



Handbuch der Amtlichen Vermessung im Kanton Graubünden

2.2.27

Merkblatt für Fixpunktmessungen

Version: 1.0

31. Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

Änderungshistorie	ii
1 Einleitung	1
2 Mitgeltende Grundlagen	1
3 Genauigkeitsanforderungen	1
3.1 GNSS-Sensoren	2
3.2 Totalstationen.....	2
3.3 Nivelliere	2
3.4 Zentrierfehler.....	2
4 Vorgaben für die Feldarbeiten	3
Anhänge	5
A.1 2.2.27a Feldbuch für GNSS-Messungen (Vorlage)	5

Änderungshistorie

Ver- sion	Datum	Änderungen	SB

1 Einleitung

Dieses Merkblatt beinhaltet messtechnische Ausführungsbestimmungen für GNSS-Messungen von Fix- und Passpunkten, aber auch für tachymetrische Ergänzungsmessungen sowie für eventuelle nivellitische Anschlussmessungen an ein bestehendes Höhennetz.

Die im Kap. 3 beschriebenen Genauigkeitsanforderungen sollen in der Auswertung nicht entdeckbare grobe Fehler besser aufdecken und die im Kap. 4 beschriebenen Vorgaben für die Feldarbeiten sollen die vorzeichenbehafteten (systematischen) Messfehler so weit als möglich verhindern und sind als "Regeln der Kunst" zu betrachten.

Das Merkblatt ist als Ergänzung und Präzisierung zu den Richtlinien zur Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung zu verstehen und ist für alle Arbeiten der Ebene Fixpunkte verbindlich.

Die aufgeführten Punkte sind nicht abschliessend und können bei Bedarf ergänzt werden.

2 Mitgeltende Grundlagen

Dieses Merkblatt stützt sich auf die folgenden Richtlinien und Weisungen:

- Richtlinien zur Bestimmung von Fixpunkten der Amtlichen Vermessung, Kapitel 4
 - Handbuch der Amtlichen Vermessung, Dok. 1.3.15
- Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten (1. Januar 2015)
 - Handbuch der Amtlichen Vermessung, Dok. 1.2.5
- Konzept zur Ausdünnung und zum Unterhalt der Fixpunkte im Kanton Graubünden
 - Handbuch der Amtlichen Vermessung, Dok. 2.2.17
- Merkblatt Vorgehen bei LFP-Steinschiefen
 - Handbuch der Amtlichen Vermessung, Dok. 2.2.26

3 Genauigkeitsanforderungen

Für eine möglichst exakte Bestimmung von Verschiebungsvektoren resp. zur Ausscheidung der Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen sind genaue Messungen notwendig. Zudem sind die Ungenauigkeiten aus der Triangulation mit dem Bezugsrahmenwechsel im Jahre 2016 weitestgehend eliminiert und ermöglichen mit den eingesetzten Instrumentarien eine absolute Punktbestimmung resp. eine Netzlagerung in Lage unter einem Zentimeter. Die Genauigkeit in der Höhe liegt etwas darüber.

Daher sind für Kontrollmessungen oder für Neubestimmungen vorhandener LFP nicht die geltenden Toleranzwerte gemäss Weisung Amtliche Vermessung Punktgenauigkeiten vom 1. Januar 2015 anzusetzen, sondern es sind die Standardabweichungen der Hersteller als Modellannahmen in die Ausgleichung einzuführen. Bei den Herstellerangaben handelt es sich um empirisch ermittelte Genauigkeiten nach den folgenden ISO-Normen:

- 17123-2 für die Höhenübertragung mittels Nivellieren (1 km Doppelnivellement)
- 17123-3 für die Richtungsmessungen
- 17123-4 für die Distanzgenauigkeiten

- 17123-8 für die Positionsbestimmung mittels GNSS

In den folgenden Unterkapiteln sind realistische Vorgabewerte angegeben, welche von aktuell eingesetzten Instrumenten abgeleitet sind. Sie sind als a priori Werte in einer vermittelnden Netzausgleichung als Modellannahmen einzusetzen.

