



Amt für Landwirtschaft und Geoinformation

Uffizi d'agricultura e da geoinformaziun

Ufficio per l'agricoltura e la geoinformazione

---

7001 Chur, Ringstrasse 10    Telefon +41 81 257 24 32    Fax +41 81 257 20 17    E-Mail: [info@alg.gr.ch](mailto:info@alg.gr.ch)    [www.alg.gr.ch](http://www.alg.gr.ch)

# Vorschriften der amtlichen Vermessung im Kanton Graubünden (Vorschriften AVGR)

## AVGR 200.112 Richtlinie Fixpunktmessung

Version: 1.1

24. März 2025

# Inhaltsverzeichnis

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>Änderungshistorie .....</b>                | <b>ii</b> |
| <b>1 Einleitung .....</b>                     | <b>1</b>  |
| <b>2 Rechtsgrundlagen und Dokumente .....</b> | <b>1</b>  |
| <b>3 Genauigkeitsanforderungen .....</b>      | <b>1</b>  |
| 3.1 GNSS-Sensoren .....                       | 1         |
| 3.2 Totalstationen.....                       | 2         |
| 3.3 Nivelliere .....                          | 2         |
| 3.4 Zentrierfehler.....                       | 2         |
| <b>4 Vorgaben für die Feldarbeiten.....</b>   | <b>2</b>  |

## Änderungshistorie

| Ver-<br>sion | Datum      | Änderungen                                                                                                                                         | SB  |
|--------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.0          | 31.01.2020 | Ersterstellung                                                                                                                                     | mk  |
| 1.1          | 24.03.2025 | Neue Dokumentennummer AVGR 200.112 (ehemals Handbuch der AV 2.2.27)<br>Aktualisierung der Verweise, sprachliche Präzisierung (vor allem in Kap. 4) | mdi |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |
|              |            |                                                                                                                                                    |     |

## 1 Einleitung

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

Die in Kap. 3 beschriebenen Genauigkeitsanforderungen dienen dazu, grobe Fehler in der Auswertung besser zu erkennen. In Kap. 4 sind Vorgaben für die Feldarbeiten aufgeführt. Diese gelten als «Regeln der Kunst» und helfen, die vorzeichenbehafteten (systematischen) Messfehler so weit als möglich zu verhindern.

Das Merkblatt ergänzt und präzisiert die Bundes-Richtlinien «Bestimmung von Fixpunkten der amtlichen Vermessung» und ist für alle Arbeiten der Ebene Fixpunkte verbindlich.

## 2 Rechtsgrundlagen und Dokumente

Die Vorschriften zur AV finden Sie auf den spezifischen Internet-Seiten:

- [Vorschriften des Bundes zur AV](#)
- [Vorschriften zur AV im Kanton Graubünden](#)

## 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 Jahr 2016 weitestgehend eliminiert worden. Die eingesetzten Instrumente ermöglichen eine absolute Punktbestimmung resp. eine Netzlagerung in der Lage von unter 1 cm. Die Genauigkeit in der Höhe liegt etwas darüber.

Daher sind für Kontrollmessungen oder Neubestimmungen vorhandener Lagefixpunkte (LFP) nicht die geltenden Toleranzwerte gemäss der Bundes-Weisung «Amtliche Vermessung: Punktgenauigkeiten» 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 Modellannahmen und a-priori-Werte in einer vermittelnden Netzausgleichung 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:  $\sigma_{Hz/V} = 1\text{--}1,5 \text{ mgon}$
- 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 nivellitischer 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. Dieser beträgt bei (Digital-)Nivellieren mittlerer Genauigkeit:

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

### 3.4 Zentrierfehler

Eine wesentliche Komponente bei der Fixpunktmessung ist der Zentrierfehler. Sowohl beim Arbeiten mit Lotstock als auch bei der Verwendung eines Stativs ist meist eine Dosenlibelle mit einer Genauigkeit von 8' (0,13 Grad) vorhanden. Damit liegt die Zentriergenauigkeit pro Meter Instrumentenhöhe 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

Es ist ein Feldprotokoll zu führen. Für die Kontrolle der Erst- und Zweitmessungen mit GNSS kann das Feldbuch für GNSS-Messungen (AVGR 600.111) oder ein analoges Protokoll mit den entsprechenden Informationen verwendet werden.

