

**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:** 80 (1982)

**Heft:** 6

**Artikel:** Interaktive Berechnungen in der Parzellarvermessung

**Autor:** Gründig, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-231165>

### **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:** 01.04.2025

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

# Interaktive Berechnungen in der Parzellarvermessung

L. Gründig

Probleme der Datenverarbeitung bei der Bestimmung von Punktkoordinaten in der Parzellarvermessung werden beleuchtet. Insbesondere werden Anforderungen an Datenhaltung und Programmsysteme bei der Auswertung von Messungen formuliert, mit dem Ziel, die Messdaten gegen ungewollte Verfälschung oder Zerstörung zu sichern und gleichzeitig die Berechnung möglichst weitgehend zu automatisieren und effizient zu machen. Als anwendungsorientiertes System wird das Programmsystem TANA (ASTAN) beschrieben und dessen Anpassung an verschiedene Aufnahme- und Auswertesituationen erläutert.

*L'auteur examine de près les problèmes du traitement de l'information en mensuration parcellaire lors de la détermination des coordonnées de points. Il exprime en particulier les exigences posées au maintien des données et aux systèmes de programmes lors de l'interprétation de mesures, dans le but de protéger ces mesures contre une altération ou une destruction involontaire, et de rendre efficient et automatiser autant que possible les calculs. En tant qu'application l'auteur décrit le logiciel TANA (ASTAN) et explique son adaptation aux différentes situations de levé et d'exploitation.*

## 1. Einleitung

Ein wesentlicher Teil der im Rahmen der Parzellarvermessungen notwendigen Berechnungen liegt in der Auswertung der Messungen, um die Koordinaten von Punkten (Grenzpunkten, Polygonpunkten, Hauseckpunkten, Geländepunkten usw.) zu bestimmen und die Ergebnisse in Form von masstabsgerechten Plänen darzustellen.

In der Vergangenheit war die rechnerische Auswertung der Feldbücher ein Engpass der Bearbeitung. Es sollte möglichst nur gemessen werden, was auch einfach ausgewertet werden konnte und leicht kontrollierbar war, ausserdem dienten überschüssige Messungen in der Parzellarvermessung nur zu Kontrollzwecken (z. B. Spannmasse usw.). Die nachfolgende Berechnung musste mit den verfügbaren Standardauswerteverfahren wie dem Polygonzug und anderen Näherungsverfahren durchgeführt werden; Rechenkontrollen und Auswerteformulare sicherten die Handrechnung. Die Ergebnisse wurden kartiert, und aus der Kartierung wurden durch grafische und halbgrafische Methoden etwa Flächen von Parzellen ermittelt.

Da der Engpass in der Berechnung lag, mussten Näherungsverfahren wegen des geringeren Rechenaufwandes einer strengen Auswertung, etwa einer Ausgleichung aller Messelemente, vorgezogen werden.

Heute spielt der erforderliche Rechenaufwand bei den verfügbaren, immer schneller werdenden Computern nicht mehr diese Rolle. Beim Einsatz von selbst registrierenden Tachymetern kann ausserdem der Feldaufwand zur Durchführung der Messungen reduziert werden. Das zeitraubende und fehleran-

fällige Notieren der gemessenen Daten entfällt. Die Anzahl der Messwerte kann grösser und damit die gegenseitige Kontrollierbarkeit der Messelemente und so die Zuverlässigkeit der Messung gesteigert werden. Mit der elektronischen Speicherung der Messelemente entstehen jedoch neue Probleme; die Verwaltung der Daten muss den Zugriff zu den Daten gut unterstützen, eine Verfälschung jedoch verhindern. Dies erfordert Programmsysteme, welche objektive und sichere Auswertungen möglich machen, um genaue und zuverlässige Ergebnisse (Koordinaten) zu erzielen.

## 2. Bearbeitungsprobleme

Messelemente auf einem elektronischen Datenspeicher abzulegen, ist nicht unproblematisch. Die Daten müssen gegen Verlust und gegen ungewollte Zerstörung und Verfälschung gesichert werden. Da die Messelemente mit unseren Sinnen allein nicht mehr erfasst werden, wird der Computer als Medium benötigt, und es besteht die Gefahr, die Messungsdaten durch Fehlbedienung des Computers zu verfälschen oder zu löschen [1].

