



## Vergleich der Auswertemethoden von Naturbestandsaufnahmen

Johannes Fabiankowitsch <sup>1</sup>, Andreas Jandl <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Geodäsie und Geophysik, Abteilung Angewandte Geodäsie und Ingenieurgeodäsie, Gusshausstrasse 27-29, A-1040 Wien*

<sup>2</sup> *Awarenweg 5, A-7000 Eisenstadt*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **89** (2), S. 116–123

2001

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Fabiankowitsch_VGI_200111,  
  Title = {Vergleich der Auswertemethoden von Naturbestandsaufnahmen},  
  Author = {Fabiankowitsch, Johannes and Jandl, Andreas},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {116--123},  
  Number = {2},  
  Year = {2001},  
  Volume = {89}  
}
```



## 7. Schlussfolgerungen

Mit Hilfe geometrisch hochauflösender Satellitendaten lassen sich hinreichend genaue Abbauvolumen von Massenrohstoffen ermitteln. Die Auswertung (visuelle Abgrenzung, Planimetrierung, Volumetrierung) mit geographischen Informationssystemen erfordert kein Vorwissen auf dem Gebiet der Fernerkundung. Auch bei unbekanntem Grubentiefe ist die Ableitung von Abbaumengen aus Satellitenbildern prinzipiell möglich. Bezüglich des Monitoring von Gewinnungsstätten zur Einschätzung von Produktion, Bedarf und Reserven von Massenrohstoffen auf regionaler Ebene bieten geometrisch hochauflösende Satellitendaten daher eine Alternative zu zeit- und kostenaufwendigen Geländebegehungen.

### Dank

Wir danken B. Wanivenhaus für die wissenschaftliche Unterstützung der Studie und die Bereitstellung des Materials zur Verifizierung. H. Raggam übernahm die Orthorektifizierung der IKONOS-Daten, H. Polly, K. Pazourek & Th. Burtscher entzerrten das Luftbild vom 10. Aug. 2000.



## Vergleich der Auswertemethoden von Naturbestandsaufnahmen

*Johannes Fabiankowitsch und Andreas Jandl, Wien*

### Zusammenfassung

In ein und demselben Testgebiet wird eine topografische Aufnahme mittels konventioneller und codierter Messmethode angewendet. In einem direkten Vergleich können damit Vor- und Nachteile besser quantifiziert werden. Ziel ist es, einen weitgehend kontrollierten und automatischen Datenfluss zu nutzen und besonderes Augenmerk auf Wirtschaftlichkeit und Produktivität zu legen.

### Summary

The today's possibilities of modern surveying instruments and techniques made possible a new way to carry out standard surveying tasks. With this new way the ultimate aim to establish a controlled and automatic digital data flow from the field to the office (from the original observations to the ready drawing) can be realized. Still there is little experience and a comparison of the up to now used method based on manually drawn field sketches with the new one that makes use of specific measuring codes can hardly be found in literature. For a selected test field the differences of both methods are investigated especially focussing on economical aspects and the productivity of the outdoor work. There is shown that the new technique is very practicable and has some advantages compared to the conventional method.

## 1. Einleitung und Zielsetzung

In der praktischen Vermessung stellt sich häufig die Aufgabenstellung von Naturbestandsaufnahmen. Durch einen stetigen technologischen Wandel haben sich sowohl die Vermessungsinstrumente als auch die Vermessungsmethoden

### Literatur

- [1] Pfeleiderer, S., 2001: Pilotstudie zur Einschätzung der Verlässlichkeit von Satellitendaten bei der Auswertung dynamischer Kenndaten von oberflächennahen Mineralrohstoff-Abbauen. – Unveröffentlichter Projektbericht, Auftragsforschung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt – Wissenschaftliches Archiv, 20 Seiten, 6 Abbildungen, 7 Tabellen, 2 Anhänge.
- [2] Schmidt, T.J., & Witt, R.G., 1981: Mapping Sand And Gravel Pits In The Patuxent River Watershed. – Proceedings of the 2nd Eastern Regional Remote Sensing Applications Conference in Danvers, MA (March 9–11, 1981), p. 191–200.
- [3] Turnipseed, D.P. & Miller, W.F., 1982: Discrimination Of Active Gravel Operations Using Landsat Mss Data. – Final Technical Report No. 82–1, The Mississippi Mineral Resources Institute, University of Mississippi, p. 72.
- [4] Harding, A.E., 1988: Monitoring Surface Mineral Workings Using Tm And Spot. – Proceedings of the International Geoscience And Remote Sensing Symposium – Igarss '88 in Edinburgh, Scotland (September 13–16, 1988), p. 1671–1673.

### Anschrift der Autoren

Dr. Sebastian Pfeleiderer und Dr. Gerhard Letouzé-Zezula, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien; email: spfleiderer@cc.geolba.ac.at und gletouze@cc.geolba.ac.at

man es sich erhofft hatte. Viele Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen bestätigen das, wobei anzumerken ist, dass diese Aussagen sich auf Anwendungen von flächendeckenden, detailreichen und großräumigen Aufnahmegebieten beziehen (z.B. die Erstellung einer Grundkarte für eine Gemeinde).

