

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

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 76 (1978)

Heft: 1

Artikel: Datenerfassung im Feld mit programmierbaren Taschenrechnern

Autor: Gubler, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-229202>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Datenerfassung im Feld mit programmierbaren Taschenrechnern

E. Gubler

Résumé

Depuis quelques années il existe sur le marché des appareils qui permettent le traitement complètement automatique des mesures (AGA Géodimètre 700, Zeiss Reg Elta 14). Les avantages de ces solutions intégrales sont indiscutables. Mais vu les coûts d'acquisition, ces appareils ne seront rentables que par une utilisation intensive; c'est la raison pour laquelle, les solutions intermédiaires entre le carnet de campagne classique et les systèmes modernes sont encore intéressantes de nos jours. L'emploi d'une calculatrice de poche programmable, type Hewlett-Packard HP-97, s'est révélé opportun pour les besoins du Service topographique fédéral, en particulier lors du nivellement fédéral. Les lignes qui suivent expliquent en détail la solution choisie.

Einleitung

Der Fortschritt der Elektronik ist nicht ohne Einfluss auf die Vermessung geblieben. So ergänzen heute elektronische Distanzmessungen die bisher üblichen Winkelmessungen vortrefflich. Zudem haben die Computer für die Ausgleichung ganz neue Möglichkeiten eröffnet. Schon seit einigen Jahren sind Geräte im Handel, die gar eine lückenlose automatische Verarbeitung der Messdaten erlauben (AGA Geodimeter 700, Zeiss Reg Elta 14). Die Vorteile dieser integralen Lösungen sind unbestritten. Ebenso unbestritten ist aber, dass sie der hohen Anschaffungskosten wegen nur bei guter Auslastung wirtschaftlich sein können. Aus diesem Grunde sind auch heute noch alle Zwischenstufen zwischen dem klassischen Feldbuch und diesen modernen Systemen von Interesse. Für die Bedürfnisse der Eidgenössischen Landestopographie, hauptsächlich für den Einsatz im Landesnivellement, hat sich der Einsatz eines programmierbaren Taschenrechners vom Typ Hewlett-Packard HP-97 als zweckmässig erwiesen. Die gewählte Lösung soll im folgenden näher erläutert werden.

Problemstellung

Je nach den besonderen Verhältnissen gewinnen verschiedene Aspekte der Datenerfassung im Feld mehr oder weniger Gewicht. Anzustreben ist eine Lösung, die bei minimalem Aufwand die Daten zuverlässig für die Berechnung bereitstellt. Dabei sind die verschiedenen Umwelteinflüsse zu beachten, die bei Feldmessungen unvermeidlich sind. In unserem Fall, bei Messungen für die Triangulation und das Präzisionsnivellement, ist ausserdem zu beachten, dass die Daten schon auf der Station geprüft und beurteilt werden müssen. Andererseits kann durch einfache Berechnungen die Menge der relevanten Daten ganz erheblich reduziert werden. Wird zum Beispiel ein Satz dreimal gemessen, so ist nachher nur noch das Satzmittel oder $\frac{1}{6}$ der eingegebenen Datenmenge zu verarbeiten. Bei Distanzmessungen mit dem Geodimeter 6 BL oder 8 sind anstelle von 11 oder

24 Resolverablesungen nur noch eine Rohdistanz oder $\frac{1}{11}$ bzw. $\frac{1}{24}$ der Eingaben notwendig. Beim Landesnivellement muss, je nach der Anzahl Stationen einer Strecke, noch $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{60}$ der Daten weiterverarbeitet werden.

Lösungsmöglichkeiten

Die Feldbuchführung erfüllt sicher die Forderung der Betriebssicherheit und Feldtauglichkeit. Sie bedingt aber für die Kontrollberechnungen einen relativ grossen Zeitaufwand. Die automatisch registrierenden Geräte, soweit sie überhaupt existieren, scheiden für uns aus folgenden Gründen aus:

- ungenügende Messgenauigkeit
- ungenügende Auslastung, daher zu teuer
- Kontrollberechnungen im Feld nicht möglich

Wir haben deshalb verschiedene mögliche Zwischenlösungen erwogen:

- akustische Registrierung
- automatisch lesbare Feldformulare
- elektronische Datenspeicher
- programmierbare Taschencomputer

Beim heutigen Stand der Technik stand für unsere Zwecke die letzte Möglichkeit im Vordergrund, weil die andern keine Erleichterung der Feldkontrollen erlaubten. An den Taschencomputer waren allerdings ganz bestimmte Ansprüche zu stellen:

- Kontrollberechnungen leicht programmierbar
- Programme leicht, schnell und sicher auswechselbar
- ausreichender Programm- und Datenspeicher
- Registrierung der Messwerte auf sicherem Datenträger

Als sichere Datenträger kommen zurzeit Magnetbandkassette und bedruckte Papierstreifen in Frage. Die Kassette kann automatisch ausgewertet werden, lässt sich aber nicht ohne technische Hilfsmittel lesen. Der Papierstreifen ist demgegenüber leicht lesbar, kann aber nicht automatisch weiter verarbeitet werden. Dieser Nachteil wiegt nicht besonders schwer, wenn die Datenmenge durch die Kontrollberechnung stark reduziert werden kann.