Ein wichtiges Kommunikationselement zwischen dem Computer mit Programmsystemen und Datenverwaltung und dem Benutzer ist die Dialogmöglichkeit. Hierunter soll eine programmgesteuerte, aber dennoch flexible Unterstützung des Benutzers zur Lösung seiner Datenverarbeitungsprobleme verstanden werden. Der Bearbeiter eines Projektes, etwa einer Baulandumlegung, kann, wenn die notwendigen Programme vorhanden sind, alle anfallenden Berechnungsprobleme im Dialog mit dem Computer lösen. Es stellt

sich die Frage: welche Anforderungen müssen an den Dialog eines solchen Programmsystems gestellt werden, wenn damit Messungen ausgewertet werden sollen?

Der Projektbearbeiter wird kein Datenverarbeitungsfachmann sein, aber er kennt das zu bearbeitende Problem. Es ist seine Aufgabe, die Kontrolle über ein Programmsystem und die notwendige Datenmanipulation zu übernehmen; das Programmsystem seinerseits muss Kontrollfunktion über den Benutzer ausüben, um ein Fehlverhalten möglichst zu erkennen und um die ungewollten und unzulässigen Auswirkungen, vor allem auf die Messelemente, auszuschliessen.

Was muss bei der Konzeption solcher Programme beachtet werden? Welche Programmeinheiten sind unbedingt notwendig, und wie müssen sie konzipiert und dem Bearbeiter zur Verfügung gestellt werden?

In der Informatik gibt es Forschungsschwerpunkte, die sich mit Anforderungen an sogenannte Endbenutzersysteme und deren Entwicklung beschäftigen. Endbenutzer- oder Dialogsysteme sollen den Bearbeiter weitgehend unterstützen in der Dialogverarbeitung von Daten und die Kontrolle über die Veränderungen an den Daten übernehmen. In der Datenbankforschung erarbeitet man Hilfsmittel zur Gewährleistung von Integrität und Konsistenz bei sogenannten Änderungstransaktionen an den Daten. Es gibt schon Systeme, allerdings auf Grossrechnern, welche es erlauben, Standardsoftware und Daten, welche in einer Datenbank abgelegt sind, gemeinsam mit problemspezifischen Algorithmen, die benutzerorientiert beliebig erweitert werden können, für allgemeine Problemlösungen einzusetzen [2].

Beim Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung können wir es uns leisten, strenge Lösungsverfahren zur Auswertung der Messungen anzuwenden. Diese wirken sich auch wieder günstig auf die Messelemente selbst aus, da eine grössere Flexibilität in der Anlage der Messungen erzielt werden kann.

Die Anforderungen an den Datenfluss, die Datensicherheit und die Daten- und Programmorganisation, welche bei der Anlage von Programmsystemen zu beachten sind, sollen nun für den Fall der Auswertung von automatisch registrierten Messelementen zur Berechnung von Koordinaten in der Parzellarvermessung untersucht werden.

### 3. Auswertung von automatisch registrierten Messungen

Bei der automatischen Registrierung sei jede Messung durch eine festgelegte Zahl von Registrierungen und durch einen Code definiert. Dieser Code enthält neben der Punktinformation zusätzliche Informationen über die Art der Messwerte. Die Daten etwa einer Neuvermessung für eine Baulandumlegung oder Flurbereinigung oder eine weiträumige Polygonierung, die im Feld automatisch erfasst werden, bilden das Computerfeldbuch (s. Abb. 1). Sie werden im folgenden als Projekt bezeichnet.

Für die häusliche Auswertung werden die Daten auf die Rechenanlage über-

tragen und müssen dort sicher abgelegt werden, am besten projektbezogen in einer Datenbank. Da die Messdaten verschlüsselt sind, werden sie in einem ersten Arbeitsschritt am Computer decodiert und bereinigt. Aus Sicherheitsgründen wird eine Kopie der decodierten Daten angefertigt und möglichst auf separatem Datenträger abgelegt.

Ziel der Auswertung ist die Bestimmung der Koordinaten von Punkten. Hierfür wird man sich Auswerteverfahren, also Prozeduren wünschen, die selbständig in der Lage sind, die Koordinaten von Punkten aus den Messelementen zu bestimmen, die Hinweise geben, wo grob falsche Beobachtungen sein könnten, und die möglichst wenig

redundante Information im Beobachtungsmaterial voraussetzen oder im Dialog verlangen. Zusatzvorgaben im Dialog sind aufwendig und vor allem fehleranfällig. Im Beobachtungskonzept wird, abhängig von den örtlichen Bedingungen, ein guter Netzaufbau beachtet werden müssen; dieser soll mit Hilfe des Auswertesystems objektiv beurteilt werden können.

