



Handbuch der Amtlichen Vermessung im Kanton Graubünden

2.2.26

Merkblatt Vorgehen bei LFP-Steinschiefen

Version: 1.0

31. Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

Änderungshistorie	ii
1 Ausgangslage	1
2 Ziele	1
3 Vorgehen	1
4 Bestimmung der Steinschiefe	2
4.1 Variante 1: Mit Wasserwaage und Keil	2
4.1.1 Berechnung der Exzentrizität	3
4.2 Variante 2: Mit Neigungsmesser	3
4.2.1 Berechnung der Exzentrizität	4
5 Berechnung der Koordinatenkorrekturen dy / dx	4
Anhänge	5
A.1 2.2.26a Steinschiefenberechnung (Vorlage)	5

Änderungshistorie

Ver- sion	Datum	Änderungen	SB

1 Ausgangslage

Bei Messungen ausgehend von bestehenden Fixpunkten ist die Kenntnis einer intakten Materialisierung der LFP2/3 und Hilfsfixpunkte Voraussetzung für korrekte Punktbestimmungen. Nebst der visuellen Kontrolle auf Beschädigung und fester Verankerung bei allen Punktarten, muss ein LFP2/3 resp. Hilfsfixpunkt, welcher mittels Stein versichert wurde, auch auf eine mögliche Steinschiefe untersucht werden. Dies ist visuell erst ab einer Steinschiefe (Exzentrizität) von ca. 5 cm erkennbar. Unter diesem Wert ist die Steinschiefe nur mittels Einsatz einer Wasserwaage oder eines Neigungsmessers feststellbar.

Es besteht von mehreren Seiten ein Interesse an einem intakten und zuverlässigen Fixpunktnetz. Daher ist es ein Anliegen der kantonalen Aufsichtsbehörde, dass die Fixpunktnetze unterhalten werden.

2 Ziele

Mit der Überprüfung soll einerseits die Exzentrizität festgestellt und andererseits an der Messung resp. am Resultat berücksichtigt werden können. Bei einer Absteckung kann aus Zeitgründen der Stein nicht aufgerichtet werden, jedoch ist es praktikabel, wenn vorgängig das theoretische Zentrum eines schiefen Steins bestimmt und temporär markiert wird und dann auf dieses theoretische Zentrum das Instrument zentriert wird. Dies verbessert die Resultate erfahrungsgemäss enorm.

Alle LFP und Hilfsfixpunkte sind ab einer vorgegebenen Steinschiefe vom NF-Geometer zu dokumentieren, sodass sie periodisch revidiert werden können. Zeitpunkt und Umfang der aufzurichtenden Steine werden vom Amt für Landwirtschaft und Geoinformation (ALG) bestimmt oder bei Bedarf mit dem NF-Geometer vereinbart.

3 Vorgehen

Ist die Exzentrizität bei einem LFP oder Hilfsfixpunkt grösser als der $\frac{1}{2}$ mittlere Fehler für die Lage in der geltenden Toleranzstufe ist die Steinschiefe bei der Messung (Aufstellung) resp. bei den Resultaten zu berücksichtigen. Dazu ist das theoretische Zentrum temporär z. B. mit Kreide oder einem Farbtupfer zu markieren. Keinesfalls soll ein Loch in den schiefen Stein gebohrt werden. Das wäre bei einer Revision der Materialisierung kontraproduktiv.

Ab einer Steinschiefe grösser als der 1-fache mittlere Fehler sind die LFP und Hilfsfixpunkte (tabellarisch) zu dokumentieren. Dazu stellt das ALG eine Excel-Tabelle zur Verfügung.

