

Genauigkeitsmaße, Grenzwerte, Verfahren der freien Stationierung

1

Lageanschluss

1.1

Lageanschluss mittels SAPOS

1.1.1

Erfolgt der Lageanschluss im amtlichen Bezugssystem ausschließlich mittels SAPOS, so ist gemäß Nummer 33.2.3 ErhE zur Kontrolle täglich mindestens ein Kontrollpunkt zu messen und entsprechend Anlage 8 zu dokumentieren.

1.1.2

Die lineare Abweichung aus dem Vergleich zwischen der Sollkoordinate und der gemessenen Koordinate soll den Wert von 0,04 m nicht überschreiten.

1.2

Lageanschluss über VP des Koordinatenkatasters

1.2.1

Erfolgt der Lageanschluss im amtlichen Bezugssystem über Vermessungspunkte des Koordinatenkatasters, so ist die Eignung der verwendeten Anschlusspunkte durch eine dynamische Ausgleichung mit Untergewichtung der Anschlusspunkte zu überprüfen und entsprechend Anlage 8 zu dokumentieren.

1.2.2

Die lineare Koordinatenabweichung soll den Wert von 0,04 m nicht überschreiten.

2

Größte zulässige Abweichungen bei der Grenzuntersuchung

Örtlicher Grenzverlauf und Katasternachweis gelten in der Lage als übereinstimmend, wenn ihre Abweichungen innerhalb der nachfolgenden Grenzwerte liegen (Nummer 19.2.2 ErhE).

2.1

Koordinatenkataster liegt vor

2.1.1

Die lineare Abweichung aus dem Vergleich zwischen der nachgewiesenen und der gemessenen Koordinate soll 0,06 m nicht überschreiten.

2.1.2

Für Grenzpunkte, die innerhalb derselben Vermessung abgesteckt, vermarktet und zur Kontrolle der Abmarkung einmal aufgemessen werden, soll die lineare Lageabweichung 0,03 m nicht überschreiten.

2.2

Koordinatenkataster liegt noch nicht vor:

2.2.1

Streckenvergleiche gegenüber früheren Vermessungen

2.2.1.1

Die größte zulässige Abweichung d einer gemessenen oder rechnerisch ermittelten Strecke gegenüber dieser bereits früher gemessenen oder rechnerisch ermittelten Strecke (Grundmaß) beträgt für GP und GebP 0,06 m, wenn die Grundmaße nach den Vorschriften des Vermessungspunkterlasses (VP Erl.) vom 12.01.1996 ermittelt worden sind.

2.2.1.2

Die größte zulässige Abweichung „ d “ einer gemessenen oder rechnerisch ermittelten Strecke gegenüber ihrem Grundmaß, das nach früheren Vorschriften ermittelt wurde, ist anhand der bei der früheren Vermessung vorgegebenen Genauigkeit zu beurteilen. Die Grenzwerte „ d “ (frühere Fehlergrenzen) sind der nachstehenden Zusammenstellung in Nummer 2.2.3 zu entnehmen.

2.2.2

Größte zulässige Abweichungen bei geometrischen Bedingungen

Bei der Überprüfung geometrischer Bedingungen (Geradlinigkeit, Rechtwinkligkeit, Parallelität, Kreisbögen und andere Kurven) sind als größte zulässige Abweichung 0,04 m einzuhalten. Sind die Abweichungen größer, so ist nach Nummer 19.4.5 ErhE zu verfahren.

2.2.3

Fehlergrenzen für Längenmessungen im Vergleich mit früheren qualifizierten Katastervermessungen

(„ d “ stellt die größte zulässige Abweichung einer gemessenen oder rechnerisch ermittelten Strecke gegenüber ihrem Grundmaß dar. „ s “ bedeutet die Länge einer Strecke in Metern.)

2.2.3.1

Bei Vermessungen gemäß

1.

Anweisung VIII vom 25.10.1881 für das Verfahren bei der Erneuerung der Karten und Bücher des Grundsteuerkatasters,

2.

Anweisung vom 21.02.1896 für das Verfahren bei den Vermessungen zur Fortschreibung der Grundsteuerbücher und Karten,

3.

Ergänzungsbestimmungen I. Teil vom 01.06.1931 zu den Anweisungen VIII, IX und X für das Verfahren bei den Katasterneuvermessungen,

4.

Fortführungsvermessungsanweisung II vom 21.11.1882 im früheren Land Lippe in Verbindung mit der Verfügung der lippischen Katasterinspektion vom 25.08.1926 oder

5.

