

**Johannes Fabiankowitsch,
Wien**

Der weitgehend kontrollierte und automatische Datenfluss von Messdaten reduziert Fehlermöglichkeiten, beschleunigt den Arbeitsfortschritt und erlaubt es, Daten zwischen den Sensoren und Peripheriegeräten beliebig auszutauschen. Das Führen einer analogen Feldskizze neben dem digitalen Datenfluss erscheint heute überholt und müsste ersetzt werden durch einen digitalen Feldplan.

1 Einleitung

Das moderne Vermessungswesen der Praxis ist einem stetigen technologischen Wandel unterlegen. Ein Großteil der bahnbrechenden Veränderungen, welche die Tätigkeiten im Außendienst für den Aufgabenbereich einer Planerstellung ganz allgemein vereinfachten, wie zum Beispiel die Entwicklung der EDM, digitale Theodolite mit genügend Speicherkapazität, automatische Hilfestellung bei der Zielaufsuche, weitgehend automatischer Datenfluss oder die Ansätze einer codierten Feldaufnahme, liegt schon einige Zeit zurück.

Der weitgehend kontrollierte und automatische digitale Datenfluss von Messdaten und ihre Verspeicherung reduziert Fehlermöglichkeiten, beschleunigt den Arbeitsfortschritt und erlaubt es, Daten zwischen einem Theodolit und anderen Peripheriegeräten (z. B. Bürocomputer) beliebig auszutauschen.

Feldskizze – ein Anachronismus – oder doch nicht?

Ein wesentlicher Punkt für die Planerstellung ist ein vollständiger, ununterbrochener, kontrollierter digitaler Datenfluss von der Feldaufnahme über die Berechnung der Koordinaten bis zur Planausfertigung. Die positiven Auswirkungen, welche man sich davon erhoffte und die auch tatsächlich eingetreten sind, waren bessere Wirtschaftlichkeit, Reduktion von Planmängeln, schnellere Lieferzeiten, Personaleinsparung (mit Abstrichen), Änderungen in der Qualifikation des Personals und somit insgesamt eine Zuverlässigkeits- und Qualitätssteigerung.

Nun gibt es aber gerade in der geforderten geschlossenen digitalen „Kette“ des Datenflusses ein Glied, welches zwar als prinzipiell gelöst betrachtet werden kann, aber im Sinne der Qualitätssicherung verbesserungswürdig erscheint.

Ein ausschließlich digitaler Datenfluss ist derzeit nur durch ein sogenanntes codiertes Aufnahmeverfahren im Felde möglich. Bei dieser Methode werden (fast) alle graphischen Informationen, die für eine planliche Darstellung notwendig sind, durch Codes (Punkt-, Attribut- und Verbindungsinformation) festgelegt. Prinzipiell ist eine analoge Feldskizze nicht mehr notwendig. Allerdings werden Aufnahme- und Codierungsfehler während der Feldaufnahme (übersehene Punkte, falsche Informationseingabe), welche durch eine Plankontrolle am Bildschirm nicht mehr zu beheben sind, die oben zitierte Zuverlässigkeits- und Qualitätssteigerung des Planproduktes beeinträchtigen. Eine Behebung und Richtigstellung dieser Mängel erfolgt üblicherweise durch eine Nachmessung, die letztendlich zu einer erhofften Steigerung der Wirtschaftlichkeit wenig beiträgt.

Aus diesen und auch anderen Gründen, welche später noch diskutiert werden, wird in der Praxis oftmals eine Methode angewendet, bei welcher trotz einer codierten Aufnahme – allerdings in einer sehr sparsamen Version – auch eine analoge Feldskizze mitgeführt wird. Diese Vorgangsweise erscheint nicht sehr zukunftsorientiert, denn diese Feldskizze sollte nun in einer digitalen Form erstellt werden können, um einen tatsächlich lückenlosen digitalen Datenfluss von der Feldaufnahme bis zur Planerstellung zu erhalten. WUNDERLICH, 1994 und 1996 und HELM, 1995 haben dazu schon einen Lösungsvorschlag dargestellt.

