

# Das Schweizer Landesnivellement, Fixpunktanlage und Beobachtung

Autor(en): **Müller, B. / Gubler, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =  
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **74 (1976)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-228356>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Das Schweizer Landesnivellement, Fixpunkt-anlage und Beobachtung

B. Müller und E. Gubler

## Résumé

Le présent texte a été rédigé à l'origine à l'intention des opérateurs du nivellement fédéral. Après un bref commentaire sur la répartition des repères, il décrit les règles fondamentales pour l'exécution des observations de nivellement de haute précision. Diverses dispositions qui, à première vue, semblent secondaires peuvent influencer d'une manière déterminante la précision des mesures.

## 1. Einleitung

Ursprünglich als Anleitung für die Beobachter beim Landesnivellement verfasst, beschreibt der Aufsatz das Fixpunktnetz und die Messmethode mit all den scheinbar nebensächlichen Massnahmen, die in ihrer Gesamtheit die erreichbare Messgenauigkeit entscheidend beeinflussen können. Je nach den herrschenden Umständen kann einmal diese, ein andermal jene seltsam anmutende Vorkehrung die Genauigkeit merklich verbessern.

## 2. Fixpunktnetz

Die Fixpunkte sind in Gruppen von 3 bis 4 Bolzen den Nivellementslinien entlang angelegt. Die Abstände zwischen den einzelnen Gruppen variieren zwischen 1 und

3 km. Bevorzugte Objekte zur Verankerung der Bolzen sind Bauten (öffentliche Gebäude, Stützmauern, Brückenwiderlager usw.) in Dörfern oder Städten und Felsbänder, wo immer solche auftreten. Die Anlage von Gruppen bietet den Vorteil, einzelne verlorengegangene Punkte ersetzen zu können, ohne lange Strecken messen zu müssen. Der relativ grosse Abstand von Gruppe zu Gruppe gestattet, wirklich stabile Objekte auszuwählen. Für jede Linie gibt eine Punktkarte Auskunft über die ungefähre Lage und Verteilung der Fixpunkte (Abb. 1). Im Fixpunktverzeichnis ist die Lage jedes Punktes zusätzlich beschrieben und in einer Skizze dargestellt (Abb. 2). Die verwendete Signatur zeigt Herkunft und Art des Fixpunktes an.



Abb. 1 Ausschnitt aus einer Punktkarte des Landesnivellements. Sie gibt Auskunft über ungefähre Lage und Verteilung der Fixpunkte. (Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 23. 6. 1976.)

KANTON AARGAU (Aarelauf)

Nachtrag 1974

63

Murgenthal - Rothrist

LK. Bl. 1108

Neuer Horizont, Repère Pierre du Niton (R. P. N.) = 373.600 m

Ordnungsnummer	Fixpunkt-Bezeichnung	Höhe über Meer Meter	Lagebeschreibung	Herkunft und Datum der Messung
<u>Murgenthal - Rothrist</u>				
453				
454	⊕ C	406.216	Hungerzelg, Durchlass 148 m von der Spinnerei gegen Murgenthal; Mitte des Deckquaders, 1.2m von der Aussenkante und 40 cm unter Strassenhöhe; in Zementröhre ausgespart.	LN 1973
455 <sup>a</sup>	⊕ W	407.130	Spinnerei, Hauptgebäude, NW.-Ecke, Sockelquader; 0.40m von der Ecke, 0.3m über Boden.	LN 1973
456	⊕ 156	406.484	Strassenbrücke über den Kanal, Widerlager rechtes Ufer, Flussaufwärts, Gurtung; 0.87m vom Gurtungsende, auf Strassenhöhe.	LN 1973

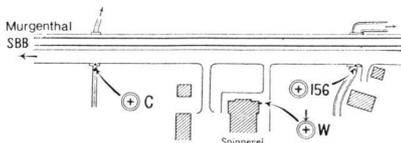


Abb. 2 Die Punktbeschreibung mit Skizze gestattet, den Bolzen auch nach Jahren wieder aufzufinden.