3.1 GNSS-Sensoren

Für die zum Einsatz kommenden Methoden *Real Time Kinematic* (RTK) und *Rapid Static* (RS) sind bei einem Mehrfrequenz-Empfänger folgende Standardabweichungen anzunehmen:

- RS: $\sigma_L = 3 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ resp. $\sigma_H = 5 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
- RTK: $\sigma_L = 8 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ resp. $\sigma_H = 15 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$

3.2 Totalstationen

Die Herstellerangaben gelten sowohl beim Einsatz mit Standardprisma als auch für reflektorlose Messungen mit oder ohne Verwendung einer automatischen Zielerfassung. Als Genauigkeitswerte sind folgende Richtgrößen anzunehmen:

- Richtung: $\sigma_{Hz/V} = 1 - 1.5 \text{ mgon}$
- Distanz: $\sigma_D = 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$

3.3 Nivelliere

Falls ein Höhenanschluss weder direkt mit GNSS oder tachymetrisch auf nivellierte LFP1/2 durchgeführt werden kann, ist ein nivellitische Anschluss auf einen HFP eine Alternative. Dabei spielt die Genauigkeit von Nivellieren eine vernachlässigbare Rolle. Für die Modellannahme in einer Netzausgleichung muss dennoch ein Wert angenommen werden. Sie ist bei (Digital-)Nivellieren mittlerer Genauigkeit mit folgendem Wert anzunehmen:

- Höhe: $\sigma_{1 \text{ kmDoppel}} = 2 \text{ mm}$

3.4 Zentrierfehler

Eine nicht unwesentliche Komponente bei der Fixpunktmessung ist der Zentrierfehler. Daher ist es entscheidend, ob mit einer Zentrierung mittels Lotstock oder mit einem Stativ erfolgt. Bei beiden Varianten liegt meist eine Dosenlibelle mit einer Genauigkeit von 8' (0.13 Grad) zu Grunde. Damit liegt die Zentriergenauigkeit pro Meter Instrumentenhöhe lediglich bei 1 – 2 mm. Erst beim Einsatz einer Präzisionszentrierung (Prismen- resp. Antennenhalter mit Röhrenlibelle) kann der Zentrierfehler deutlich unter 1 mm gesenkt werden. Grundsätzlich ist dieses Zubehör geeignet, jedoch reicht eine Aufstellung mit vorgängig justierter und periodisch kontrollierter Dosenlibelle am Lotstock und Dreifuss aus. Daher kann auf dieses Spezial-Equipment verzichtet werden.

Die Zentriergenauigkeit für Lotstöcke und Stative ist mit folgenden Werten anzunehmen:

- Zentr.-Gen.: $\sigma_{\text{Zentr.}} = 3 \text{ mm}$

4 Vorgaben für die Feldarbeiten

Ergänzend zu den oben erwähnten Richtlinien/Weisungen sind die weiteren Punkte zu beachten:

- Das einzusetzende Equipment (Stative, Dreifüsse mit optischem Lot, Antennenträger, Lotstöcke, Dosenlibellen etc.) ist vor jeder Messkampagne zu überprüfen und zu justieren.
- Täglich ist bei Messbeginn auf einem bekannten LFP eine Kontrollmessung durchzuführen, deren gemessenen Werte zu überprüfen und zu protokollieren.
- Überdeckte Fixpunkte sind bis zu einer Tiefe von rund 20 cm freizulegen. Falls in dieser Tiefe kein Fixpunkt zum Vorschein kommt, ist die Absteckungshöhe zu überprüfen. Ist der Ist-Wert tiefer, kann angenommen werden, dass der Punkt nicht mehr vorhanden ist. In diesem Fall ist der nächstgelegene Fixpunkt aufzusuchen.
- Die Materialisierung ist zu beurteilen. Alle Materialisierungsarten müssen fest mit dem Untergrund verankert sein. Bei Steinen ist die Steinschiefe gemäss dem Merkblatt 2.2.26 "Vorgehen bei LFP-Steinschiefen" zu überprüfen. Die Messung erfolgt auf das Loch resp. auf die Mitte des Steins. Die gemessene Steinschiefe wird an den ausgeglichenen Koordinaten korrigiert.
- Tachymetrische Messungen (z. B. im Baugebiet) sind auf GNSS-gemessene LFP anzuschliessen (Zugsmessung).
- Sind GNSS-untaugliche Punkte mittels Vektor tachymetrisch einzumessen, so gelten für den/die benötigten exzentrischen Punkt(e) die gleichen Genauigkeitsanforderungen wie für einen direkt gemessenen Punkt mittels zweimal unabhängiger GNSS-Stationierung.
- Für die Messungen sind ein Instrumentenstativ oder ein Schnellstativ (Lotstock mit Streben) zugelassen. Wenn möglich ist immer die gleiche Kombination von Stativ und Antenne einzusetzen. Beide Kombinationen haben Vor- und Nachteile:
 - Beim Stativ ist zu garantieren, dass der Dreifuss und das optische Lot justiert sind sowie die Zwangszentrierung innerhalb 2 mm ausgeführt wird. Hier wäre eine Zwangszentrierung mittels Dreifuss ohne optisches Lot und ein Prismen-/Antennenträger mit Röhrenlibelle vorzuziehen, da der Träger um die eigene Achse gedreht und so der Spielpunkt überprüft werden kann. Bei einem Dreifuss mit optischem Lot kann eine Exzentrizität auf dem Feld nicht festgestellt werden.
 - Der Lotstock hat den Nachteil, dass die Genauigkeit der Dosenlibelle deutlich schlechter ist als bei der Aufstellung mittels Stativ und Träger. Daher ist beim Arbeiten mit dem Lotstock wichtig, dass die Dosenlibelle immer am gleichen Ort am Stock fixiert ist (nicht um den Stock drehbar) und dass die Ausrichtung sowohl der Antenne als auch des Lotstocks immer in die gleiche Richtung erfolgt (z. B. über die Dosenlibelle, welche immer nach Nord erfolgt). So wird eine Reststehschiefe des Lotstocks weitgehend eliminiert.
 - Bei beiden Verfahren ist die Antennenhöhe zweimal unabhängig zu erheben und zu protokollieren. Beim Stein ist für die Höhenmessung die Steinoberfläche massgebend, nicht das Loch. Die Tiefe des Lochs ist mit einer geeigneten Methode zu bestimmen und bei der Messung zu berücksichtigen. Beim Stativ als auch beim (variablen) Lotstock ist die abgelesene Höhe zu verifizieren (evtl. Offsets, je nach verwendeter Antenne). Für die Rückverfolgbarkeit möglicher Ablesefehler soll die Höhe an der Eingabemaske für die um das Steinloch korrigierte Höhe am Registriergerät (Controller) berücksichtigt und nicht am Lotstock angebracht werden.