Die gewählte Lösung

Hauptsächlich für den Einsatz im Landesnivellement haben wir uns für den Taschencomputer HP-97 von Hewlett-Packard entschieden. Der Rechner gestattet die Eingabe der Messdaten über die Tastatur. Programm- und Datenspeicher sind ausreichend für eine umfassende Kontrolle der Eingaben und für die Berechnung der zur Auswertung benötigten Zwischenresultate. Das Programm kann mit einer Magnetkarte eingelesen werden.



Abb. 1 Taschencomputer HP-97 in feldtauglichem Kasten, gegen Nässe und mechanische Einflüsse geschützt



Abb. 2 Die ganze Einrichtung wiegt 4 kg. Sie kann an 2 Tragriemen vorgehängt und einhändig bedient werden

Der eingebaute Thermodrucker hält Messwerte und Resultate auf einem Papierstreifen fest. Mit fünf speziellen Tasten können Unterprogramme aufgerufen und fehlerhafte Eingaben einfach korrigiert werden. Zu lösen waren im wesentlichen folgende Probleme:

- Schutz gegen Nässe und mechanische Einflüsse
- Betriebssicherheit bei tiefen Temperaturen
- Netzunabhängige Stromversorgung für ganze Mess-tage
- Sicherung der Druckstreifen

Zum Schutz gegen mechanische Einflüsse ist der Rechner wasserdicht in einem Kasten untergebracht, der umgehängt werden kann (Abb. 1 und 2). Eine Blende aus Blech bedeckt einen Teil der Tastatur und verhindert irreparable Fehlmanipulationen. Eine übergestülpte Kunststoffhülle schützt gegen Nässe. Die vom Hersteller garantierte minimale Betriebstemperatur beträgt $+10^{\circ}\text{C}$. Nach unseren Erfahrungen bezieht sie sich hauptsächlich auf den Magnetkartenleser. Wird der Rechner in einem warmen Raum vorbereitet, funktionieren alle übrigen Einrichtungen noch bei -3°C normal. Einzig der Drucker schreibt etwas blasser. Weil der eingebaute Nickel-Cadmium-Akkumulator keine ausreichende Betriebsdauer erlaubt, speisen wir den Rechner mit im Kasten untergebrachten Trockenbatterien. Die ganze Einrichtung wiegt 4 kg. Sie kann an zwei Tragriemen vorgehängt und bequem mit einer Hand bedient werden. Zur Sicherung der Druckstreifen, deren

Lebensdauer nicht zuverlässig bekannt ist, werden diese auf Blätter vom Format A4 montiert und auf Mikrofilm festgehalten.

Einsatz im Landesnivellement

Bei den Messungen für das Landesnivellement, das in [2] ausführlich beschrieben wurde, hat sich die gewählte Lösung im Feldeinsatz bewährt. Die normalerweise als Sekretäre eingesetzten Gymnasiasten hatten keine Schwierigkeiten, sich vom Feldbuch auf den Computer umzustellen, zumal die Bedienung nur wenige Manipulationen erfordert. Der Messvorgang kann unverändert beibehalten werden. Zu Beginn jeder Messstrecke werden Datum und Uhrzeit, Fixpunkt- und Lattennummer sowie die Lattentemperaturen eingetippt und vom Drucker auf dem Papierstreifen festgehalten. Die Messung beginnt auf jeder Station mit der Ablesung der Distanzfäden an der hinteren Latte, gefolgt von der ersten Höhenmessung, mit je zwei Ablesungen an der ersten Teilung von Rückblick- und Vorblick-Latte. Darauf folgen Distanzablesung im Vorblick und die Höhenmessung auf der 2. Teilung beginnend mit dem Vorblick. Der Computer reagiert sofort mit einer blinkenden Anzeige, wenn die Grobablesung am Mittelfaden nicht mit dem Mittelwert der Distanzablesung übereinstimmt. Nach Abschluss der Eingaben zeigt er die Differenz zwischen erster und zweiter Höhenmessung an. Mit Hilfe der 5 Korrekturtasten kann eine fehlerhafte Ein-

gabe korrigiert werden. Sobald alle Kontrollen stimmen, werden die Messwerte auf dem Druckstreifen festgehalten. Der Computer zeigt an, um wieviel Rückblick- und Vorblickdistanz voneinander abweichen, damit auf der nächsten Station entsprechend korrigiert werden kann. Nach dem Stationswechsel beginnt die Messung wieder mit der Distanz zur Rückblick-Latte. Nach dem Abschluss einer Strecke werden wiederum Fixpunkt- und Lattennummer sowie die Lattentemperaturen eingegeben. Der Computer protokolliert diese Werte und druckt anschliessend die rohen Höhendifferenzen, getrennt für die beiden Teilungen, den Korrekturwert für die temperaturbedingten Längenänderung der Invarbänder und die so korrigierte, gemittelte Höhendifferenz zwischen den beiden Fixpunkten. Zum Schluss folgen die totale Messdistanz der Strecke und die Summe der Differenzen zwischen Rückblick- und Vorblickdistanzen. Der Drucker ist so programmiert, dass sich die verschiedenen Daten in der Zahl ihrer Dezimalstellen unterscheiden (Abb. 3).