Vor einer Neumessung werden die Strecken zwischen den Fixpunktgruppen mit zusätzlichen Hilfspunkten (Nieten in Randsteinen, Sockeln usw.) unterteilt, die ebenfalls mit Hilfe von Punktbeschreibungen aufgefunden werden können. Bei Bedarf kann ein zusätzlicher Hilfspunkt mit einfachen Mitteln geschaffen werden: In ein stabiles Objekt (Randstein, Mauer usw.) wird eine kegelförmige Vertiefung gemeißelt, in der eine Stahlkugel von 2 cm Durchmesser eine eindeutig definierte, reproduzierbare Lage einnimmt und dann wie eine Niete als Hilfspunkt benützt werden kann. Die Zwischenpunkte liegen in der Ebene maximal 400 m auseinander; in Steigungen ist ihr Abstand so zu wählen, dass bei der Messung jede 8. bis 10. Station auf eine Niete trifft. Normalerweise genügt die Stabilität der Hilfspunkte, um Hin- und Rückmessung Teilstück für Teilstück vergleichen und wenn nötig auch nachmessen zu können, sofern alle Messungen in 1 bis 2 Wochen abgeschlossen werden.

### 3. Messgruppe

Die Messgruppe besteht aus 4 Mann. Ein Ingenieur oder Techniker bedient das Instrument. Neben ihm führt der Sekretär das Feldbuch, und zwei Gehilfen tragen je eine Nivellierlatte. Lattenträger und Feldbuchführer sind angelernte Gehilfen, meist Studenten, die durchschnittlich zwei 3- bis 4wöchige Messkampagnen mitmachen. An einer Linienmessung nehmen immer mindestens zwei Gruppen teil. Jede ist mit einem Fahrzeug (VW-Bus) ausgerüstet.

### 4. Nivellierlatten und ihre Aufstellung

Beide Lattenträger haben je eine Nivellierlatte, deren Invarband zwei Teilungen mit cm-Intervallen aufweist (kleine bzw. grosse Zahlen). Der Nullpunkt der zweiten Teilung ist gegenüber der ersten verschoben, so dass sich zwischen den Ablesungen eine konstante Differenz ergibt. Die Temperatur des Invarbandes kann mit einem Quecksilberthermometer genähert erfasst werden. Sie gestattet, bei der Auswertung die temperaturbedingte Längenänderung des Bandes zu ermitteln. Jede Latte ist mit zwei Streben versehen, die das Senkrechtstellen mit der angebrachten Dosenlibelle erleichtern. Werden die Streben auf die Lee-Seite gerichtet, so halten sie die Latte auch bei Wind aufrecht. Wöchentlich werden die Dosenlibellen geprüft. Dies geschieht mit dem senkrechten Faden des Instruments oder mit einer Wasserwaage; bei Windstille kann auch ein Schnurlot verwendet werden.

Zwischen Festpunkten bzw. Nieten werden die Latten auf Untersätze gestellt. Das hat mit grosser Sorgfalt zu geschehen. Der Lattenträger muss auf die Beschaffenheit des Bodens achten und dementsprechend den Latte Standort auswählen. Um systematische Fehler durch Einsinken der Latten gering zu halten, hat die Eidgenössische Landestopographie einen speziellen Untersatz entwickelt (Abb. 3). Eine rechteckige Platte (28×12 cm) ist mit zwei Aufstellmöglichkeiten (Zapfen) für die Mire versehen. Auf harter Unterlage (zum Beispiel Granitrandstein) wird die Latte auf den Zapfen gestellt, der den grössten Teil des Gewichts auf zwei Metallspitzen

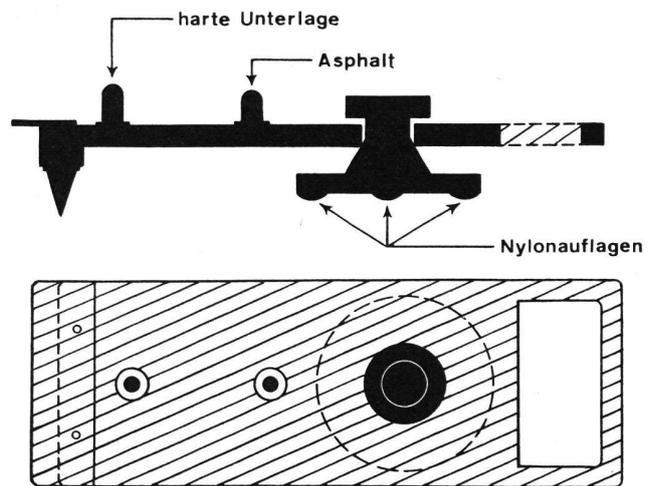


Abb. 3 Der von der Eidg. Landestopographie entwickelte Lattenuntersatz gestattet, auch auf asphaltierten Strassen genaue Nivellemente durchzuführen.

abstützt; ist die Unterlage jedoch weich (zum Beispiel Asphalt), wird die Latte auf den anderen Zapfen gestellt, der zur Hauptsache auf einem beweglichen Teller mit flachen Nylonauflagen ruht. Um den direkten Kontakt des Zapfens mit dem Lattenfuss zu gewährleisten, hat der Gehilfe bei jeder Aufstellung die Latte um ihre Achse zu drehen und sie erst dann auf das Instrument auszurichten. Ein Ring verhindert dabei das Abgleiten der Latte.