2 Methoden der Planerstellung

In der Praxis werden heute unterschiedliche Methoden bei der Feldarbeit für die Erstellung eines Planes angewendet. Die Ursachen dafür liegen teilweise in der Bürostruktur, dem Ausbildungsstand der Mitarbeiter, der Scheu vor einem hohen Kostenaufwand für eine Neuanschaffung, Skepsis gegenüber ungewohnten Aufnahmeverfahren und nicht zuletzt auch in dem bis vor kurzem noch unbefriedigenden Angebot an felddauglichen graphischen Computern, so genannten Pentop-Computern, begründet.

Für die Erstellung eines digitalen Vermessungsplanes sind unterschiedliche Informationen notwendig, welche durch geeignete Verfahren und einer Kombination von verschiedenen Hard- und Softwarekomponenten beschafft werden können.

Prinzipiell kann man zwischen geometrischen und graphischen Informationen unterscheiden. Geometrische Informationen wie Richtungen,

Seiten und Höhenunterschiede werden üblicherweise mit leistungsfähigen Tachymetern, welche sich durch Servomotoren, Kommunikationseinrichtungen zwischen Tachymeter und Reflektor und einem automatischen Feinzielerkennungssystem auszeichnen, erfasst. Alle anderen Grundlagen für eine naturgetreue Planerstellung, die sog. graphischen Informationen, werden entweder durch im Feld vergebene und verspeicherte Codes und/oder durch den Inhalt einer sorgfältig vor Ort angefertigten analogen Feldskizze gewonnen.

Die unterschiedlichen Vorgangsweisen für den Ablauf einer digitalen Planerstellung sollen die nachfolgenden zwei Abbildungen verdeutlichen.

Aus Abbildung 1 ist zu erkennen, dass zwei getrennte Datenerfassungen, einmal digital, einmal analog, zur Informationsgewinnung notwendig sind. Die Zuordnung von Daten untereinander erfolgt über die Punktnummer, es ist nur eine interaktive Ausarbeitung (Punkt- und Feldskizze) am Bildschirm möglich.

In der Abbildung 2 erkennt man, dass die Datenerfassung ausschließlich digital von nur einem Aufnehmer erfolgt. Die berechneten Koordinaten der Punkte und die graphischen Informationen aus dem Originalmessfile werden zusammengeführt und somit kann eine Ausfertigung des Planes (bis auf einige Ausnahmen) online digital erfolgen.

2.1 Vor- und Nachteile

Die unterschiedlichen Vorgangsweisen zur Erstellung eines maßstäblichen Planes, welche in den Abbildungen 1 und 2 schematisch dargestellt sind, haben unterschiedliche Auswirkungen und Konsequenzen. Im Folgenden sind wesentliche Vor- und Nachteile zusammengefasst.

Vorteile für den schematischen Ablauf nach Abbildung 1:

- die Übersichtlichkeit bei der Feldarbeit wird durch Feldskizzen gewährleistet (manchmal ist dazu auch eine Gesamtübersicht der Feldskizzen sinnvoll)