Anweisung für das Verfahren bei den Fortführungsvermessungen in Nordrhein-Westfalen vom 01.07.1955 (Fortführungsanweisung II)

gilt:

I Günstige Verhältnisse (z.B. ebenes Gelände)

$$d = 1,5 (0,05 + 0,008 \sqrt{s} + 0,0003 s)$$

II Mittlere Verhältnisse

$$d = 1,5 (0,05 + 0,010 \sqrt{s} + 0,0004 s)$$

III Ungünstige Verhältnisse

$$d = 1,5 (0,05 + 0,012 \sqrt{s} + 0,0005 s).$$

2.2.3.2

Bei Vermessungen gemäß den Vorschriften

1.

Die Bestimmung von Vermessungspunkten der Landesvermessung in Nordrhein-Westfalen, (Vermessungspunkterlaß I - VPerl. I), RdErl. d. Innenministers v. 15.11.1974 - I D 3 - 4212 - und

2.

Das Verfahren bei den Fortführungsvermessungen in Nordrhein-Westfalen, (Fortführungserlaß II - FortfErl. II), RdErl. d. Innenministers v. 20.02.1980 - I D 4 - 8110 -

gilt:

$$d = 1,5 (0,05 + 0,008 \sqrt{s} + 0,0003 s).$$

3

Größe zulässige Abweichungen bei der Bestimmung von VP, Berechnung durch flächenhafte Ausgleichung

3.1

Allgemeines

3.1.1

Einleitung

Um die in Nummer 32.1.1 ErhE geforderte Koordinatenkatasterqualität der Vermessungspunkte zu gewährleisten, müssen die Messwerte und die Koordinaten der VP eine hinreichende Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzen.

3.1.2

Genauigkeit der Messwerte

3.1.2.1

Ein Maß für die Genauigkeit der Messwerte ist die Standardabweichung. Unter Zugrundelegung der Normalverteilung wird die Standardabweichung von 68 % der Messwerte eingehalten (Sicherheitswahrscheinlichkeit 68 %, $k = 1$).

3.1.2.2

Als größte zulässige Abweichung (Grenzwert) eines Messwertes wird das Doppelte der vorgegebenen Standardabweichung festgesetzt (Sicherheitswahrscheinlichkeit 95 %, $k = 2$).

3.1.2.3

Etwa zwei Drittel der Messwerte sollen die Hälfte der größten zulässigen Abweichungen nicht überschreiten.

3.1.2.4

Werden die Grenzwerte zwar eingehalten, liegen jedoch mehr als ein Drittel aller Abweichungen über der Hälfte der größten zulässigen Abweichungen (bisher Fehlergrenze), ist festzustellen, worauf dies zurückzuführen ist und welche Folgerungen daraus zu ziehen sind. Das Ergebnis der Feststellungen ist in den Vermessungsschriften zu dokumentieren.

3.1.3

Genauigkeit der Punktbestimmung

Maß für die Genauigkeit der Punktbestimmung ist die lokale Standardabweichung der Punktlage (LSP).

3.1.4

Zuverlässigkeit der Messwerte

Maße für die Beurteilung der Zuverlässigkeit (Kontrolliertheit) der Messwerte sind der Redundanzanteil des Messwertes und der Einfluss des Messwertes auf die Punktlage (Zuverlässigkeitskriterien).

3.2

Flächenhafte Ausgleichungen

3.2.1

Kriterien zur Beurteilung flächenhafter Ausgleichungen

Zur Beurteilung von flächenhaften Ausgleichungen dienen neben den Standardabweichungen s_{li} der Messwerte und den Verbesserungen v_i folgende Kriterien:

a)

Die Standardabweichung s_o der Gewichtseinheit von Messwertgruppen (Überprüfung des statistischen Modells)

b)

die normierte Verbesserung NV_i des Messwertes l_i (Fehlersuche)

c)

der Redundanzanteil r_i des Messwertes l_i (inneres Zuverlässigkeitsmaß, gibt an, wie stark ein Messwertfehler auf die korrespondierende Verbesserung übertragen wird)

d)

der Einfluss des Messwertes l_i auf die Punktlage EP_i (äußeres Zuverlässigkeitsmaß)

e)

die lokale Standardabweichung der Punktlage LSP_i (punktbezogenes Genauigkeitsmaß).

Grundsätzlich sind alle vorgenannten Kriterien zur Beurteilung der Ausgleichungsergebnisse heranzuziehen.

