**Genauigkeitsmaße, Grenzwerte, Verfahren der freien Stationierung**

***1 Kontrolle des Lageanschlusses***

(1) Erfolgt der Lageanschluss im amtlichen Bezugssystem ausschließlich mittels SAPOS, so ist gemäß Nr. 33.2 Abs. 3 ErhE zur Kontrolle täglich mindestens ein Kontrollpunkt zu messen und entsprechend Anlage 10 zu dokumentieren.

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

***2 Größte zulässige Abweichungen bei der Grenzuntersuchung***

Örtlicher Grenzverlauf und Katasternachweis gelten als übereinstimmend, wenn ihre Abweichungen innerhalb der nachfolgenden Grenzwerte liegen (vgl. Nr. 19.2 Abs. 2 ErhE).

2.1 Koordinatenkataster liegt vor

(1) Die lineare Abweichung aus dem Vergleich zwischen der amtlichen und der gemessenen Koordinate soll 0,06 m nicht überschreiten.

(2) Für Grenzpunkte, die innerhalb derselben Vermessung abgesteckt, vermarkt und zur Kontrolle der Abmarkung einmal auf gemessen werden, soll die lineare Lageabweichung 0,03 m nicht überschreiten.

2.2 Koordinatenkataster liegt noch nicht vor:

2.2.1 Streckenvergleiche gegenüber früheren Vermessungen

(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 (VPErl.) vom 12.01.1996 ermittelt wor­den sind.

(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 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 Nr.19.4 Absatz 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.)

(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 oder

4. 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 √ s + 0,0003 s )

II Mittlere Verhältnisse

d = 1,5 (0,05 + 0,010 √ s + 0,0004 s )

III Ungünstige Verhältnisse

d = 1,5 (0,05 + 0,012 √ s + 0,0005 s ).

(2) Bei Vermessungen gemäß der 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 √ s + 0,0003 s ).

***3 Größte zulässige Abweichungen bei der Bestimmung von VP, Berechnung durch flächenhafte Ausgleichung***

* 1. Allgemeines

3.1.1 Einleitung

Um die in Nr. 1.4 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

(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).

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

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

(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 sli der Messwerte und den Verbes­serungen vi folgende Kriterien:

* die Standardabweichung so der Gewichtseinheit von Messwertgruppen (Überprüfung des statistischen Modells)
* die normierte Verbesserung NVi des Messwertes li (Fehlersuche)
* der Redundanzanteil ri des Messwertes li (inneres Zuverlässigkeitsmaß, gibt an, wie stark ein Messwertfehler auf die korrespondierende Verbesserung übertragen wird)
* der Einfluss des Messwertes li auf die Punktlage EPi (äußeres Zuverlässigkeitsmaß)
* die lokale Standardabweichung der Punktlage LSPi (punktbezogenes Genauigkeitsmaß)

Grundsätzlich sind alle vorgenannten Kriterien zur Be­ur­tei­lung der Ausgleichungsergebnisse heranzuziehen.

3.2.2 Voraussetzungen für die Anwendung der Beurteilungs­kri­terien

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

* Die Standardabweichungen der Messwerte bzw. der Mess­wert­gruppen sind zutreffend angesetzt (Gewichtung),
* eine ausreichend hohe Redundanz, die sich möglichst gleichmäßig auf alle Messwerte ver­teilt, liegt vor,
* 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

(1) Bei der Bestimmung der VP sollen die folgenden Standardabweichungen (anzustrebenden 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.