Schwellenwerte bei Steinschiefen

Toleranzstufe	Korr. bei Messung ($\geq 1/2 \sigma$)	Dokumentation ($\geq 1 \sigma$)
2 und 3	2 cm	4 cm
4 und 5	5 cm	10 cm

Tab. 1: Schwellenwerte der Exzentrizität in Lage für die entsprechenden Toleranzstufen

4 Bestimmung der Steinschiefe

4.1 Variante 1: Mit Wasserwaage und Keil

Zur Bestimmung der Steinschiefe werden folgende Hilfsmittel eingesetzt:

- Kleinwasserwaage (≤ 10 cm)
- Messkeil mit Skala
- Bussole

Um die Richtung des Azimuts zu bestimmen, muss bei einer zweiachsigen Wasserwaage die kurze Achse ins Lot gebracht werden (Abb. 1). Bei einer einachsigen Wasserwaage wird in einem ersten Schritt die Libelle ins Lot gebracht und dann wird die Wasserwaage um 90° gedreht.

Bestimmung des Azimuts mit der Bussole in der Richtung, in der der Stein aufgerichtet werden muss (Abb. 2).

Anschliessend wird ein Keil mit aufgebrachtener Teilung unter die Wasserwaage geschoben, bis die Libelle im Lot steht (Abb. 3). Die Teilung auf dem Keil soll einem Höhenzuwachs von 1 mm entsprechen (Abstich)



Abb. 1 Ausrichtung der Wasserwaage



Abb. 2 Messung Azimut in Richtung theor. Steinszentrum



Abb. 3 Messkeil unterlegen, bis Wasserwaage horizontal



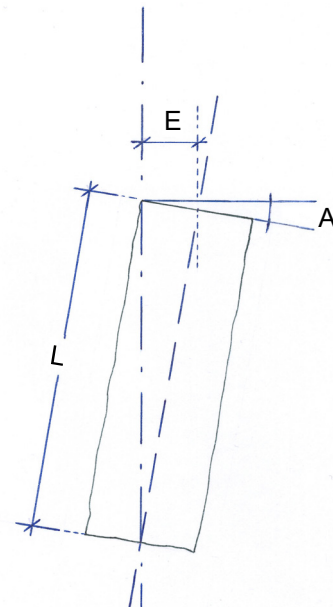
Abb. 4 Seitenansicht Messkeil (Ablesung Abstich)

4.1.1 Berechnung der Exzentrizität

Am Messkeil wird der Abstich (A) in Millimeter und mit einer Wasserwaage mit der Länge (W) gemessen. Über das Strahlensatzverhältnis wird die Exzentrizität (E) hergeleitet. Die Berechnung über den Neigungswinkel (α) entfällt.

$$E \cong A * \left(\frac{L}{W}\right)$$

W = 10cm A [mm]	L [cm]		
	60	65	70
1	0.6	0.7	0.7
2	1.2	1.3	1.4
3	1.8	2.0	2.1
4	2.4	2.6	2.8
5	3.0	3.3	3.5
6	3.6	3.9	4.2
7	4.2	4.6	4.9
8	4.8	5.2	5.6
9	5.4	5.9	6.3
10	6.0	6.5	7.0
11	6.6	7.2	7.7
12	7.2	7.8	8.4
13	7.8	8.5	9.1
14	8.4	9.1	9.8
15	9.0	9.8	10.5
16	9.6	10.4	11.2
17	10.2	11.1	11.9
18	10.8	11.7	12.6
19	11.4	12.4	13.3
20	12.0	13.0	14.0



Tab. 2: Exzentrizitäten mittels Abstich bestimmt

4.2 Variante 2: Mit Neigungsmesser

Zur Bestimmung der Steinschiefe sind folgende Hilfsmittel notwendig:

- Kleinwasserwaage (≤ 10 cm)
- Neigungsmesser digital / analog
- Bussole

Um die Richtung des Azimuts zu bestimmen, muss ebenfalls eine Wasserwaage wie bei der Variante 1 eingesetzt werden (Abb. 1).

Bestimmung des Azimuts mit der Bussole in der Richtung, in der der Stein aufgerichtet werden muss (Abb. 2).