Andererseits gibt es auch kaum einen direkten Vergleich einer konventionellen, mit einer Feldskizze erstellten und einer codierten Feldaufnahme ein und desselben Gebietes, womit man Vor- oder Nachteile besser quantifizieren könnte.

In einem ausgewählten Testgebiet sollen daher die Unterschiede beider Methoden bezüglich der Feldarbeiten möglichst praxisnah untersucht werden. Es soll gezeigt werden, dass eine codierte Aufnahme praxistauglich ist und Vorteile gegenüber den herkömmlichen Verfahren bietet, wobei vor allem auf Wirtschaftlichkeit und Produktivität Wert gelegt wird.

## 2. Naturbestandsaufnahmen

### 2.1 Automatischer Datenfluss

Die Vorteile eines durchgehenden automatischen digitalen Datenflusses sind hinlänglich bekannt. Zur Zeit wird dieser nur durch eine sogenannte codierte Aufnahme erreicht, sofern man keine – aus welchen Gründen auch immer – zusätzlichen analogen Aufzeichnungen (Feldskizze) mitführen muss. Mit Hilfe der codierten Aufnahme ist in der Folge eine automatische Erstellung eines digitalen Planes möglich, da zu Beginn der interaktiven Arbeit die Punktmenge samt Signaturen und Liniengerüst zur Verfügung steht. Der Plan muss nur mehr „nachbearbeitet“ werden, die Tätigkeit beschränkt sich vor allem auf das Setzen von Texturen.

Mit dem automatischen Datenfluss sind aber auch Probleme verbunden. Oft haben verschiedene Hersteller von Messsystemen und Auswerteprogrammen unterschiedliche Standards, Datenformate, Schnittstellen, Kabelverbindungen usw. Die wachsende Komplexität der Programmsysteme macht laufende Schulungen des Personals und Wartung der Rechner notwendig. Der erhöhte EDV-Einsatz verlangt entsprechende EDV-Kenntnisse der Benutzer.

Generell sollen Weiterentwicklungen des Datenflusses die Arbeiten im Innendienst minimieren. Durch den Einsatz felddauglicher Penpad-Computer können z.B. die graphischen Ergebnisse während der Feldarbeit direkt am Bildschirm angezeigt werden. Durch Online-Interak-

tion zwischen Messsystem (Tachymeter) und CAD-fähiger Software am Notebook kann daher die graphische Ausarbeitung größtenteils bereits im Außendienst fertiggestellt und kontrolliert werden, was insgesamt zu einer Zuverlässigkeits- und Qualitätssteigerung führt.

### 2.2 Konventionelle Aufnahme

Die beiden Eckpfeiler der konventionellen Aufnahme sind üblicherweise Polarkoordinaten der aufzunehmenden Punkte und eine Feldskizze, welche eine einigermaßen maßstäbliche Grundrissdarstellung des Gebietes darstellt. In der Regel besteht ein Messtrupp aus zwei bis drei Personen. Eine Person bedient das Tachymeter. Im Falle eines Drei-Mann-Trupps gibt es einen Messgehilfen für den Reflektorstab, der Partieführer fertigt im Zuge der Detailaufnahme die Feldskizze an. Bei einem Zwei-Mann-Trupp ist der Partieführer sowohl für das Anfertigen der Feldskizzen als auch die Handhabung des Reflektors verantwortlich.

### 2.3 Codierte Aufnahme

Sie wurde entwickelt, um die Vermessungsarbeit und vor allem die Auswertung von Naturbestandsaufnahmen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Jedem in der Natur aufzunehmenden Detail wird ein Code zugeordnet, welcher einfach strukturiert und trotzdem ausreichend Information enthalten soll. Ziel ist es, auf die „aufwändige“ Erstellung manueller Feldskizzen so weit wie möglich zu verzichten.

Zur Kommunikation zwischen Operateur am Tachymeter und Reflektorträger ist eine Sprechfunkeinrichtung für größere Entfernungen (>50m) notwendig, um die entsprechenden Codeinformationen am Tachymeter eingeben zu können. Eine alternative Lösung besteht darin, dass das Tachymeter mit einer eigenen Bedieneinheit vom Reflektorstab aus gesteuert wird, was den Vorteil hat, dass der Partieführer direkt vor Ort den Code vergeben kann. Der Operateur ist nur mehr für das Anzielen des Reflektors verantwortlich (*DualBetrieb*). Nachteilig ist aber, dass die Messausrüstung im Falle eines Zwei-Mann-Trupps im Zielpunkt eher unhandlich wird. Insgesamt wäre ein Zwei-Mann-Trupp ausreichend, wodurch der Personaleinsatz gegenüber der konventionellen Aufnahme verringert würde oder zumindest gleich bliebe.

Hat man ein System zur Verfügung, das neben der Bedieneinheit am Reflektorstab zusätzlich mit einer automatischen Zielverfolgung ausge-

stattet ist, so ist bei idealen Bedingungen (wenig Vegetation und keine anderen Sichthindernisse) auch ein Ein-Mann-Betrieb möglich.