Die beschriebene Registriermethode macht die mühsamen täglichen Kontrollrechnungen ebenso überflüssig wie deren Überprüfen im Büro. Die gedruckte Höhendifferenz muss nur noch für Lattenfuss- und Massstabsfehler der verwendeten Latte korrigiert werden und kann dann zusammen mit der gedruckten Distanz in die Berechnung eingeführt werden. Für jede gemessene Strecke müssen also nur zwei Zahlen manuell weiterverarbeitet werden.

Einsatz bei Distanzmessungen mit Geodimeter 6 BL oder 8

Es lag nahe, die im Landesnivellement erprobte Ausrüstung auch für andere Zwecke einzusetzen. So entstand

<i>Dat. Zeit</i>	40875.6936	***
<i>Pt. Latte</i>	101.4800000+00	***
<i>2 Temp.</i>	21.22	***
<i>DR</i>	20.6	***
<i>Rkl</i>	122.248	***
<i>Vkl</i>	172.663	***
<i>Dv</i>	20.2	***
<i>Vgr</i>	474.414	***
<i>Rgr</i>	423.797	***
<i>DR</i>	29.6	***
<i>Rkl</i>	133.295	***
<i>Vkl</i>	180.641	***
<i>Dv</i>	28.6	***
<i>Vgr</i>	481.589	***
<i>Rgr</i>	434.835	***
<i>Pt. Latte</i>	12.48000000+00	***
<i>2 Temp.</i>	21.22	***
ΔH_{kl}	-97.361	***
ΔH_{gr}	-97.371	***
<i>Korr (Temp.)</i>	0.000	***
ΔH	-97.366	***
<i>Distanz</i>	98.6	***
$[D_R] - [D_V]$	0.6	***

Abb. 3 Vom Thermodrucker angefertigtes Messprotokoll einer Nivellementsstrecke mit 2 Stationen

ein Programm, das die Resolverablesungen vom Geodimeter 6 BL oder 8 entgegennimmt, protokolliert, logische Tests durchführt und die Rohdistanz berechnet. Verschiedene Korrekturmöglichkeiten verhindern Zeitverluste durch mehrfaches Eingeben. Wie beim Nivellement ergibt sich auch hier eine erhebliche Zeitersparnis, sowohl bei den Kontrollberechnungen im Feld als auch bei der Auswertung im Büro.

Einsatz bei Satzmessungen

Problematischer ist der Einsatz der Ausrüstung bei der Satzmessung. Wir verfügen zwar über ein Programm, das die Eingabe von bis zu 5 Sätzen mit maximal 9 Richtungen erlaubt. Nach Eingabe des ersten Halbsatzes und der ersten Richtung in jedem weiteren Halbsatz berechnet es jeweils einen genäherten Wert für die nächste Richtung, so dass in der Regel nur noch die Sekunden einzugeben sind. Alle Messwerte werden mit dem Drucker protokolliert. Nach Abschluss der Messung werden Satzmittel und mittlerer Fehler berechnet und ausgedruckt.

Der beschränkte Speicherumfang erlaubt für diese Aufgabe allerdings noch keine ideale Lösung. So ist die Anzahl der Richtungen beschränkt. Auch die Korrekturmöglichkeiten und besondere Umstände, wie sie bei rasch wechselnden Sichtverhältnissen auftreten können, lassen sich nicht befriedigend lösen. Das Programm kann aber zur Kontrolle des Satzmittels und Berechnung des mittleren Fehlers dienen, wenn die Messungen im Winkelbuch notiert sind.

Schlussfolgerungen

Der Fortschritt auf dem Gebiet der Taschencomputer macht deren rationellen Einsatz bei Feldmessungen möglich. Die notwendigen Ausgaben werden schon nach wenigen Wochen Feldeinsatz durch die bei Kontrollberechnungen eingesparte Arbeitszeit aufgewogen. Die gewählte Lösung mit einem HP-97 vermag für Landesnivellement und Distanzmessungen mit Geodimeter 6 BL oder 8 allen Ansprüchen zu genügen. Für Satzmessungen wäre hingegen ein grösserer Programm- und Datenspeicher notwendig. Der nach wie vor rasante Fortschritt der Elektronik verspricht schon für die nähere Zukunft geeignete Lösungen.

Literatur

- (1) The National Swedish Road Administration: Data Collection, vorgelegt am FIG-Kongress, Stockholm, 1977.
- (2) B. Müller und E. Gubler: Das Schweizerische Landesnivellement, Fixpunktanlage und Beobachtung. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 9-76.

Adresse des Verfassers:

Erich Gubler, Eidg. Landestopographie, Seftigenstrasse 264, 3084 Wabern