3.2.2

Voraussetzungen für die Anwendung der Beurteilungskriterien

Die in Nummer 3.2.1 genannten Beurteilungskriterien erlauben nur dann eine sachgerechte Interpretation, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- a)
Die Standardabweichungen der Messwerte bzw. der Messwertgruppen sind zutreffend angesetzt (Gewichtung),
- b)
eine ausreichend hohe Redundanz, die sich möglichst gleichmäßig auf alle Messwerte verteilt, liegt vor,
- c)
die Redundanz darf nicht vorgetäuscht sein, d.h. bei stark korrelierten Messwerten (z.B. Messung mehrerer Richtungssätze oder mehrfach gemessene Strecken unter Beibehaltung der Aufstellungen im Standpunkt und den Zielpunkten) gelten nur die Mittel als Messwerte.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass die statistischen Tests nach Baarda (Ausreißertest) allenfalls etwa 5% grobe Datenfehler in der Gesamtheit der Messwerte verkraften.

3.2.3

Erläuterungen zu den Beurteilungskriterien

3.2.3.1

Gewichtung der Messwerte und statistisches Modell

3.2.3.1.1

Bei der Bestimmung der VP sollen die folgenden Standardabweichungen (anzustrebende Werte) eingehalten werden. Diese Werte sind darauf ausgerichtet, eine lokale Standardabweichung der Punktlage von 0,02 m für AP und von 0,03 m für GP und GebP zu realisieren. Die zur Gewichtung der Messwerte verwendeten Standardabweichungen (in der Regel Erfahrungswerte) werden möglichst einheitlich vor der Ausgleichung (a priori) für eine Gruppe von Messwerten festgelegt. Abweichende Gewichtungen sind zu begründen.

3.2.3.1.2

Anzustrebende Standardabweichungen der Messwerte zur Bestimmung von AP sind:

$$\text{Strecken} = 0,005 \text{ m}$$

$$\text{Richtungen} = \sqrt{s_r^2 + ((s_z * \rho) / s)^2}$$

mit $s_r = 1,0 \text{ mgon}$

und $s_z = 0,003 \text{ m}$

s_r = Standardabweichung der Richtungsablesung

s_z = Standardabweichung der Zieleinstellung/Zentrierung
 s = Strecke in m

3.2.3.1.3

Anzustrebende Standardabweichungen der Messwerte zur Bestimmung von GP und GebP sind:

$$\text{Strecken} = 0,01 \text{ m}$$

$$\text{Richtungen} = \sqrt{s_r^2 + ((s_z * \rho) / s)^2}$$

mit $s_r = 2,0 \text{ mgon}$
und $s_z = 0,008 \text{ m}$

3.2.3.1.4

Anzustrebende Standardabweichung der GNSS-Koordinaten: 0,02 m

3.2.3.1.5

Zutreffend ermittelte Standardabweichungen a priori sollen mit den a posteriori aus der Ausgleichung hervorgegangenen Standardabweichungen übereinstimmen, wenn eine ausreichend hohe Redundanz vorhanden ist. Weicht die Standardabweichung s_0 der Gewichtseinheit insgesamt bzw. der jeweiligen Messwertgruppe vom Erwartungswert 1 ab, so dokumentiert dies bei freier Ausgleichung den Unterschied zwischen den Standardabweichungen a priori und a posteriori. Besonders ist darauf zu achten, dass die Standardabweichung s_0 der Gewichtseinheit der einzelnen Messwertgruppen nahezu gleich ist. Liegen die Werte von s_0 für AP, GP und GebP zwischen 0,6 und 1,4, so können sie belassen werden, weil sich eine Gewichtsangabe in diesem Rahmen nur unerheblich auf die Ergebnisse auswirkt. Wird dieser Rahmen überschritten, ist zu prüfen, ob die Messwerte grobe oder systematische Fehler aufweisen.

3.2.3.2

Normierte Verbesserung des Messwertes (Fehlersuche)

3.2.3.2.1

Die normierte Verbesserung NV_i (Quotient aus der Verbesserung und deren Standardabweichung, ermittelt mit dem anzustrebenden Wert der Genauigkeit) des Messwertes l_i dient zur Aufdeckung grob fehlerhafter Messwerte; sie soll nicht größer als die vorgegebene Sicherheitswahrscheinlichkeit $k = 2$ sein. Überschreitet NV_i diesen Wert, wird der Betrag des vermuteten groben Fehlers $GF_i = v_i/r_i$ ermittelt.

3.2.3.2.2

Sind für mehrere benachbarte Messwerte die NV_i größer als 2, so wird zunächst nur der Messwert mit dem größten NV_i untersucht.

3.2.3.2.3

Die detaillierte Beurteilung eines vermutlich fehlerhaften Messwertes wird unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Einflusses des Messwertes l_i auf die Punktlage EP_i vorgenommen.