Testmessungen haben gezeigt, dass bei schnelleren Reflektorbewegungen das Tachymeter den Zielpunkt verliert, allerdings wird das Ziel innerhalb weniger Sekunden mit dem von Zeiss entwickelten Suchalgorithmus *QuickLock* wieder gefunden, jedoch nur bei still stehendem Reflektor (theoretisch auch in der Bewegung). Diese Erfahrungen, die starke Vegetation im ausgewählten Testgebiet und die Tatsache, einen in der Praxis üblichen Messeinsatz vorzugeben, führte dazu, einen Zwei-Mann-Trupp einzusetzen.

Der Vorteil der daran anschließenden automatischen Auswertung mit Hilfe eines Hochzeichenmoduls (siehe Kapitel 4) ist nun, am Bildschirm im Büro nur noch eine graphische Nachbearbeitung durchführen zu müssen. Es kann allerdings auch zu Problemen kommen, wenn z.B. Codes falsch vergeben wurden oder die Aufnahme unvollständig ist, Linien oder Linienzüge nicht richtig geschlossen wurden. Für solche Fälle gibt es zwei Lösungsvorschläge:

- Man fertigt trotz codierter Aufnahme von bestimmten Bereichen, welche sehr detailliert und nur mit Hilfspunkten einzumessen sind, eine Skizze mit Maßangaben an.
- Der Plan wird so gut wie möglich ausgearbeitet und geplottet; mit dieser analogen Vorlage fährt man wieder ins Projektgebiet und ergänzt Fehlendes und Fehlerhaftes.

In der Fachliteratur (Seitz, 1990; Canzler, 1997) wird der Zeitaufwand für eine konventionelle und eine codierte Aufnahme als gleichbleibend angegeben. Die Erfahrung zeigt, dass die direkt an den Außendienst anschließende Weiterverarbeitung durch den Aufnahmeleiter das schnellste und fehlerunanfälligste Verfahren ist. Bei der codierten Aufnahme muss allerdings mit einer höheren Punktzahl gerechnet werden, was sich zeitlich nicht als Nachteil auswirkt, da die Erstellung am Bildschirm automatisch erfolgt. Eine höhere Punktzahl ist erforderlich, um den vollen Informationsinhalt auch ohne Feldskizze und Sperrmaße zu erreichen.

## 2.4 Codierungssystem

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlichster Codierungssysteme, die alle die selben Ziele verfolgen:

- Die Codierung soll einfach strukturiert sein, damit sie für den Messtrupp leicht zu handhaben und praxisnah ist.
- Es soll dafür sorgen, dass die Punkt- und Verbindungsinformation von der Messung bis

zum digitalen Plan, möglichst ohne manuelle Eingriffe, gelangt.

- Es soll alle Informationen enthalten, um eine komplexe Graphik erzeugen zu können. Eine notwendige Nachbearbeitung, wie die Erstellung von Texturen soll aber auf Grund der sehr komplexen Aufgabenstellung nicht zu aufwändig sein.
- Es sollte neben den einmaligen Anschaffungskosten für die erforderlichen Softwarekomponenten keine zusätzlichen Kosten bei der Aufnahme verursachen!
- Das System soll vom Anwender leicht auf dessen Bedürfnisse angepasst werden können und jederzeit beliebig erweiterbar sein, um verschiedenste Aufgabenstellungen zu bewältigen.
- Die für jeden Messpunkt registrierte Information soll vom Auswertesystem erkannt werden und bei der Auswertung als Suchbegriff verwendet werden können.

In dieser Arbeit kommt das Codierungssystem *KatBest-06* von rmData zur Anwendung, welches sich besonders für Arbeiten im Kataster und für Bestandsaufnahmen eignet. Die hohe Anzahl an Codes (ca. 500) machte eine Vereinfachung der Codeliste unbedingt notwendig, d.h., die im Messgebiet benötigten Codes wurden herausgefiltert. Die Anzahl der Codes, die sich eine Person im Durchschnitt merken kann, ist auf ungefähr drei Dutzend beschränkt. Im Normalfall wird man für eine Naturbestandsaufnahme auch nicht mehr als 20 bis 40 Codes benötigen.

In dieser Codeliste fällt auf, dass z.B. 10 verschiedene Codes für den Punkttyp Haus verwendet werden können. Das hat den Vorteil, dass man bis zu zehn Häuser gleichzeitig bearbeiten kann. Bei älteren Codierungssystemen musste der Linienzug ein und desselben Typs zuerst beendet werden, bevor mit dem nächsten begonnen werden konnte. Das bedeutete für den Reflektorträger, dass er weitere Strecken zurücklegen musste. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Codierung des Punkttyps gleichzeitig auch die Verbindungsinformation beinhaltet. Das Ende einer Linie wird durch ein dem Code vorangestelltes „Minus“ gekennzeichnet.

Ergänzende Attribute für Signaturen wie z.B. Mauerstärken werden durch sogenannte Zusatzinformationen festgelegt. Mit deren Hilfe können auch z.B. drei Punkte durch einen Kreis oder mehrere Punkte durch Splines verbunden werden.