Bei der Koordinatenberechnung können sich Fehler im Datenmaterial zeigen (vor allem falsche Punktnummern), die eine Änderung einzelner Messelemente notwendig machen. Es kann erforderlich werden, nachzumessen oder bestimmte Messelemente zu ergänzen. Bei all diesen Änderungsmassnahmen werden die zuvor berechneten Koordinaten ungültig, die Berechnung muss wiederholt werden. Der Bearbeiter muss vom Programmsystem daran gehindert werden, Koordinaten zu entnehmen, bevor eine Neuberechnung durchgeführt wurde. Dies ist eine erste Konsistenzforderung.

### 4. Datenorganisation und Datenmanipulation

Aus der obigen Charakterisierung der Probleme lassen sich eine Reihe von Anforderungen formulieren, welche an Programmsysteme gestellt werden müssen, die den Berechnungsablauf unterstützen und gegen Fehler verschiedener Art schützen.

a) Zugriff: Da die Messdaten, welche räumlich und zeitlich zusammenhängend ausgewertet werden sollen, ein Projekt bilden, müssen sie auch projektweise gelesen werden können. Sie werden als Computerfeldbuch archiviert. Der Zugriff zu den Daten innerhalb eines Projektes muss über charakteristische Daten, etwa über die Stand- und Zielpunktnummern, erfolgen können.

b) Einheitliche Datenorganisation: Die Organisation soll nicht von einer Reihenfolge der Benutzerprogramme abhängen. Methodenbanken, die es erlauben, viele verschiedene Anwendungsprogramme über gleich organisierte Daten laufen zu lassen, erleichtern die Bearbeitung. Auch hieraus resultiert, dass ein möglichst automatischer Ablauf der Berechnung anzustreben ist. Redundante Eingaben im Dialog sind aufwendig und könnten die Konsistenz des Datenmaterials verletzen.

c) Redundante Speicherung: Eine Kopie der Messdaten eines Projektes, die auf einem separaten Datenträger abgelegt werden sollte, sichert gegen den Verlust der wertvollen Messelemente. Die Projektdaten können z.B. zusammen mit den daraus abgeleiteten Rechenergebnissen eine logische und physische Einheit, etwa auf einer Projektdiskette, bilden. Bei Verlust oder Zerstörung des Projektdatenmediums, z.B. der Platte,