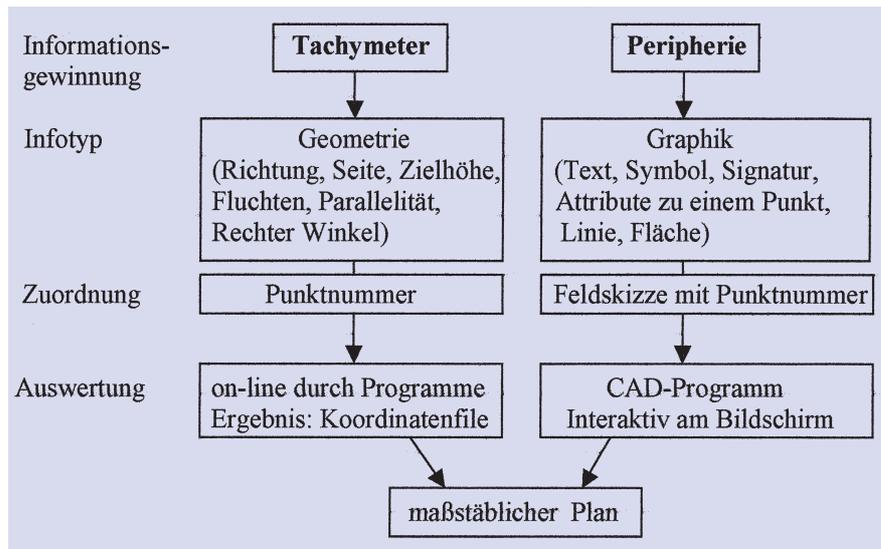


Abb. 1: Feldaufnahme mit Tachymeter ohne Codierung und Feldskizze

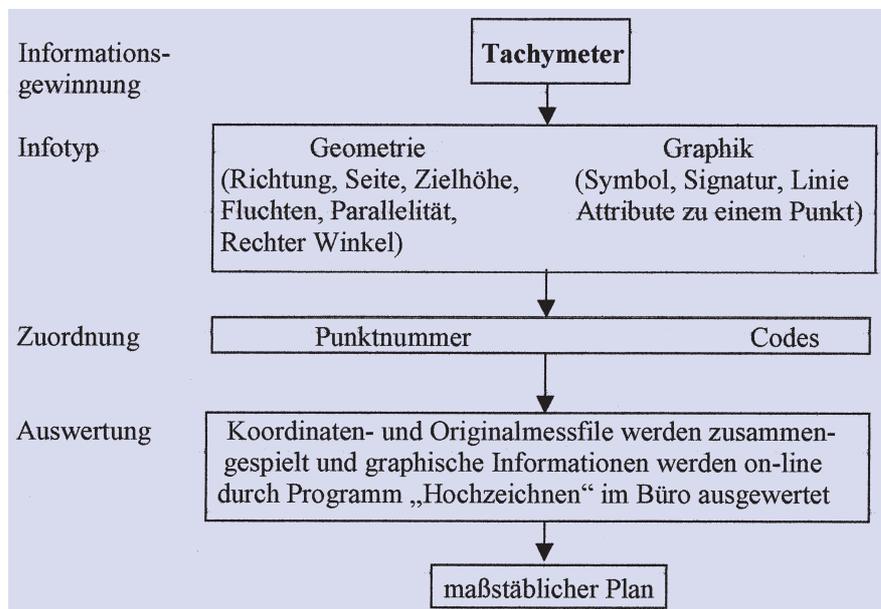


Abb. 2: Feldaufnahme mit Tachymeter und Codierung

- die Feldskizze ist ein „Dokument“, sie enthält auch viele nicht-geometrische Zusatzinformationen (Überdeckung, Straßennamen, Orientierungsnummer, Objektbezeichnungen, Beschreibung eines Zustandes, ...)
- Reflektorträger arbeitet völlig autark
- eine Sprech- oder Funkverbindung ist nicht unbedingt erforderlich, allerdings für die Punktnummern- und Zielhöhenwechselangabe von Vorteil
- der Messtrupp ist beliebig austauschbar, denn auf Grund der Feldskizzen ist jeder zu jeder Zeit über den Arbeitsfortschritt informiert

Nachteile für den schematischen Ablauf nach Abbildung 1:

- die interaktive graphische Ausarbeitung am Bildschirm erfordert einen hohen Zeitaufwand, der sich auch als der größte Nachteil erweist
- der interaktive Arbeitsplatz ist (war) kostenintensiv für eine relativ einfache Tätigkeit; eine Abhilfe erfolgt(e) z. B. dadurch, dass man die graphische Information der Feldskizze (Verbindungen) auf einem billigen Alphaterminal unabhängig von Koordinaten „vorformuliert“; die Verbindungsinformation erfolgt nur über die jeweilige Punktnummer, eine Auswahlliste von Linientypen

