

Nivellement mit dem “automatischen“ Nivellier Ni 040

Das Nivellierinstrument besteht aus einem mit dem Unterbau durch Achse und Fernrohrträger verbundenen Meßfernrohr. Das Instrument braucht nur mit der Dosenlibelle grob horizontalisiert zu werden. Das Feinhorizontalisieren der Zielachse erfolgt selbsttätig, die Schwerkraft ausnutzend, durch den Kompensator (selbsthorizontalisierend). Das ermöglicht eine schnelle und zügige Messung.

Wird auf zwei Punkten A und B eine Nivellierlatte senkrecht gestellt, so erhält man den Höhenunterschied Δh als Differenz zwischen “Rückblick“ nach A und “Vorblick“ nach B auf Grund der Grundgleichung des Nivellierens:

$$\Delta h = R - V.$$

Um die Höhe eines Neupunktes B über der gekrümmten Normal-Null-Fläche im Anschluß an einen Festpunkt A zu bestimmen, sei der Höhenunterschied $\Delta H = H_A - H_B$ durch einfaches Nivellement zu ermitteln. Hierzu wird die Strecke von A bis B durch “Wechselpunkte“ in Abschnitte von 50 bis 100 m unterteilt, und es werden die Einzelhöhenunterschiede h_1, h_2, \dots, h_n ermittelt und aufsummiert.

Zur Bestimmung von h_1 wird zunächst der Punkt S_1 in der Mitte zwischen dem Anschlußpunkt A und dem ersten Wechselpunkt W_1 eingeschnitten (‘in die Mitte gelegt’); dann wird dort das Instrument aufgestellt und horizontalisiert. Auf einen Wink hält der Meßgehilfe die Latte unter Beachtung der Lattenlibelle (Dosenlibelle) auf der Punktmarke auf A auf, und der Beobachter liest am Instrument bei freischwingendem Kompensator den Rückblick R_1 ab. Auf einen neuen Wink wandert der Meßgehilfe mit der Latte nach W_1 , legt dort den “Frosch“ (Unterlegplatte) fest auf den Boden (festtreten) und setzt wiederum die Latte darauf (Libelle eingespielt), so daß der Beobachter – gegebenenfalls unter Nachrichten der Libelle – den Vorblick V_1 ablesen kann. Aus Rückblick und Vorblick wird schließlich der Höhenunterschied $\Delta h_1 = R_1 - V_1$ errechnet. Damit ist der erste Standpunkt erledigt.

Jetzt wird die Latte auf W_1 vorsichtig gewendet (möglichst zwischenzeitlich die Latte vom Frosch nehmen) und das Instrument nach S_2 umgesetzt (Aufbauen und Horizontalisieren). Von dort wird zuerst wieder der Rückblick R_2 und nach dem Transport der Latte nach W_2 der Vorblick V_2 abgelesen und der Höhenunterschied

$$\Delta h_1 = R_1 - V_1$$

errechnet. So fortfahrend erhält man, immer $\Delta h_i = R_i - V_i$ bildend, schließlich

$$\Delta H = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots = \Sigma \Delta h_i = \Sigma R_i - \Sigma V_i.$$

Ist der Höhenunterschied positiv, so steigt das Gelände; ist er negativ, so fällt es ab. Zur Sicherung des Ergebnisses (Kontrolle) wird entweder zurücknivelliert, oder das Nivellement wird bis zum Anschluß an einen höhenmäßig bekannten Nivellementfestpunkt (NivP) weitergeführt.

Bei einem einfachen Nivellement mit einem Kompensatornivellier Ni 040 ist mit Erfahrung und präziser Arbeit ein mittlerer Fehler von $\pm 1 - 10$ mm auf 1 km ohne weiteres zu erreichen (mittlerer Kilometerfehler). Jedoch muß wegen eventueller Spannungen im Festpunktfeld damit gerechnet werden, daß vereinzelt Abschlußfehler (Schleifenschlußfehler, Abweichung zur berechneten Höhendifferenz zwischen zwei Festpunkten) von $\pm 2 - 3$ cm auftreten. Ist bei dem Nivellement diese Grenze eingehalten, so wird der Abschlußfehler auf die Standpunkte proportional verteilt. Hat man sie überschritten, muß ein grober Fehler vermutet werden. Für solche Fälle ist es nützlich, wenn hin und wieder ein fester Punkt (Bordstein, Kilometerstein) als Wechselpunkt benutzt und markiert wird.