3.2.3.3

Redundanzanteil des Messwertes (inneres Zuverlässigkeitsmaß)

3.2.3.3.1

Der Redundanzanteil r_i des Messwertes l_i gibt an, in welchem Umfang l_i zur Gesamtredundanz beiträgt. Er gibt Aufschluss über die Kontrolliertheit des einzelnen Messwertes l_i durch die anderen Messwerte des lokalen Umfeldes (innere Zuverlässigkeit); r_i soll den Wert 0,1 nicht unterschreiten und im Allgemeinen mindestens 0,3 betragen. Bei zu geringen Redundanzanteilen sind gegebenenfalls zusätzliche Messwerte einzuführen. Werte unter 0,1 sind nur in begründeten Einzelfällen zulässig.

3.2.3.3.2

Der (dimensionslose) Redundanzanteil kann auch als (in Prozent umgerechneter) Einfluss auf die Verbesserung EV_i bezeichnet werden.

3.2.3.4

Einfluss des Messwertes auf die Punktlage (äußeres Zuverlässigkeitsmaß)

3.2.3.4.1

Der Einfluss des Messwertes l_i auf die Punktlage $EP_i = GF_i(1-r_i)$ ist der Betrag, um den sich die Lage der Punkte, die l_i verbindet, ändert, wenn l_i nicht an der Ausgleichung teilnimmt (äußere Zuverlässigkeit). Bei hinreichender Redundanz soll EP_i bei AP $\leq 0,02$ m, bei GP und GebP $\leq 0,03$ m sein. Ist der Wert größer, ist zu untersuchen, ob ein grober Fehler vorliegt.

3.2.3.4.2

Zur Beurteilung und Entscheidung über die Eignung der Vermessungsergebnisse dient die folgende Zusammenstellung (Beispiel: GP-Bestimmung, $LSP_i = 0,03$ m):

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

3.2.3.5

Lokale Standardabweichung der Punktlage (punktbezogenes Genauigkeitsmaß)

Für die lokale Standardabweichung der Punktlage LSP_i wird festgelegt:

Punktobjekt	max. zulässig
AP	0,02 m
GP, GebP	0,03 m

4

Verfahren der freien Stationierung

4.1

Allgemeines

Im Allgemeinen dient die freie Stationierung nur der vorläufigen Berechnung der Lagekoordinaten im Felde. Für die abschließende Koordinatenberechnung der Vermessungspunkte ist gemäß Nummer 35 ErhE die Ausgleichung unter Einbeziehung sämtlicher Messwerte anzuwenden. Nur in dem Fall, dass keine neuen Koordinaten durch Vermessung entstehen (z.B. bei Absteckung von Sollkoordinaten oder Grenzvermessungen im Koordinatenkataster), kann auf eine Ausgleichung verzichtet werden.

4.2

Berechnung des freien Standpunktes

4.2.1

Die Berechnung der Lagekoordinaten erfolgt über die gemessenen Richtungen und Strecken zu mindestens drei Anschlusspunkten. Anschlusspunkte können geeignete Vermessungspunkte (VP) des Koordinatenkatasters, temporäre Vermessungspunkte (TVP) oder in der Vermessung bestimmte freie Standpunkte oder Verknüpfungspunkte sein.

4.2.2

Zur Überprüfung der Zuverlässigkeit der freien Stationierung sind zunächst die linearen Abweichungen in den Anschlusspunkten ohne Maßstabseinfluss, das heißt mit dem festen Maßstab $M = 1$ zu berechnen. Der Abbildungsmaßstab bleibt unberührt.

4.2.3

Die linearen Abweichungen in den Anschlusspunkten dürfen bei festem Maßstab $M = 1$ den Betrag von 0,04 m nicht überschreiten.

4.2.4

Liegen die Ergebnisse der Untersuchung nach den Nummern 4.2.2 und 4.2.3 vor, werden die Stationierungselemente abschließend mit freiem Maßstab ermittelt und die Koordinaten erneut berechnet.

4.3

Dokumentation der freien Stationierung

4.3.1

Die polare Messung ist entsprechend Anlage 8 zu dokumentieren.

4.3.2

Im Fortführungsriß sind insbesondere darzustellen:

- a)
die Lage der freien Standpunkte und
- b)
die verwendeten Anschlusspunkte.

4.3.3

In dem Fall, dass keine neuen Koordinaten durch Vermessung entstehen ist die freie Stationierung in der VP-Liste zu dokumentieren. Diese muss enthalten:

- a)
die Sollkoordinaten,
- b)
die „gemessenen“ Koordinaten und
- c)
die linearen Abweichungen.