Die Zusatzcodes sind vom Messcode durch das „\$-Zeichen“ zu trennen. Oft ist ein Mess-

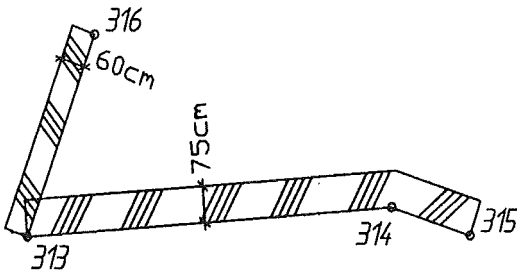


Abb. 1: Punkt 313 ist Anfangspunkt einer Mauer mit einer Mauerstärke von 60 cm und Anfangspunkt einer zweiten Mauer mit 75 cm Stärke. PNr. 313 Messcode: 100\$600.101\$750, PNr. 314 Messcode: 101, PNr. 315 Messcode: -101, PNr. 316 Messcode: -100

punkt gleichzeitig Ende einer Linie und Beginn eines anderen Linienzuges. Das bedeutet, dass auch für die Trennung von Messcodes ein eigenes Zeichen (in diesem Fall ein „.“) festgelegt werden muss. Um in der Praxis solche Fälle bewältigen zu können, benötigt man eine entsprechend hohe Anzahl von Eingabemöglichkeiten am Tachymeter.

Abbildung 1 zeigt, dass bis zu 16 Stellen benötigt werden, um eine bestimmte Situation in der Natur codiert aufnehmen zu können.

Da beim Zeiss Elta S 10 für den Messcode von rmDATA weniger Stellen als notwendig verfügbar waren, ist die Stellenanzahl für die Eingabe der Punktnummern verringert und jene für den Messcode entsprechend erhöht worden.

### 3. Feldarbeiten

#### 3.1 Testgebiet

Bei der Auswahl des Testgebietes sind folgende Kriterien berücksichtigt worden:

- möglichst verkehrsarme Gegend
- Unterstellung der gesamten Messausrüstung mit Stromanschlussmöglichkeit
- Ausnutzung der Codepalette (ca. 30 verschiedene Codes wurden verwendet)
- vorhandenes Festpunktfeld im Landessystem.

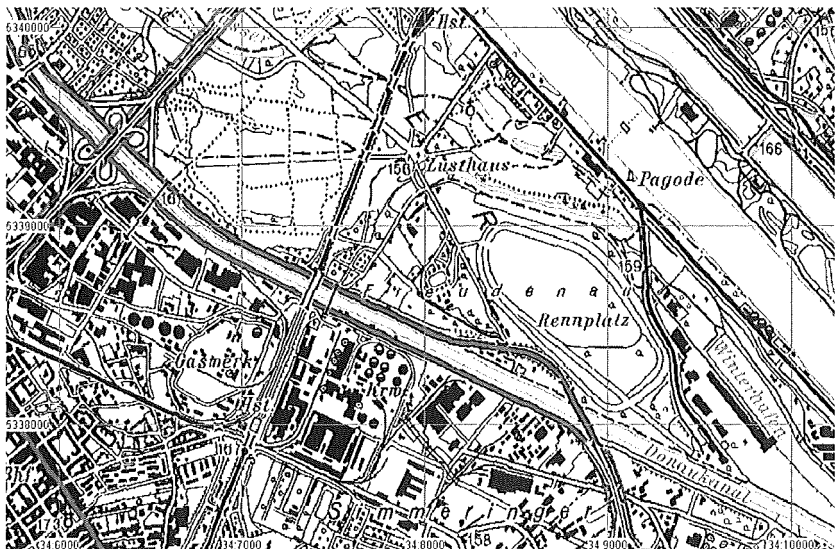


Abb. 2: Lage der Freudenau im Überblick (© BEV – 2001, vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, Zl. 40404/2001)

Diese Bedingungen erfüllt das Gebiet rund um die Trainingsbahn der IRM (International Race Management) in der Freudenau. Das aufzunehmende Gelände hat eine Fläche von ca. 3 ha (siehe Abbildung 2) und ist gekennzeichnet durch eine Trainingsbahn für Pferde, eine Grünfläche mit vielen Bäumen und Büschen, das Hauptgebäude der IRM und die Stallungen rund um die Bahn (siehe Abbildung 3).

Das Festpunktfeld wurde mit GPS im Zuge eines Projektes bereits geschaffen. Auf Grund der starken Vegetation zum Zeitpunkt der Messungen waren viele Visuren zu Anschlusszielen sowie GPS-Messungen nur erschwert möglich.

