium) von 0,000 m zeigt, dass hier keine weitere Iteration erforderlich ist!

30 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

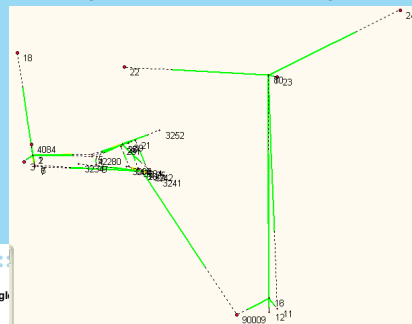
Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



4. Überprüfung der Zuverlässigkeit der Berechnung:

- Beispiel für Netzdefekt: 2 Teilnetze über ein Verknüpfungspunkt miteinander verbunden
 - die Teilnetze können beliebig um den Verknüpfungspunkt herumgedreht werden, da bei freier Ausgleichung die Anschlusspunkte als Neupunkte behandelt werden,
 - Lösung: weitere Beobachtung zwischen den Teilnetzen



FREIE NETZAUSGLEICHUNG (FREIHEITSGRAD 3)	
PARAMETER- UND VARIANZKOMponentENSCHÄTZUNG	
ANZAHL DEFINIERTER PUNKTE IM PROJEKT:	38
ANZAHL NEUPUNKTE EINSCHL. LOTFUSSPUNKTE:	38
ANZAHL DER BEWEGLICHEN ANSCHLUSSPUNKTE:	0
ANZAHL DER MESSUNGSLINIEN:	0
ABSZISSEN, ORDINATEN, SPANNMASSE, STREBEN:	
GEMESSENE RECHTE WINKEL (LOTE):	0
DURCHFÜHRUNGEN FÜR LINIEN-/LOTFUSSPUNKTE:	0
TACHYMETRISCHE STRECKEN:	74
RICHTUNGSSÄTZE:	10
RICHTUNGEN INSGESAMT:	74
ANZAHL GESCHÄTZTER GROBER DATENFEHLER:	0
REDUNDANZ:	69
REDUNDANZ (KONTROLLE):	70.1
ANZAHL GERECHNETER ITERATIONEN:	2
MAXIMALER KONVERGENZFORTSCHRITT:	0.000
SUMME PVV AUS FEHLERGLEICHUNGEN:	21.336

31 Ausgl

Ausgleichung

Arbeitsablauf, freie Ausgleichung

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



5. Abschluss der freien Netzausgleichung:

- Die Beobachtungen sind weitestgehend fehlerfrei und
- die Qualität der Messung nachgewiesen.

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

Dynamische Ausgleichung (Qualität der Anschlusspunkte prüfen)

- Koordinaten der Anschlusspunkte (VP des Koordinatenkatasters) werden mit vorzugebenden Punktfehlern als zusätzliche Messwerte in die Ausgleichung eingeführt und als „bewegliche Anschlusspunkte“ mit ausgeglichen
- geringes Gewicht der Anschlusspunktkoordinaten > 20 cm
- durch Untergewichtung werden in den Verbesserungen der Koordinaten die Klaffen zwischen der eigenen Messung und den Nachweiskordinaten sichtbar
- Eignung der Anschlusspunkte für endgültige Koordinatenberechnung prüfen (s. Anlage 5, Nr. 1.2.1):
 - Klaffen ≤ 4 cm: dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung oder alternativ Ausgleichung unter Anschlusszwang
 - Klaffen > 4 cm: Anschlusspunkte für den Lageanschluss nicht geeignet!
Hier empfiehlt sich der Lageanschluss z.B. über SAPOS.

33 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

Dynamische Ausgleichung mit Untergewichtung, Beispiel Teilungs- und Gebäudeeinmessung:

- Zur Überprüfung der GP als Anschlusspunkte und zur Grenzuntersuchung
- Fester Netzmaßstab $m = 1$
- Anschlusskoordinaten der 3 GP mit 0,200 m untergewichtet
- Ergebnis: alle 3 GP sind als Anschlusspunkte geeignet, da lineare Koordinatenabweichungen < 4 cm
- Max.Koordinatenklaffen 0,024m (GP 1507)

Qualität und Eignung der Anschlusspunkte (Maximal- und Durchschnittswerte der Koordinatenklaffungen)

	Untergewichtung		Angemessener Gewichtung
	PKN	lin. Klaffung VS	
maximale Klaffung	324375693001507	0.024	
durchschnittliche Klaffung		0.016	
Verteilung Koordinatenklaffg.	Anzahl	%-Anteil	
< 4 cm	3	100	
> 4 cm	0	0	
Grob fehlerh. Anschl.punkte			

34

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Berechnung endgültiger Koordinaten

- Durch dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung der Anschlusspunkte (Standardabweichung der Koordinaten 0,015 - 0,03 m) oder Ausgleichung unter Anschlusszwang
- Die dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung ist insbesondere bei der Kombination von VP des Koordinatenkatasters und temporärer Vermessungspunkte (TVP) zu empfehlen (s. Beispiel Teilungs- und Gebäudeeinmessung).
- Die Anschlusspunkte aus dem Nachweis werden dabei mit den TVP (aus SAPOS) gleich gesetzt und unter Einbeziehung ihrer Entstehungsgenauigkeit an der Berechnung beteiligt.

35 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



Berechnung endgültiger Koordinaten

- Genauigkeit (Qualität) der berechneten Koordinaten:
 - Lokale **S**tandardabweichung der **P**unktlage LSP. Nach ErhE. für AP 2 cm und für GP und GebP 3 cm zulässig (Anl.5, Nr. 3.2.3.5).
Der LSP gibt die Nachbarschaftsgenauigkeit der Punkte an. Die Kontrolliertheit der bestimmenden Beobachtungen gehen in den Wert mit ein. Unkontrolliert bestimmte Punkte erhalten kein LSP.
 - Standardabweichung der Punktlage SP
- Nach der Ausgleichung die neuen Grenzpunkte linienweise in vorhandene (alte) Grenzen Einrechnen.