- Bei beiden Varianten muss beim Empfänger die richtige Kombination von Antennentyp und Aufstellung (Stativ/Lotstock) eingestellt sein.
- Um beim Aufsetzen der Antenne auf den Träger (z. B. Leica-Steckzapfen) einen Höhenfehler zu vermeiden, ist zu kontrollieren, dass der Steckadapter richtig sitzt und eingerastet ist. Wenn der Klemmbolzen richtig eingerastet ist, lässt sich die Antenne nicht mehr vom Steckzapfen abnehmen. Allenfalls entsteht ein Höhenfehler von rund 11 mm, welcher in der Auswertung kaum erkennbar ist.
- Bei der Verwendung von RTK-VRS muss der entsprechende Korrekturdatendienst (bei Verwendung von swipos-GIS/GEO der Datenstrom LV95/LN02) ausgewählt sein.
- Weiter muss gewährleistet sein, dass die entsprechenden Transformationsparameter (CHTRS95/ETRS89 \Rightarrow CH1903+), die richtigen Bezugsellipsoide WGS84 / Bessel 1841 sowie das Geoidmodell CHGeo2004 zur Korrektur der Geoidundulationen auf dem Gerät eingesetzt werden.
- Die Messdauer (ohne Verbindungsaufbau und Initialisierung) muss mindestens 2 Minuten betragen.
- Zwischen der 1. und 2. Messung ist mind. eine relative Zeitdifferenz von 2 Stunden einzuhalten.
- Punkte mit grösseren Abdeckungen durch Bäume, Bauten und Berge (15° über dem Horizont) sind zu notieren und allenfalls exzentrisch zu bestimmen.
- Bei Messungen mit RTK-VRS sind ebenfalls die Rohdaten für allfälliges Post Processing mitzuspeichern.
- Punkte, für welche keine Korrekturdaten zur Verfügung stehen (Funkloch), sind mit der Methode Rapid Static zu messen und mittels Post Processing zu bestimmen. Dazu kann über das Web-Interface von swipos eine virtuelle Referenzstation (VRS) für diesen Zeitraum mit den Näherungskordinaten der Navigationslösung generiert und so die Koordinaten bestimmt werden.
- Die 2D-Messgenauigkeit (RMS resp. KQ) der einzelnen GNSS-Messung auf dem Felde sollte approximativ bei ≤ 20 mm liegen.
- Die nachgewiesene Koordinatendifferenz zwischen 1. und 2. Messung muss in Lage ≤ 20 mm und in Höhe ≤ 40 mm sein.
- Die Messungen sind im Feld zu protokollieren. Folgende Werte sind aus einem Feldbuch in Tabellenform aufzubereiten:
 - Punktnummer, Materialisierung, evtl. Steinschiefe und Azimut
 - Koordinaten 1. und 2. Messung, Mittelbildung
 - Geometrieindikator je nach System (DOP, GDOP, PDOP od. KQ)
 - Datum, Messzeit
 - Messdauer
 - Instrument und Operateur
 - Koordinatendifferenz zw. 1. und 2. Messung in Lage (ds) und Höhe (dh)
 - Zeitdifferenz zw. 1. und 2. Messung
 - evtl. Bemerkungen (Abdeckungen, Hindernisse, Beschädigungen)

Anhänge

A.1 2.2.27a Feldbuch für GNSS-Messungen (Vorlage)