Damit sich die Restfehler der Instrumentenjustierung aufheben, soll «aus der Mitte» nivelliert werden. Bei einem Stationswechsel muss der hintere Lattenträger von der stehengebliebenen Latte bis zum neuen Instrumentenstandort die Schritte zählen; er geht dann gleich viele Schritte in der Messrichtung weiter und stellt dort seine Latte auf. Anschliessend hat er seine Aufmerksamkeit auf den Verkehr zu richten, die Gruppe vor Verkehrsunfällen zu schützen und in Engpässen den einspurigen Verkehr zu regeln. Aus Sicherheitsgründen trägt die ganze Messgruppe Leuchtgurten; beim Instrument und bei den Latten stehen zudem Gefahrensignale. Nach einem Unterbruch in der Linienmessung (Pause, Abzweigung) muss wieder dieselbe Latte mit derselben Stelle des Lattenfusses auf den Fixpunkt zu stehen kommen (Vermeiden von Fehlern wegen Schiefe des Lattenfusses).

### 5. Instrument

Seit 1970 werden hauptsächlich Nivellierinstrumente vom Typ Wild NA2 mit aufgestecktem Planplattenmikrometer eingesetzt. Sie werden auf Holzstativen mit starren Beinen aufgestellt. Der automatische Kompensator dieser Instrumente, der die Neigung der Ziellinie konstant hält, gestattet einen merklichen Zeitgewinn gegenüber den früher verwendeten Libelleninstrumenten vom Typ Wild N3. Bei den im Landesnivellement üblichen Verhältnissen bedeutet jeder Zeitgewinn auch eine Genauigkeitssteigerung. Die Erfahrung zeigt, dass trotz theoretisch geringerer Genauigkeit des automati-

schen Instruments in kürzerer Zeit ebenbürtige Resultate erreicht werden. Die durchschnittliche Zielweite liegt bei 25 m. Bei günstigen Verhältnissen, leichtem Wind und bedecktem Himmel, kann sie maximal 35 m betragen. Auf Strecken mit grösserem Gefälle ist die Zielweite so zu wählen, dass die Latte nur ausnahmsweise unter dem 30-cm-Strich abgelesen werden. Ein- bis zweimal täglich wird die Nivellierprobe durchgeführt und die Neigung der Ziellinie justiert, sobald die Abweichung von der Horizontalen 0.03 mm pro Meter Visurlänge übersteigt. Trotzdem muss ständig auf gleiche Zielweiten in Vor- und Rückblick geachtet werden.

Die Nivellementsline wird möglichst gleichzeitig in beiden Richtungen gemessen. Längere Linien werden bei stabilen Fixpunkten in Abschnitte von etwa 10 km Länge unterteilt, damit Hin- und Rückmessung zeitlich nicht mehr als 1 bis 2 Wochen auseinanderliegen und möglichst bald verglichen werden können. In der Mitte jedes Abschnitts werden beim Kreuzen die Instrumente ausgetauscht, so dass jedes Instrument in beiden Messrichtungen eingesetzt ist. Auch jeder Beobachter sollte in beiden Richtungen gleich lange Strecken messen. Mit einem Schirm schützt der Sekretär das Instrument vor Regen und Sonne, teilweise auch vor Windböen. Auch in Messpausen muss darauf geachtet werden, dass das Nivellierinstrument keinen extremen Bedingungen, insbesondere keinen hohen Temperaturen, ausgesetzt wird; zum Beispiel darf es nicht im sonnenbeschienenen

Wagen aufgeheizt werden. Die Neigung der Ziellinie kann durch Temperaturwechsel erheblich verändert werden.