#### 3.2 Geräteeinsatz

Zum Einsatz kommt das moderne System-Tachymeter Elta S10 S Space der Firma Zeiss. Es entspricht den hohen Anforderungen in Automation und Datenverarbeitung für Vermessungsarbeiten. Ein Datenfunk ermöglicht es, das Tachymeter vom Zielpunkt aus zu betreiben, dieser sogenannte *DualBetrieb* ist für ein Zweierteam konzipiert. Die Führung der Messungen erfolgt vom Reflektor aus. Ein Mitarbeiter am Instrument übernimmt die Anzielung des Prismas. Diese Betriebsart ist vor allem dann anzuwenden, wenn das Tachymeter nicht ohne Aufsicht gelassen werden kann oder der Reflektor oft durch die Vegetation verdeckt wird. In der Betriebsart *Auto-Control* wird auf die Hilfskraft am Instrument ganz verzichtet und die Bedienung aller Gerätefunktionen vom *RecLink* aus durchgeführt. Es



Abb. 3: Das Testgebiet in der Freudenu, geprägt durch Stallungen und die Trainingsbahn

ist auch denkbar, auf die Zielverfolgung komplett zu verzichten und immer nur dann den Suchprozess mittels *QuickLock* in Gang zu setzen, wenn eine Messung erfolgen soll.

Im *QuickLock* – Modus dreht sich nach erfolgreichem Start das Gerät horizontal mit einer Winkelgeschwindigkeit von bis zu  $90^\circ/s$ , bis ein Signal des Zielpunktes registriert wird. Anschließend wird es langsam zurückgedreht und die horizontale Winkelposition des Empfängers bestimmt. Danach wird der Vorgang zur Bestimmung des Vertikalwinkels wiederholt. Voraussetzung dafür ist, dass der Reflektor näherungsweise zum Standpunkt des Tachymeters ausgerichtet ist.

Diese Betriebsvariante ist jedoch nur sinnvoll bei wenigen Punkten und großen Punktabständen. Es besteht auch die Möglichkeit zum Tachymeter-Sharing. Von ein und derselben *RecLink*-Fernbedienung können mehrere *QuickLock*-Prismen gezielt angefahren werden. Damit ist es möglich, schnell zwischen mehreren Reflektorstationen umzuschalten, die von nur einem Tachymeter angemessen werden.

Die Messdatenblöcke werden auf einer PCMCIA-Karte gespeichert, bis zu 8000 Datensätze können registriert werden. Die Datensätze haben das definierte Format M5, welches für alle modernen Zeiss Vermessungsgeräte Standard ist. Dieses Format hat fünf Messblöcke, einen Adressblock, einen Block für Information und drei numerische Datenblöcke. Eine M5 Datenzeile ist 121 Zeichen lang.

### 3.3 Detailpunktaufnahmen

Für die konventionelle Aufnahme wurden die Feldskizzen vorgezeichnet. In insgesamt fünf Ta-

gen wurden 11 Stallungen sowie das Hauptgebäude der IRM, welche alle aus dem 19. Jahrhundert stammen, sehr verwinkelt und teilweise stark bewachsen waren und die umliegende Topographie aufgenommen. Durch die Verwendung von Feldskizzen war die Aufnahme sehr übersichtlich, es war sofort erkennbar, wo Punkte noch aufgenommen werden müssen bzw. welche schon vermessen wurden. Die Stehzeiten für den Beobachter am Gerät waren gering, da die Feldskizzen bereits vorgezeichnet waren. Die Organi-

sation der Aufnahme wird durch die Verwendung der Feldskizzen wesentlich vereinfacht, der Informationsaustausch zwischen den Mitarbeitern des Messtrupps war nicht so entscheidend wie etwa bei der codierten Aufnahme. Eine Kommunikation durch Zeichensprache war zumeist ausreichend.

Für die codierte Aufnahme war eine ständige verbale Kommunikation unbedingt erforderlich, da vom Gerät aus nicht ersichtlich war, um welchen Punkttyp es sich bei dem aufzunehmenden Punkt handelt. Da die Zielweiten auf einige Zehnermeter beschränkt waren, ist eine Kommunikation ohne Funkgeräte problemlos möglich.

Durch das Fehlen einer Feldskizze ging die Übersichtlichkeit ein wenig verloren, die Frage, ob dieser Punkt schon gemessen wurde oder nicht, stellte sich oft. Das dürfte vor allem in der Praxis Probleme machen, wenn die Aufnahme für längere Zeit unterbrochen (Wochenende, Feiertage, . . .) oder von verschiedenen Personen geleitet wird.

Topographische Gegebenheiten, die weder direkt noch exzentrisch gemessen werden konnten, wurden auf extra angefertigten Feldskizzen festgehalten und durch entsprechende Maße eingemessen. Als Alternative bot sich an, derartige Einzelfälle zunächst unberücksichtigt zu lassen. Im Zuge eines meist notwendigen Feldvergleichs könnten dann Fehlerhaftes und Fehlendes in einem Arbeitsgang erfasst werden. Sogenannte Nachmessungen sind in jedem Fall unwirtschaftlich, unabhängig davon, ob konventionell oder codiert gemessen wird.

Obwohl man Linienzüge bei dem verwendeten Codierungssystem nicht in einer Reihenfolge

messen muss, hat es sich als einfacher und übersichtlicher erwiesen, bei einer begonnenen Linie mit den Messungen fortzufahren. Die Wege, die der Reflektorträger dadurch zurücklegte, sind bei der codierten Aufnahme meist länger als bei der konventionellen.