(2) Anzustrebende Standardabweichungen der Messwerte zur Bestimmung von AP sind:



mit sr = 1,0 mgon

und sz = 0,003 m

sr = Standardabweichung der Richtungsablesung

sz = Standardabweichung der Zieleinstellung/Zen­trierung

s = Strecke in m

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



mit sr = 2,0 mgon

und sz = 0,008 m

(4) Anzustrebende Standardabweichung der GNSS-Koordinaten: 0,02 m

(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 so 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 so der Ge­wichtseinheit der einzelnen Messwertgruppen nahezu gleich ist. Liegen die Wer­te von so für AP, GP und GebP zwischen 0,6 und 1,4, so können sie belas­sen werden, weil sich eine Gewichtsanpassung 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)

(1) Die normierte Verbesserung NVi (Quotient aus der Verbes­serung und deren Standardabweichung, ermittelt mit dem anzu­strebenden Wert der Genauigkeit) des Messwertes li dient zur Aufdeckung grob fehlerhafter Messwerte; sie soll nicht größer als die vorgegebene Sicherheitswahrscheinlichkeit k = 2 sein. Überschreitet NVi diesen Wert, wird der Betrag des ver­muteten groben Fehlers GFi = ‑vi/ri ermittelt.

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

(3) Die detaillierte Beurteilung eines vermutlich feh­lerhaf­ten Messwertes wird unter gleichzeitiger Berück­sichtigung des Einflusses des Messwertes li auf die Punktlage EPi.

3.2.3.3 Redundanzanteil des Messwertes (inneres Zuverlässig­keitsmaß)

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

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

3.2.3.4 Einfluss des Messwertes auf die Punktlage (äußeres Zuver­lässigkeitsmaß)

(1) Der Einfluss des Messwertes li auf die Punktlage EPi = GFi(1‑ri) ist der Betrag, um den sich die Lage der Punk­te, die li verbindet, ändert, wenn li nicht an der Aus­glei­chung teilnimmt (äußere Zuverlässigkeit). Bei hinrei­chender Redundanz soll EPi bei AP ≤0,02 m, bei GP und GebP ≤0,03 m sein. Ist der Wert größer, ist zu unter­suchen, ob ein grober Fehler vorliegt.

(2) Zur Beurteilung und Entscheidung über die Eignung der Vermessungsergebnisse dient die folgende Zusammen­stellung (Beispiel: GP‑Bestimmung, LSPi = 0,03 m):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NVi | EPi | Folgerung |
| >2 | >0,03 m (ri groß) | Fehler im Messwert li wird vermutet; nachmessen |
| >2 | ≤0,03 m (ri groß) | Fehler im Messwert li wird vermutet; li kann in der Aus­gleichung be­lassen wer­den, da Auswirkung von li auf den Punkt gering ist. li ist entsprechend zu kennzeichnen. |
| ≤2 | ≤0,03 m | Messwert li ist (statistisch) in Ordnung |

3.2.3.5 Lokale Standardabweichung der Punktlage (punktbezogenes Genauigkeitsmaß)

Für die lokale Standardabweichung der Punktlage LSPi 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 Nr. 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

(1) Die Berechnung der Lagekoordinaten erfolgt über die gemessenen Richtungen und Strecken zu mindestens drei geeigneten Vermessungspunkten (VP) des Koordinatenkatasters, temporären Vermessungspunkten (TVP) oder in der Vermessung bestimmten freien Standpunkten oder Verknüpfungspunkten.

(2) Zur Überprüfung der Zuverlässigkeit der freien Stationierung sind zunächst die li­nea­ren Abwei­chun­gen in den Anschlusspunkten ohne Maßstabseinfluss, d. h. mit dem festen Maßstab M = 1 zu berechnen. Der Abbildungsmaßstab bleibt unberührt.

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

(4) Liegen die Ergebnisse der Untersuchung nach den Absätzen 2 und 3 vor, werden die Stationierungselemente abschließend mit freiem Maßstab ermittelt und die Koordinaten erneut berechnet.

4.3 Dokumentation der freien Stationierung

(1) Die polare Messung ist entsprechend Anlage 10 ErhE zu dokumentieren.

(2) Im Vermessungsriss sind insbesondere darzustellen:

* die Lage der freien Stand­punkte und
* die verwendeten Anschlusspunkte.

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

* die Sollkoordinaten,
* die „gemessenen“ Koordinaten und
* die linearen Abweichungen.