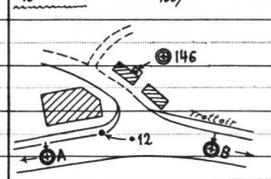
### 6. Messung und Feldbuch

Der ganze Messvorgang ist darauf ausgerichtet, die systematischen Fehler auszuschalten. Das Instrument wird horizontiert. Ein Kompensatorinstrument ist dabei immer auf die gleiche Latte zu richten, das heisst alternierend vorwärts und rückwärts, damit Restfehler des Kompensators eliminiert werden. Die Messung ist nach folgendem Schema durchzuführen:

- Distanz zur hinteren Latte
- Rückblick auf 1. Teilung (kleine Zahlen)
- Vorblick auf 1. Teilung (kleine Zahlen)
- Distanz zur vorderen Latte
- Vorblick auf 2. Teilung (grosse Zahlen)
- Rückblick auf 2. Teilung (grosse Zahlen)

Für die Distanzmessung mit den beiden Distanzstrichen (Fäden) muss der Mittelfaden mit dem Mikrometer genähert auf eine der beiden Teilungen eingestellt werden. Für die Höhenablesung wird auf jeder Teilung zweimal koinzidiert und das Mikrometer zweimal abgelesen, wobei zur Vereinfachung der Mittelbildung nur gerade Zahlen notiert werden (0.02 mm). Der Sekretär wiederholt die Ablesungen, nachdem er sie notiert hat, und führt laufend folgende Kontrollen durch (Abb. 4):

Nivellement		Datum, Zeit		Wetter					
Ort: <i>Disp</i>		<i>4.8.75 09<sup>30</sup></i>		<i>bewölkt</i>					
Punkt	Latte	Kleine Zahlen Rückbl. Vorbl.		Grosse Zahlen Vorbl. Rückbl.		Kontr. R/V	Temp. R/V	Distanzabl. unten/voben	
⊕ A	48	122 250	172 860	474 412	423 798	3798	21°	1622 1120	1824 1320
		133	296	180	042	481	592	434	832
• 12	48	294	080	586	838	1591		1656	1944
			- 97	361					- 97
• 12	48	230	758	62	624	364	170	532	308
		756	620	170	310	4172		2272	2328
		278	654	26	730	328	280	580	284
		658	732	282	204	8281	22°	274.2	2818
		221	462	28	884	330	430	523	010
⊕ 146	49	462	882	428	012	0433		2183	2237
			+ 612	639				253	307
• 12	48	170	538	167	488	469	032	472	080
		538	488	034	080	2088		1625	1775
		66	966	217	690	519	256	368	516
		962	700	256	516	8514	22°	507	813
		70	898	235	320	536	870	372	440
		890	322	872	444	2444		552	848
		66	278	218	998	520	550	367	832
		288	998	548	832	7833		510	810
⊕ B	49	114	428	205	378	506	924	415	970
		422	370	926	968	6924	21°	1077	1203
			- 555	772				1973	2127
									- 555

Zwischenblick		Repetition od. (ΣR - ΣV)		Bemerkungen
Kl. Z.	Gr. Z.			
				Lattenfuss: $-3 \frac{mm}{100}$ (48 → 49)
				Kipp-Wert: $-0.95 \frac{mm}{100/m}$
				
				Nivellierprobe:
				soll 114 425 ist 35 230
				205 374 126 214
				- 90 949 - 90 984
				+35/100 mm
				$\Delta H \text{ soll} - \Delta H \text{ ist} \sim +1.5 \frac{mm}{m}$
				lange Dist. - kurze Dist. $\sim +100 \frac{mm}{m}$
				z.B. 24 m
				Vorzeichen richtig, weil 2. Standort in der Nähe der Vorblick-Latte

L+T 231.1 - 245 - 72.3000

Abb. 4 Ausschnitt aus dem Feldbuch. Lattenfuss- und Massstabskorrektur sind bei der Nachrechnung im Büro berücksichtigt worden.

- Vergleich der gemessenen Distanzen, damit ungleiche Zielweiten bei der nächsten Station kompensiert werden können. Grobe Unterschiede stellt der Beobachter schon beim Fokussieren fest.
- Vergleich der beiden Ablesungen am Mikrometer. Die Differenz darf höchstens 0.14 mm erreichen.
- Zu beiden Ablesungen auf der 1. Teilung wird die Lattenkonstante (301.550 cm) addiert. Die Ergebnisse werden mit den Ablesungen auf der 2. Teilung verglichen. Die Differenzen dürfen maximal 0.20 mm erreichen. Häufen sich grosse Differenzen, so muss die Zielweite vermindert werden; sind sie systematisch, so kann das auf Höhenveränderungen von Stativ oder Latten hinweisen, die nach Möglichkeit zu beheben sind.