- bzw. Punktmöglichkeiten definiert die Verbindungsart bzw. einen einzelnen Punkt; am Bildschirm selbst werden nur noch Ausbesserungen und Ergänzungen (nicht-geometrische Zusatzinformationen) durchgeführt;
- eine abschließende Kontrolle erfolgt durch den Vergleich der Feldskizze mit dem maßstäblich geplotteten Plan im Büro
- Ungereimtheiten, welche nicht im Büro geklärt werden können, und Fehlendes müssen durch eine Nachmessung ergänzt werden
- Auswertzeit: in etwa die halbe Messzeit (Außendienst 2 Mann, Innendienst 1 Mann)

Vorteile für den schematischen Ablauf nach Abbildung 2:

- entscheidender Vorteil bei der automatischen Planerstellung
- im Idealfall müssen bei der Bildschirmtätigkeit nur noch Texte (Überdeckungen, Gebäudebezeichnungen, Namen) eingefügt werden
- wetterunabhängiger
- keine Feldskizzen notwendig
- Verschiebung der Tätigkeit in Richtung Außendienst
- fehlerhafte Ergebnisse, welche nicht zu rekonstruieren sind, oder Fehlendes bedeuten einen weiteren Außendienst, diese Ergänzungen können aber im Zuge des Feldvergleichs (Rohplot – Naturstand), welcher notwendig ist, durchgeführt werden

Nachteile für den schematischen Ablauf nach Abbildung 2:

- die graphischen Skizzen entfallen, dadurch geht die Übersichtlichkeit der bereits geleisteten Vermessung ein wenig verloren (Gesamtaufnahme)
- ein Messtruppwechsel wird dadurch schwieriger
- der Aufwand, ein Messfile zu editieren, wird größer, weil Fehler in der Codierung unvermeidlich sind
- Umstellung für alle Beteiligten (Umschulung, geänderte Aufnahmemethoden)
- höherer finanzieller Aufwand (Softwarekomponenten: Automatischer Zeichenmodul für die graphische Ausfertigung nach verschiedenen Bedingungen – Katas-

- ter, Leitungsträger, Lage-Höhenplan, Schichtenplan, ...)
- wie werden nicht codierbare Informationen (Überdeckung, Namen, ...) aufgezeichnet?
- Detailpunkte, welche vom Theodolitstandpunkt aus nicht gesehen und durch eine Exzentereinmessung nicht bestimmt werden können, müssen durch eine zusätzliche graphische Skizze samt Maßbandeinmessung bestimmt werden
- insgesamt steigt die Logistik deutlich
- längere Wege des Reflektorträgers sind üblich, um häufige Codeänderungen zu vermeiden (linienweises Arbeiten)
- eine Sprech- oder Funkverbindung ist notwendig (der Beobachter am Theodolit sieht oft gar nicht, auf welchem Punkt der Reflektor steht).

Auf Grund der Zusammenstellung der Vor- und Nachteile kann man erahnen, in welche Richtung sich zukünftig eine qualitäts-, zuverlässigkeits- und wirtschaftlichkeitsorientierte Aufnahmemethode entwickeln wird, entwickeln soll und bereits entwickelt hat.

Im Sinne einer digitalen Planerstellung sind – vereinfacht ausgedrückt – drei Arbeitsschritte notwendig, der Außendienst, die Datenaufbereitung und die Planausarbeitung. Im Sinne der Feldaufnahme mit Tachymeter und Codierung (siehe Abb.2) ergibt sich für den ersten Arbeitsschritt die Zeitersparnis durch das Wegfallen der Feldskizze.