Die oberste Grenze der als Zielweite bezeichneten Entfernung vom Instrument zur Latte beträgt bei Millimeterablesung 50 m. Bei stärkeren Steigungen wird man vielfach durch das Gelände zu kürzeren oder auch ungleichen Zielweiten gezwungen. Zwecks Elimination von Erdkrümmung, Refraktion und restlichen Justierfehlern wird grundsätzlich aus der Mitte nivelliert, das bedeutet die Zielweiten sollten möglichst pro Standpunkt gleich lang sein. Etwaige ungleichlange Zielweiten können auf den folgenden Standpunkten ausgeglichen werden, wenn nur erreicht wird, daß bei einer Nivellementsstrecke die Summe aller Zielweiten im Vorblick gleich der Summe im Rückblick ist. Das nachstehende Beispiel soll als Muster für die Feldbuchführung dienen.

Es kann vorkommen, daß das Pendel im Kompensator am Anschlag klebt. Vor der Ablesung soll man daher leicht an den Stativteller klopfen und sich vergewisseren, daß das Pendel frei schwingt. Beim Transport auf den nächsten Standpunkt bleibt das Instrument am Stativ. Dabei soll das Kompensatornivellier so schräg gehalten werden, daß der bewegliche Teil des Kompensators nicht hin und her schlägt, also am besten das Stativ fast horizontal, Instrument in Gehrichtung, unter dem Arm halten.

Einfache Nivellierlatten sind 3 bis 5 m lang und 6 bis 8 cm breit. Sie sind aus trockenem Kiefernholz gefertigt. Ein Ölanstrich und ein wetterfester Lack schützen sie gegen Feuchtigkeit. Die Vorderseite ist in Zentimeterfelder (cm) eingeteilt und nach Dezimetern (dm) so beziffert, daß die Zahlen in dem dm-Abschnitt stehen, in dem die cm abgelesen werden (E-Teilung). Die Millimeter werden geschätzt (± 1 mm).

Beispiel Feldbuchführung: Im Anschluß an die gegebenen Höhenfestpunkte A und E ist die Höhe des Punktes B durch Nivellement zu bestimmen.

Punkt	z	R	V	$\Delta h = R - V$		Höhe über N.N.
				+	-	
1	2	3	4	5	6	7
A	40	1.524				<u>52.475</u>
W ₁	40		1.217	0.307		+0.307
	35	0.723				52.782
W ₂	35		1.894		+1 1.171	-1.170
	50	1.234				51.612
B	50		0.654	0.580		+0.580
	45	2.421				52.192
W ₃	45		1.945	+1 0.476		+0.477
	30	0.635				52.669
E	30		0.513	0.122		+0.122 <u>52.791</u>
Σ		6.537	6.223	1.485	1.171	0.316

$$\Sigma R - \Sigma V = +0.314 \qquad \Sigma \Delta h = +0.314^{+2}$$

Erläuterungen zum Feldbuch:

1. Die Zielweiten z werden in Schrittmaß angegeben (freiwillig).
2. Auf **jedem** Stand R und V eintragen und h bilden.
3. Am Ende die Summenprobe $\Sigma R - \Sigma V = \Sigma h$ rechnen.
4. Beim Abschluß am Festpunkt als Meßprobe Σh und $(H_E - H_A)$ vergleichen; Differenz auf die h_i proportional zu den Entfernungen verteilen.
5. In Spalte 7 Höhe von Punkt A eintragen und verbesserte h_i aufaddieren. Nach der letzten Addition muß der Sollwert von Punkt E herauskommen.