Sobald diese Kontrollen durchgeführt sind, gibt der Beobachter dem hinteren Lattenträger das Zeichen zum Stationswechsel. Er trägt das Instrument zum neuen Standort und wählt dabei die Visurlänge mit Schrittmass. Der Sekretär muss anhand der Punktkarte auf die kommenden Nieten und Fixpunkte hinweisen und sie im Feldbuch entsprechend bezeichnen; ebenso hat er auf diesen Punkten im Feldbuch die Nummer der aufgestellten Latte anzumerken. Auf jeder dritten Station notiert er die Lattentemperatur.

## 7. Auswertung

Am Abend nach jeder Messung ist es die Aufgabe des Beobachters, die rohen Höhenunterschiede der einzelnen Teilstücke auszurechnen. Der Vergleich der Resultate von kleinen und grossen Zahlen ergibt eine erste Kontrolle. Bei groben Fehlern (ab 1 cm) ermöglicht ihm die Distanzablesung eventuell eine Korrektur der Meter, Dezimeter und Zentimeter, weil das Mittel der beiden Ablesungen an den Distanzfäden mit der Ablesung am Mittelfaden übereinstimmen muss. Ob Nachmessungen auszuführen sind, kann er jedoch erst entscheiden, wenn auch die zweite Equipe dasselbe Teilstück gemessen hat. Die Toleranz für die Differenz zwischen Hin- und Rück-

messung beträgt  $0.25 \text{ mm} \times \sqrt{n}$  ( $n$  = Anzahl Stationen eines Teilstückes). Möglicherweise werden die Messungen bei sehr unterschiedlichen Temperaturen ausgeführt; dann sollte bei grösseren Höhenunterschieden für diese Beurteilung auch der Massstabsunterschied berücksichtigt werden.

Bei der Nachrechnung der gemessenen Höhendifferenzen im Büro werden Lattenfuss und Massstab mitberücksichtigt.

### Lattenfusskorrektur:

Der Unterschied der Lattenfüsse zweier, ein Paar bildender Latten hat nur einen Einfluss auf die Höhendifferenz, falls auf beiden Endpunkten nicht dieselbe Latte stand. Er wird in jeder Messkampagne und für jedes Lattenpaar einmal und nur für die Fussmitte bestimmt.

### Massstabskorrektur:

Jedes Lattenpaar wird vor und nach jeder Messperiode auf einem 3-m-Komparator geeicht. Die Komparierung der Einzellatte wird auf 18 °C umgerechnet und pro Lattenpaar gemittelt. Für jedes gemessene Teilstück wird dann eine individuelle Massstabskorrektur errechnet, die auch die an den Latten abgelesenen Temperaturen berücksichtigt.

## 8. Schlussbemerkungen

Für die am Nivellement Teilnehmenden können die Tage lang sein, insbesondere in der warmen Jahreszeit, weil über Mittag die Messungen für 4 bis 6 Stunden unterbrochen werden müssen, dafür schon im Morgenrauen begonnen und am späteren Nachmittag fortgesetzt werden. Für die Güte der Resultate ist ein speditives Messen von grösster Wichtigkeit. Keine zu lang dauernden Ablesungen, rasches Rechnen und schnelles Arbeiten der Lattenträger sind entscheidend.

### Adresse der Verfasser:

Beat Müller und Erich Gubler, Eidg. Landestopographie  
Seftigenstrasse 264, 3084 Wabern

## Neuere Aspekte der Photogrammetrie in der Grundbuchvermessung am Beispiel der NV Arisdorf BL

H. Hägler, M. Leupin, K. Willimann

### Résumé

Afin d'acquérir certaines expériences pratiques en vue de futures nouvelles mensurations, l'Office de Cadastre du canton de Bâle-Campagne s'est décidé d'exécuter une nouvelle mensuration par voie photogrammétrique. Pour ce faire, l'Office s'est associé avec le bureau de photogrammétrie Leupin S.A. à Berne. Le

but principal était d'obtenir de l'information sur le déroulement des différentes opérations tout en tenant compte des facteurs temps et coût. Les travaux faits sur la commune d'Arisdorf (zone bâtie exclue) ont permis une évaluation assez profonde dont les résultats sont présentés ici.

### 1. Einleitung

Die in den eidgenössischen Toleranzen festgehaltenen Genauigkeiten für die Grenzpunktaufnahme lassen sich heute mit der numerischen Photogrammetrie in praktisch allen Instruktionszonen erreichen. Damit ist das grösste technische Hindernis für den Einsatz der Photogrammetrie in der Parzellarvermessung beiseite geschafft. Es bleibt aber – wie in (1) richtig erkannt wurde – das Problem der Wirtschaftlichkeit, vor allem im Vergleich mit den modernen tachymetrischen Me-