Dem gegenüber steht der Mehraufwand der Codeeingabe. Dies bedingt vielfältigere Tastenmanipulationen am Tachymeter im Felde, wodurch möglicherweise der Aufwand in der Datenkontrolle und Datenmanipulation steigt. Schlussendlich sollte aber der enorme Vorteil bei der automatischen Planausarbeitung in Summe überwiegen. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Abteilung Angewandte Geodäsie und Ingenieurgeodäsie sollen die zuvor diskutierten Vor- und Nachteile quantifiziert werden. (FABIANKOWITSCH, JAINDL, 2001).

3 Zusammenfassung und Ausblick

Die Verfahren, welche in Abbildung 1 und 2 dargestellt sind, sind jahrelang erprobt und angewendet worden bzw. werden immer noch angewendet. Viele Ingenieurkonsulenten bemerken aber auch kritisch, dass einerseits für eine flächendeckende Naturbestandsaufnahme das Codeverfahren oft nicht besonders geeignet ist, andererseits ihre Vorteile für langgestreckte linienbezogene Aufnahmen (Verkehr- und Energieversorgungsstrassen) genutzt werden können. Diese Tatsachen führen dazu, dass trotz der Anwendung des Codeverfahrens teilweise immer noch gleichzeitig handgeführte Feldskizzen angefertigt werden.

Die rasante Weiterentwicklung auf dem Gebiet der kommunikations-

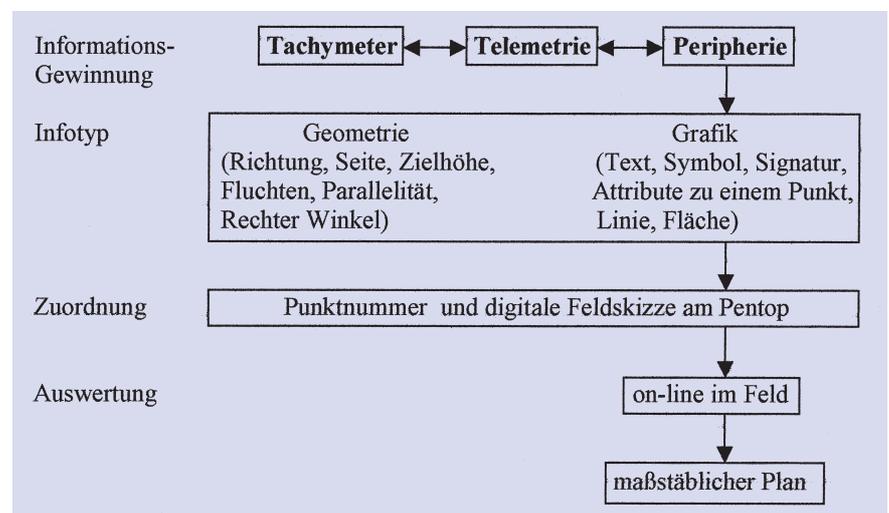


Abb. 3: Feldaufnahme mit Tachymeter, Pentop und Telemetrie

fähigen digitalen Sensoren, der telemetrischen Datenübertragung und vor allem der immer besser werden mobilen feldtauglichen Rechner mit berührungsempfindlichen Bildschirmen sind ein Grund dafür, dass ein Aufnahmeverfahren nach Abbildung 3 praktisch einsetzbar wird.

Abbildung 3 zeigt, dass die Verantwortung immer mehr in den Außendienst verlagert wird. Aus diesem Grund sind Weiterentwicklungen im Bereich Datenfluss, digitaler Feldplan und Online-Interaktion direkt im Feld notwendig.