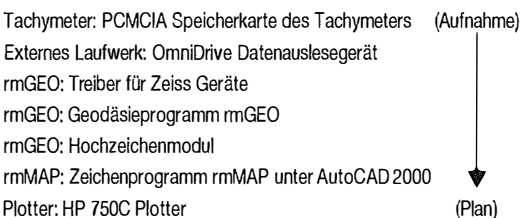
Bei der codierten Aufnahme kam es auch selten zu Stehzeiten für den Operateur am Gerät, wenn man die hier gewählte Strategie (Zweierteam mit konventioneller Bedienung vom Tachymeter aus) anwendet. Während der Reflektorträger seine Position wechselte, kann der Operateur den Code für den nächsten Punkt eingeben. Ein *DualBetrieb* hätte zu einer ungleichen Arbeitsverteilung geführt. Hat man die Codeliste und den technischen Ablauf bei der codierten Aufnahme erst einmal im Griff und ein gutes Zusammenspiel zwischen Operateur und Reflektorträger geschaffen, so ist ein rasches Fortschreiten der Aufnahme gewährleistet.

Summarisch betrachtet kann festgehalten werden, dass der Zeitaufwand für beide Aufnahmeverfahren in etwa gleich ist. Als Beispiel dafür sei die Aufnahme einer Stallung samt umliegender Topographie (ca. 50 Punkte) angeführt. Bei der konventionellen Aufnahme war ein Zeitaufwand von 25 Minuten zu verzeichnen, bei der codierten Aufnahme von nur 20 Minuten. Natürlich muss man dazu festhalten, dass bei der nachfolgenden codierten Aufnahme die Situation schon vertrauter war.

Bei der Innendienstarbeit hat sich herausgestellt, dass man bei der codierten Aufnahme gut beraten ist, im Zweifelsfall mehr Punkte als unbedingt notwendig zu messen. Die Aufnahme von Punkten geht wesentlich schneller vor sich als die Konstruktion von Punkten im CAD.

#### 4. Erstellung eines Grundrissplanes

Das Endprodukt dieser Arbeit soll ein analoger Plan des Testgebietes im Maßstab 1:200 sein. Dazu sind mehrere Arbeitsschritte notwendig, der angewendete Datenfluss hat folgenden Ablauf:



Das Programm rmGEO ist der zentrale Baustein des automatischen Datenflusses, ein ganz wesentlicher dafür ist der Hochzeichenmodul für das automatische Zeichnen einer codierten Aufnahme und das Zeichenprogramm rmMAP, welches auf AutoCAD 2000 aufgebaut ist. Bei älteren Versionen von rmGEO war es nur möglich, Punkte, Linien und Polylinienobjekte hochzuzeichnen. Ab Version 1.1 kann das Hochzeichnen nun für alle Objektarten genützt werden, d.h. es können auch beliebige Symbole (z.B. Laternen, Bäume, Kanäle) mit einem, zwei oder drei Punkten und Signaturen mit Attributen (z.B. Mauerstärke) dargestellt werden. Im Gegensatz zu anderen CAD-Anwendungen sind in rmMAP Signaturen in die Punkt- und Linientopologie eingebunden.

Sind die Polygon- und Detailpunkte alle koordinativ bestimmt, kann der Koordinatentransfer in das rmMAP durchgeführt werden. Dazu stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Übertragung von Punkten mit dem neuen Punktattribut der rmGEO Datenbank. Diese Methode wird hauptsächlich bei konventionellen Aufnahmen eingesetzt.
- Hochzeichnen von Punkten, Linien, Polylinien, Signaturen und Symbolen mittels Messcode bei der codierten Aufnahme.

Bei der konventionellen Methode erhält man im rmMAP eine Punktwolke, bestehend aus dem Symbol Kreis, der Punktnummer und der Höhe. Mit Hilfe der Feldskizzen und dem CAD-Programm kann der digitale Plan nun in bekannter Weise erstellt werden.

Der entscheidende Vorteil der codiert aufgenommenen Punkte liegt darin, dass sie mittels Messcode- und Objektübersetzungstabelle automatisch hochgezeichnet werden können. Stimmen die im Feld verwendete Codeliste und die beiden Tabellen der Auswertesoftware überein, können sofort während des Überspielens der Punkte Linienverbindungen, Symbole und Signaturen hergestellt werden. Man kann neben der Punktwolke auch schon die Situation aus der Natur als Liniengerüst wiedererkennen. Fehler in der Codierung, wie etwa falsch oder nicht geschlossene Linienzüge, sind am Bildschirm sofort als Liniengewirr erkennbar und müssen durch Editieren und Ändern nachbearbeitet werden. So ist es zum Beispiel während der Feldarbeit nicht möglich, ein Objekt wieder zu schließen, ohne einen Punkt dieses Objektes doppelt aufzunehmen (z.B. erster Punkt = letzter Punkt). Deshalb ist es notwendig, alle betreffenden Objekte am Bildschirm händisch durch die Menü-

punkte Editieren und Ändern zu schließen. Im Sinne einer Automation der Auswertung macht das natürlich wenig Sinn.

Ergänzungen betreffen vor allem das Setzen von Signaturen und Texturen und dem Einarbeiten von nicht codiert aufgenommenen Details (keine Sichtverbindung) während der Feldarbeit. Diese fehlenden Ergänzungen sind entweder auf einer zusätzlichen Feldskizze festgehalten oder man plottet den unvollständigen Plan aus und begibt sich damit nochmals in das Vermessungsgebiet und ergänzt durch Einmessungen den Plan entsprechend.