Ergänzend ist 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 der Richtlinie LFP-Steinschiefe (AVGR 200.113) zu überprüfen. Die Steinschiefe wird beim Loch bzw.

- in der Mitte des Steins bestimmt. Die ausgeglichenen Koordinaten werden mit der Exzentrizität aus der gemessenen Steinschiefe korrigiert.
- Tachymetrische Messungen (z. B. im Baugebiet) sind auf GNSS-gemessene LFP anzuschliessen (Zugsmessung).
  - Ist ein GNSS-untauglicher Punkt mit einem Vektor tachymetrisch einzumessen, so gelten für diesen exzentrischen Punkt die gleichen Genauigkeitsanforderungen wie für einen direkt mit GNSS gemessenen Punkt auf dem zwei Mal unabhängig stationiert wurde.
  - 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.
    - 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.
    - Beim Arbeiten mit dem Lotstock ist es 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 gerichtet wird). So wird eine Reststehschiefe des Lotstocks weitgehend eliminiert.
    - Sowohl bei der Messung mit Instrumentenstativ als auch mit dem Lotstock ist die Antennenhöhe zwei Mal unabhängig zu erheben und zu protokollieren. Beim Stein ist für die Höhenmessung die Steinoberfläche massgebend, nicht das Loch. Bei der Messung mit dem Lotstock ist die Tiefe des Lochs mit einer geeigneten Methode zu bestimmen. Wir empfehlen, die Signalhöhe um die Tiefe des Lochs zu reduzieren und beim Registriergerät einzugeben anstatt die Höhe am Lotstock zu kompensieren.
    - Sowohl bei der Messung mit dem Stativ als auch mit dem Lotstock muss beim Empfänger die richtige Kombination von Antennen- oder Prismentyp und Aufstellung (Stativ/Lotstock) eingestellt sein, da unterschiedliche Höhen-Offsets vorhanden sind.
  - Um beim Aufsetzen der Antenne auf den Träger (z. B. Leica-Steckzapfen) einen Höhenfehler zu vermeiden, ist zu kontrollieren, ob 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 ausgewählt sein. Bei der Verwendung von swipos-GIS/GEO wird der Datenstrom LV95/LN02 ausgewählt.
  - 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 mind. 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 ( $15^\circ$  über dem Horizont) sind zu notieren und allenfalls exzentrisch zu bestimmen.
- Bei Messungen mit RTK-VRS sind die Rohdaten für allfälliges Post Processing mitzuspeichern.
- Punkte, für welche keine Korrekturdaten zur Verfügung stehen (Funkloch), sind mit der Methode RS zu messen und mittels Post Processing zu bestimmen. Dazu kann über das Web-Interface von swipos eine virtuelle Referenzstation für diesen Zeitraum mit den Näherungskoodinaten der Navigationslösung generiert und so die Koordinaten bestimmt werden.
- Die 2D-Messgenauigkeit (RMS resp. KQ) der einzelnen GNSS-Messung auf dem Feld sollte approximativ bei  $\leq 20$  mm liegen.
- Die nachgewiesene Koordinatendifferenz zwischen der 1. und 2. Messung muss in Lage  $\leq 20$  mm und in Höhe  $\leq 40$  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 zwischen 1. und 2. Messung in Lage (ds) und Höhe (dh)
  - Zeitdifferenz zwischen 1. und 2. Messung
  - evtl. Bemerkungen (Abdeckungen, Hindernisse, Beschädigungen)