Zusätzlich dazu steht auch noch die Idee im Raum, die Anzahl der im Feld für die Entstehung eines Planes beteiligten Personen weiter zu reduzieren. Aus der ursprünglichen Drei-Mann-Partie (tachymetrische Feldaufnahme ohne Codierung mit Feldskizze) über die Zwei-Mann-Partie (codierte Aufnahme ohne Feldskizze) könnte sich vielleicht eine Ein-Mann-Partie (codierte Aufnahme mit Pentop) entwickeln. Dank der automatischen Zielverfolgung ist ein derartiges Aufnahme-

verfahren technisch realisiert. Häufige Signalverluste zwischen Tachymeter und Zielpunkt auf Grund von Sichtbehinderungen, das Gewicht und der Umfang der gesamten Messausrüstung (Lotstock, Reflektor, Funkmodem, Pentop, Batterie) und der daraus resultierenden Einschränkung der Bewegungsfreiheit, die Tatsache, dass der Mensch nur zwei Hände hat, mit welchen er einerseits den Lotstock ausrichten und andererseits die Messung am Pentop auslösen soll, und der psychologische Effekt, den ganzen Tag alleine im Feld zu stehen, beeinträchtigen zurzeit noch einen praktischen Einsatz im Sinne flächendeckender Feldaufnahme. Für spezielle Anwendungen in einem begrenzten übersichtlichen Aufnahmegebiet (Absteckung am Bau) erscheint der Ein-Mann-Betrieb aber sinnvoll.

In den letzten Jahren konnte man zwei Trends verfolgen:

Bestehende Hard- und Softwarekomponenten wurden so adaptiert, dass ein feldtauglicher Einsatz mög-

lich wurde. Die Anwendung beschränkte sich darauf, entweder einen vorab bestehenden Plan einzulesen und durch Tachymeterdaten zu ergänzen oder die bei einer Neuaufnahme vermessenen Punkte lagerichtig darzustellen und nachträglich graphisch zu unterstützen (Punktverbindungen, Symbole, ...).

Diese beiden Wege entsprechen nicht unbedingt einer geodätischen Handlungsweise. Die wesentliche Anforderung besteht also darin, eine topologisch richtige, aber unmaßstäbliche Feldskizze, welche mittels Pen dem Computer mitgeteilt wird, on-line durch Messdaten schrittweise zu geometrisieren. Das Konzept, zwei verschiedenartige Zeichentätigkeiten mit ihren jeweiligen Vorteilen zu vereinen, ist sehr anspruchsvoll. Die Abbildung 4 (WUNDERLICH, 1996) soll dies noch einmal verdeutlichen.

Nicht nur die Erfassung von Daten in der Natur, sondern auch die Übertragung von Plandaten in die Natur können dem digitalen Feldplan eine wesentliche und zentrale

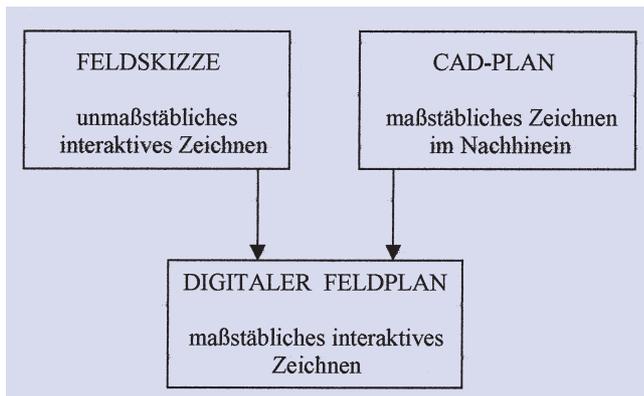


Abb. 4: Konzept eines digitalen Feldplanes

Managementposition in der Zukunft zuweisen.

Erste Versuche bei Testmessungen haben gezeigt, dass das Konzept, einen feldtauglichen Pentop-Rechner mit einem graphischen Feldinformationssystem für eine geodätische Aufnahme einzusetzen, vielversprechend erscheint. Vielversprechend bedeutet, dass weiterer Zeitaufwand für die Planerstellung im Innen- und/oder Außendienst eingespart werden kann und Kontrollmechanismen während der Feldaufnahme eine Zuverlässigkeitssteigerung bedeuten.