## **5. Gegenüberstellung der beiden Auswertemethoden**

### *5.1 Vor- und Nachteile der konventionellen Aufnahme*

Einer der wesentlichen Vorteile, welcher durch Feldskizzen gewährleistet wird, ist die Übersichtlichkeit bei den Feldarbeiten. Eine bessere Organisation des Arbeitsablaufes ist dadurch möglich. Weiters kann der Reflektorträger völlig autark agieren, eine ständige Kommunikationsverbindung zwischen ihm und dem Tachymeter ist nicht zwingend notwendig. Der Partieführer ist laufend über den Arbeitsfortschritt informiert, die Aufnahme kann jederzeit von einem anderen Messtrupp übernommen werden.

Eindeutigkeit und Vollständigkeit der Feldskizzen erleichtern eine Ausarbeitung im Büro wesentlich, vor allem dann, wenn Planausfertiger und Aufnahmeleiter verschiedene Personen sind.

Der größte Nachteil kommt nach dem Überspielen der Punktwolke in ein CAD-Programm zum Ausdruck, denn hier endet der automatische Datenfluss. Die manuelle Ausarbeitung am Bildschirm ist zeitaufwendig und kostenintensiv. In dieser Arbeit hat sich herausgestellt, dass man dazu in etwa die Hälfte bis Zweidrittel der Außendienstzeit benötigt. Diesbezügliche Zeitangaben sind schwierig anzugeben, da es sehr davon abhängt, in welcher Datenform (z.B. inklusive Layer- und Blockstruktur) ein digitales Planwerk zu liefern ist.

Bei einem Zweimanntrupp kann es für den Beobachter am Tachymeter zu Stehzeiten kommen, da der Reflektorträger zusätzlich mit dem Zeichnen der Feldskizze und dem Eintragen der Punktnummern beschäftigt ist. Besteht der Messtrupp aus drei Personen, so ist die Arbeitsaufteilung ausgeglichen und der Arbeitsfortschritt optimal, führt aber zu höheren Außendienstkosten.

### *5.2 Vor- und Nachteile der codierten Aufnahme*

Der entscheidende Vorteil kommt bei der Erstellung des Planwerkes zum Ausdruck (siehe Kapitel 4). Wenn keine geschlossenen Objekte dargestellt werden müssen, so beschränkt sich die Nachbearbeitung auf Ausbesserungen, welche durch Codierungsfehler entstanden sind und das Setzen von Beschriftungen und Signaturen.

Will man das ständige Ändern der Codes am Tachymeter vermeiden, so muss ein linienweises Erfassen der Situation erfolgen, wodurch sich längere Wegstrecken ergeben. Die Organisation der Messung wird dadurch allerdings erleichtert. An sich muss keinerlei Rücksicht auf die Messreihenfolge genommen werden, die Anzahl der gleichzeitig zu bearbeitenden Linien kann frei definiert werden. Es zeigt sich aber, dass die Zuordnung eines Punktes zu einer Linie schwieriger wird, wenn z.B. gleichzeitig zehn Linien offen sind (der Reflektorträger muss sich merken, welcher Punkt zu welcher Linie gehört). Eine systematische Vorgangsweise in der Messreihenfolge wird auf jeden Fall von Vorteil sein.

Ein weiterer Vorteil ist, dass man wetterunabhängiger arbeiten kann, das lästige Zeichnen und Handhaben einer Feldskizze bei Regen entfällt ja. Unterbrechungen sind von der Wetterbeständigkeit der Instrumente und des Personals abhängig.

Da es zu einer Verschiebung der Tätigkeiten in Richtung Außendienst kommt, müssen sich alle daran Beteiligten umstellen. Insgesamt steigt auch die Logistik deutlich an, was sich beim Einführen einer codierten Aufnahme als Messmethode anfangs sicherlich nachteilig auswirkt.

Das Zusammenspiel der Messpartie rückt in den Vordergrund, eine permanente Kommunikation (Sprechfunk, Funkverbindung) zwischen Instrument und Reflektorträger (Partieführer) ist unbedingt erforderlich, sofern nicht vom Reflektor aus alles gemanagt wird. Der Partieführer braucht ein hohes Maß an Erfahrung im Außendienst, da er keine graphische Vorlage zur Verfügung hat, an welcher er sich orientieren kann.

Eine codierte Aufnahme und Auswertung ist auch mit einem höheren finanziellen Aufwand verbunden. Durch die Anschaffung der Softwarekomponenten (Codeliste, Hochzeichenmodul) entstehen Kosten in der Größenordnung von ca. 85.000.– Schilling.

Die nachfolgende Tabelle stellt für das Beispiel an der TU Wien den Zeitaufwand für einen Zweimann-Trupp dar. Die Arbeitszeiten sind für beide



Verfahren, getrennt nach Außen- und Innendienst, in Abbildung 4 graphisch dargestellt.