36 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

Berechnung endgültiger Koordinaten, Beispiel Teilungs-/Gebäudeeinemessung:

- Durch dynamische Ausgleichung mit angemessener Gewichtung der Anschlusspunkte (3 GP mit Standardabweichung 0,020 m)
- Die angemessen gewichteten GP sorgen zusammen mit den Koordinatenbeobachtungen der 3 TVP für den Lageanschluss.
- Ergebnis: Lokale Standardabweichung der Punktlage (LSP) für die neuen GP und GebP max. 0,014m

Maximalwerte und Durchschnittswerte der Standardabweichung der Punktlage					
Lokale Standardabw. der Punktlage (LSP)			Standardabw. der Punktlage (SP)		
max. LSP (m)	PKN	durchschnittl. LSP (m)	max. SP (m)	PKN	durchschnittl. SP (m)
0.014	324375693005203	0.007	0.007	324375693005202	0.007

Liste der Grenzwertüberschreitungen bei der Lokalen Standardabweichung der Punktlage (LSP)

PKN	LSP (m)
-----	---------

37
Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

Arbeitsablauf

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen

Berechnung endgültiger Koordinaten, Beispiel Teilungs-/Gebäudeeinemessung:

- Nach der Ausgleichung die neuen Grenzpunkte 5201-5203 in die alten Grenzen eingerechnet.

	Berücksichtigung geometrischer Bedingungen	Seite
		1 von 11 GB-Nr. Vermet. 180815
Berechnungsablauf <input checked="" type="checkbox"/> Linienweise Einrechnung in die Gerade		
Einrechnung der geometrischen Bedingungen (Abweichung aus der Geraden kleiner als 4 cm)		
Anzahl definierter Bedingungen	3	
Anzahl der eingerechneten Bedingungen	3	
Maximalwert der Abweichung vor der Einrechnung	0.5 cm	
Maximalwert der Abweichung nach der Einrechnung	0.4 mm	max. zulässig sind 1,4 mm
Liste der Bedingungen, die nicht einzurechnen sind (Abweichung aus der Geraden größer als 4 cm)		
fld. Nummer	Anfangspunkt	Zwischenpunkt
		Endpunkt
		Abweichung (cm)

38

Ausgleichung

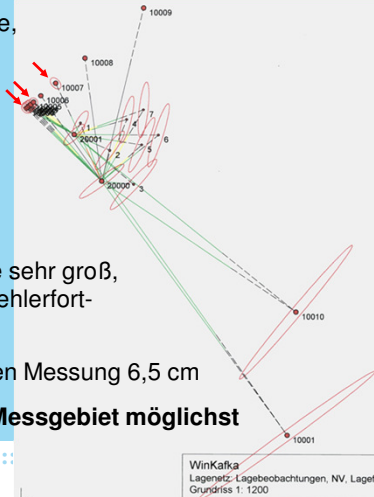
Beispiel: Verteilung temporärer Anschlusspunkte

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



3 temporäre Anschlusspunkte (TVP über SAPOS)

- 10000, 10005, 10007, liegen an einer Straße, max. Abstand 21 m,
- Koord.Fehler im TVP 10005 von 10 cm
- Ausgleichung vermutet groben Fehler GF in der Koodinatenbeobachtung von 7 cm, EP 15 mm \leq 20 mm \Rightarrow Beobachtung im Datenmaterial belassen
- LSP-Werte für weit entfernt liegende Punkte sehr groß, (für Pkt.10001, LSP = 16 cm), ungünstige Fehlerfortpflanzung, siehe Fehlerellipsen
- Max. Koordinatenabweichung zur fehlerfreien Messung 6,5 cm



Nach ErhE. sollen die Anschlusspunkte das Messgebiet möglichst umschließen! Dies gilt auch für TVP.

39 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

Ausgleichung

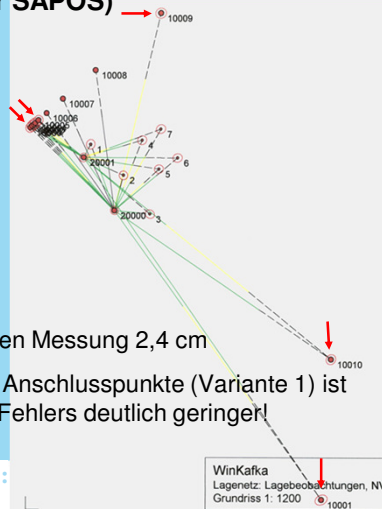
Beispiel: Verteilung temporärer Anschlusspunkte

Ministerium des Innern
des Landes Nordrhein-Westfalen



5 temporäre Anschlusspunkte (TVP über SAPOS)

- 10000, 10001, 10005, 10009, 10010 umschließen das Messgebiet
- Koord.Fehler im TVP 10005 von 10 cm
- Ausgleichung vermutet groben Fehler in der Koodinatenbeobachtung von 9 cm, EP 13 mm \leq 20 mm \Rightarrow Beobachtung im Datenmaterial belassen
- Max. LSP = 2,8 cm
- Max. Koordinatenabweichung zur fehlerfreien Messung 2,4 cm
- Im Vergleich zur ungünstige Verteilung der Anschlusspunkte (Variante 1) ist die Auswirkung eines unerkannten groben Fehlers deutlich geringer!



40 Ausgleichung von Liegenschaftsvermessungen Detmold, 12.07.2018