Vor allem die bereits im Feld möglichen visuellen und rechnerischen Kontrollen, wie z. B. Vollständigkeit (Texte, Objekte, Linien), Darstellung von Objekten und Linien (Polylinien), Rechtwinkeligkeit (Objekt) und Parallelitäten, ermöglichen es, dass die Anfertigung einer Feldskizze als analoger topologischer Nachweis nicht mehr notwendig ist. Bei einem ausschließlich codierten Aufnahmeverfahren müssen Texte (Flächenüberdeckungen, Beschriftungen, ...) nachträglich noch in das Planwerk eingefügt werden. Die Grundlage dazu ist entweder das Gedächtnis des Partieführers oder eine zusätzliche analoge Aufzeichnung.

Diesen offensichtlichen Vorteilen eines digitalen Feldplanes stehen – nach den ersten praktischen Erfahrungen – einige Nachteile gegen-

über. Das Anfertigen einer digitalen Skizze mittels Pen erfordert einige Erfahrung, vor allem beim linienweisen Zeichnen muss ein Mittelweg zwischen dem natürlichen Zittern bei einer Freihandlinie und den tatsächlich geforderten

Ecken gefunden werden. Bei einer konventionellen Aufnahme mit analoger Skizze ist es nicht entscheidend, ob diese Skizze genordet ist und der Realität sehr nahe kommt. Wesentlich ist, dass die aufgenommenen Punkte in der richtigen Reihenfolge markiert sind. Beim digitalen Feldplan hat sich gezeigt, dass es sehr ratsam ist, die Skizze in etwa lagerichtig zum Aufnahmestandpunkt anzufertigen. Bei „unüberlegt“ gezeichneten digitalen Skizzen entsteht sehr schnell ein unübersichtliches Gewirr an Linien, weil ja nicht nur die Punkte lagerichtig verschoben werden sondern auch alle daran beteiligten Linienverbindungen.

In weiteren Versuchen und Testmessungen wird die neue Generation von feldtauglichen Computern (Pentop) in Verbindung mit einem graphischen Feldinformationssystem auf ihre praktische Tauglichkeit bei der Erstellung von Lage- und Höhenplänen untersucht. Über diese Ergebnisse wird in einem folgenden Artikel berichtet werden.

Literatur

- FABIANKOWITSCH, J., JANDL, A.: Vergleich der Auswertemethoden von Naturbestandsaufnahmen, VGI, Heft 2/2001, Wien
 HELM, F.: Von der Feldskizze zum Digitalen Feldplan, VGI, Heft 4/95, Wien
 WUNDERLICH, TH.: Wege zum digitalen Feldplan. Vortrag an der TU Graz, 20. 5. 1994

WUNDERLICH, TH.: Qualitätssicherung mittels Digitalen Feldplan. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 209, Hannover 1996

Adresse des Autors:

Dipl.-Ing. Dr.
 JOHANNES FABIANKOWITSCH
 Technische Universität Wien
 Institut für Geodäsie und Geophysik
 Abteilung Angewandte Geodäsie
 und Ingenieurgeodäsie
 Gusshausstraße 27–29
 A-1040 WIEN

Zusammenfassung

Hat die gute alte Feldskizze endgültig ausgedient und wird sie durch das codierte Messverfahren vollkommen ersetzt? Die Vor- und Nachteile dieser beiden bekannten Aufnahmeverfahren zur Planerstellung werden gegenübergestellt. Als Alternative zu den bisherigen Methoden der Aufnahme wird ein feldtauglicher Rechner (Pentop) in Verbindung mit einem graphischen Informationssystem in Aussicht gestellt.

Summary

Is the good old manually drawn field sketch already obsolete? Will it be fully replaced by recording additional measuring codes during field work? The pros and contras of these two wellknown data acquisition techniques used for the production of drawings are discussed. As an alternative to these methods the use of a pentop computer equipped with a graphical information system software seems to come up.