Tätigkeit	Konventionelle Aufnahme	Codierte Aufnahme
Feldskizzen	4 Std	*)
Außendienstarbeiten	27 Std	24 Std
Berechnung der Punkte	5 Std	5 Std
Erstellung Grundrissplan	25 Std	10 Std
Feldvergleich	**)	3 Std
Gesamt:	61 Std	42 Std

\*) Die codierte Aufnahme soll ohne Feldskizzen durchgeführt werden können

\*\*\*) Auch bei konventionellen Aufnahmen sind Feldvergleiche bzw. Ergänzungsmessungen unter Umständen notwendig, jedoch nicht so zeitaufwendig.

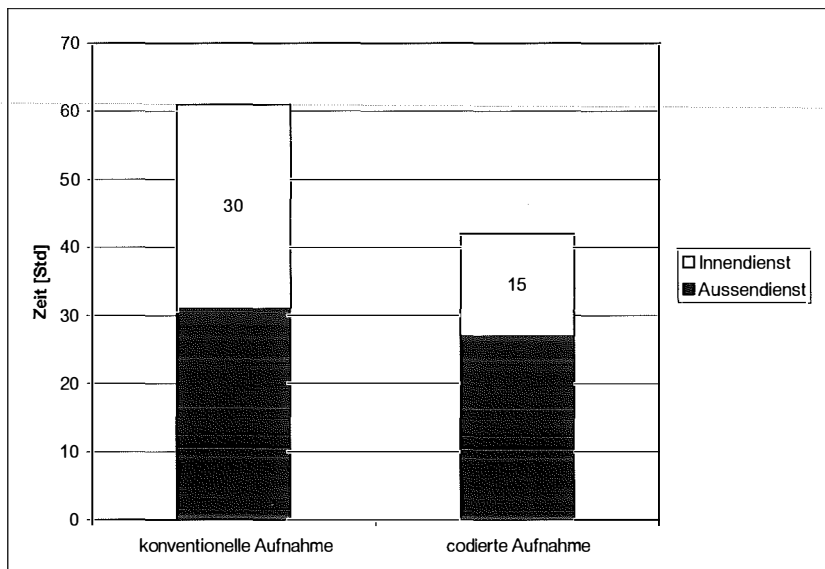


Abb. 4: Zeitvergleich beider Aufnahmeverfahren: die codierte Aufnahme hat große Vorteile bei den Innendienstarbeiten

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt kann für dieses Projekt gezeigt werden, dass die Auswertung bei der codierten Aufnahme sicherlich die schnellere Methode war. Bei der Außendienstarbeit ist die Zeitersparnis bei einer Codierung als geringfügig einzustufen (0–20%). Zeit wird hier vor allem durch das Wegfallen der Feldskizzenerstellung gespart. Für die codierte Aufnahme ist ein Zwei-Mann-Trupp ausreichend.

Bei der Aufarbeitung der Rohdaten und Berechnung der Koordinaten sind keine signifikanten Vorteile für eine der beiden Methoden festzustellen. Bei ungeübtem Außendienstpersonal

kann lediglich der Aufwand beim Editieren der Messdaten bei der codierten Aufnahme etwas umfangreicher ausfallen, da Fehler bei der Codierung unvermeidlich sind.

Der wesentliche Vorteil zwischen beiden Auswertemethoden kommt bei der graphischen Bearbeitung am Computer zum Vorschein. Durch das automatische Hochzeichnen von Linienverbindungen, Signaturen und Symbole nach dem Überspielen der Punkte in ein CAD, kann der Zeichenvorgang um bis zu 70% schneller abgewickelt werden.

Bei Naturbestandsaufnahmen kommt es zu einer Verlagerung der Verantwortung vom Büro in den Außendienst. Diese Tendenz wird in den nächsten Jahren durch die Weiterentwicklung

im Bereich des Datenflusses noch verstärkt werden. Durch den Einsatz von feldtauglichen Notebooks (Pen-Top) mit graphischen Informationssystemen können die Ergebnisse der Vermessung durch Online-Interaktion zwischen Tachymeter und Software, direkt im Feld angezeigt, graphisch bearbeitet und größtenteils fertiggestellt werden. Dies würde nicht nur zu einer deutlichen Verringerung der Innendienstarbeiten führen sondern sich auch positiv auf die

Zuverlässigkeit und Qualität bei der digitalen Erstellung eines Planes auswirken.

### Literatur:

- [1] Canzler Armin (1997): Automatische Graphikerzeugung bei der registrierten tachymetrischen Aufnahme. Allg. Vermessungsnachrichten, 1997, Heft 8-9
- [2] Seitz Dieter (Offenburg 1990): GEOGRAF ein Low-Cost-Gratiksystem im Vermessungsbüro. BDVI -Forum 1990, Heft 2

### Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Dr. Johannes Fabiankowitzsch, TU Wien, Institut für Geodäsie und Geophysik, Abteilung Angewandte Geodäsie und Ingenieurgeodäsie, Gusshausstrasse 27 – 29, A-1040 Wien, jfabian@pop.tuwien.ac.at  
 Dipl.-Ing. Andreas Jaindl, Awarenweg 5, A-7000 Eisenstadt