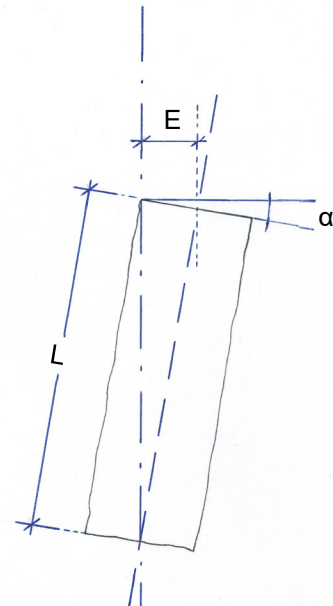
Anstatt dass ein Keil unter die Wasserwaage geschoben wird, wird ein Neigungsmesser auf die ausgerichtete Wasserwaage gestellt und der Neigungswinkel abgelesen. Die Ableseeinheiten können am Gerät unterschiedlich sein. Die Winkelmessung kann somit in Altgrad, Gon oder auch als Steigung in % vorliegen und muss entsprechend umgerechnet werden.

4.2.1 Berechnung der Exzentrizität

Bei der Berechnung über den Neigungswinkel (α) muss die Ableseeinheit entsprechend berücksichtigt werden. In der Tabelle sind die Exzentrizitäten mit den Neigungswinkeln α in Altgrad [°] und mit der Neigung α in % berechnet worden.

$$E \cong L * \tan(\alpha)$$

α [°]	L [cm]			α [%]	L [cm]		
	60	65	70		60	65	70
1.0	1.0	1.1	1.2	1	0.6	0.7	0.7
1.5	1.6	1.7	1.8	2	1.2	1.3	1.4
2.0	2.1	2.3	2.4	3	1.8	2.0	2.1
2.5	2.6	2.8	3.1	4	2.4	2.6	2.8
3.0	3.1	3.4	3.7	5	3.0	3.3	3.5
3.5	3.7	4.0	4.3	6	3.6	3.9	4.2
4.0	4.2	4.5	4.9	7	4.2	4.6	4.9
4.5	4.7	5.1	5.5	8	4.8	5.2	5.6
5.0	5.2	5.7	6.1	9	5.4	5.9	6.3
5.5	5.8	6.3	6.7	10	6.0	6.5	7.0
6.0	6.3	6.8	7.4	11	6.6	7.2	7.7
6.5	6.8	7.4	8.0	12	7.2	7.8	8.4
7.0	7.4	8.0	8.6	13	7.8	8.5	9.1
7.5	7.9	8.6	9.2	14	8.4	9.1	9.8
8.0	8.4	9.1	9.8	15	9.0	9.8	10.5
8.5	9.0	9.7	10.5	16	9.6	10.4	11.2
9.0	9.5	10.3	11.1	17	10.2	11.1	11.9
9.5	10.0	10.9	11.7	18	10.8	11.7	12.6
10.0	10.6	11.5	12.3	19	11.4	12.4	13.3
10.5	11.1	12.0	13.0	20	12.0	13.0	14.0
11.0	11.7	12.6	13.6				
11.5	12.2	13.2	14.2				



Tab. 3: Exzentrizitäten über Winkel / Steigung bestimmt

5 Berechnung der Koordinatenkorrekturen dy / dx

Für die Berechnung der Koordinatendifferenzen dy und dx wird die Exzentrizität (E) und das Azimut (A) benötigt.

$$dy = E * \sin(Azi) \quad / \quad dx = E * \cos(Azi)$$

Ist das Azimut in der Richtung gemessen, in welcher der Stein aufzurichten ist, so sind die Koordinatendifferenzen an den berechneten Koordinaten des Steincentrums zu addieren:

$$Y_{(kor)} = Y + E * \sin(Azi) \quad / \quad X_{(kor)} = X + E * \sin(Azi)$$

Anhänge

A.1 2.2.26a Steinschiefenberechnung (Vorlage)