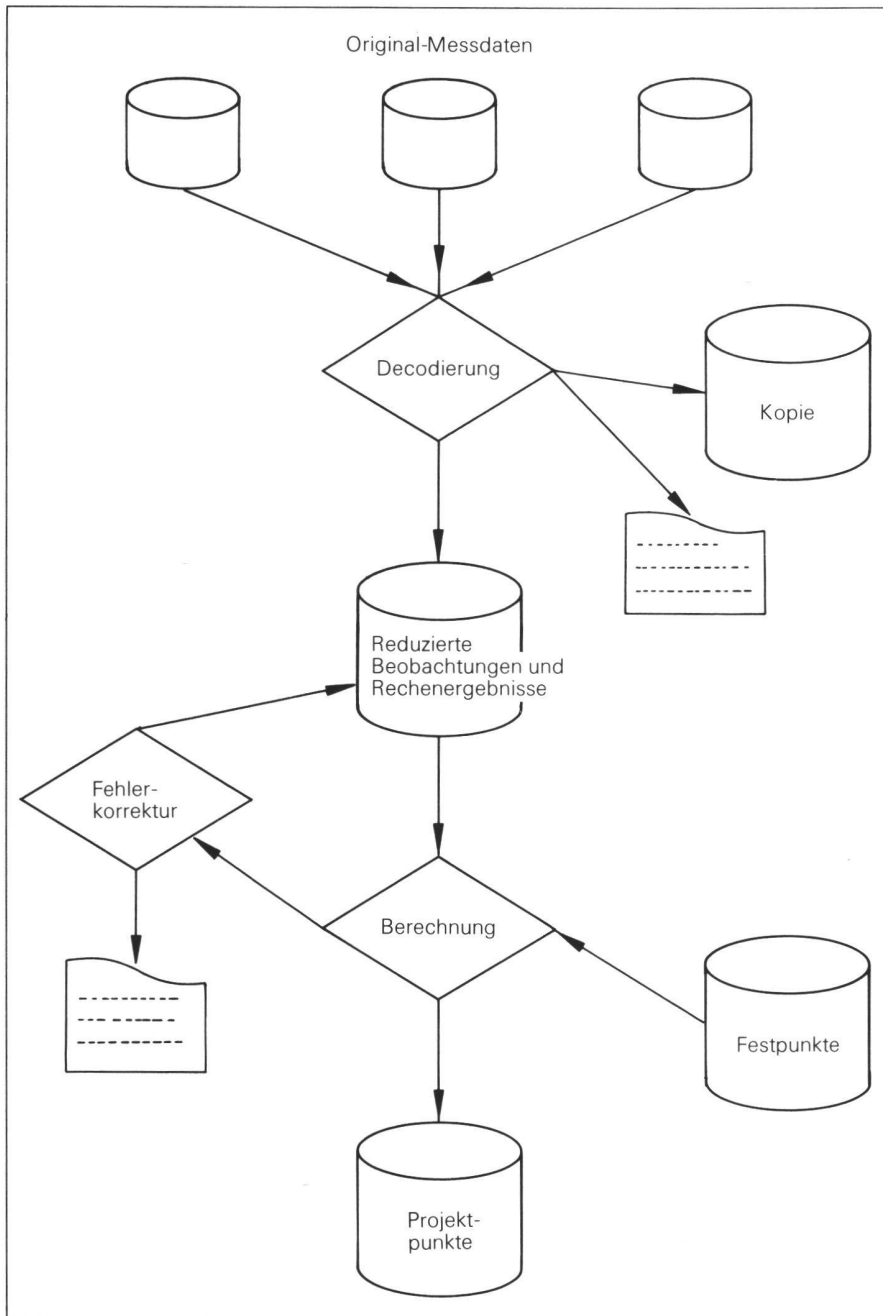


Abb. 1

bleibt die Berechnung reproduzierbar, da die Messdaten noch vorliegen und die Dokumentation der durchgeführten Änderungen noch verfügbar ist. Hieraus resultiert unmittelbar, dass möglichst wenig Änderungen und Ergänzungen an den Daten manuell vorgenommen werden und dass die Projektbearbeitung möglichst ohne viele manuelle Eingriffe erfolgen kann. Um dies zu erreichen, müssen sowohl leistungsfähige Algorithmen zur Verfügung stehen als auch knappe und nicht redundante Dialogvorgaben möglich sein.

d) Fehlerbehandlung und Konsistenz: Bei automatischer Registrierung der Messelemente im Feld können aufgrund von Zielpunktverwechslungen nach Erfahrungswerten bis zu 2% der Daten fehlerhaft sein, wobei vor allem Numerierungsfehler auftreten. Erkennbar werden die Fehler erst in verschiedenen Bearbeitungsstadien. Um Fehler möglichst frühzeitig erkennen zu können, ist es notwendig, lokale Kontrollen im Datenmaterial durchzuführen und zu beurteilen. Hierfür eignet sich z.B. die Richtungskontrolle innerhalb eines Satzes und die frühzeitige Decodierung der Messelemente. Lokal auftretende Fehler, die bei der Dekodierung erkannt werden, sollen dann auch korrigiert werden können, und zwar mit Hilfe jenes Programms, in dem diese Fehler entdeckt werden und das anschließend die Änderungen kontrolliert.

Später auftretende Fehler können nur aufgrund übergreifender Kontrollen entdeckt werden. Die Definition eines Projektes und die sukzessive Auswertung der Messungen dieses Projektes nach logischen Gesichtspunkten unterstützt konsistente Zustände des Datenbestandes. Änderungen an den Messdaten dürfen nur an einer Stelle am Projekteingang zugelassen werden. Sie werden mit Hilfe eines speziell dafür vorgesehenen Projektdatenänderungsprogramms durchgeführt, welches die Änderungen dokumentiert, da die Korrekturen eine Reihe von Berechnungsschritten wiederholt notwendig machen. Die von den geänderten Daten abhängigen, zuvor ermittelten Rechenergebnisse müssen zerstört werden, um die Konsistenz von Messdaten und Rechenergebnissen zu gewährleisten. Als Beurteilungshilfsmittel kann ausserdem z.B. eine Verwendung von STATUS-Berechnungsart, KLASSE-Punkttyp sinnvoll sein, welche zusätzlich die durch vorausgegangene Programme erfolgte Prüfung der Beobachtungen und Rechenergebnisse dokumentiert.

Für eine Weiterverwendung der Rechenwerte sind Genauigkeitsmasse, Zuverlässigkeitsmasse, Toleranzen und Informationen über die Art der Punktbestimmung und der Kontrolle wün-

schenswert, die am besten in einer Koordinatendatenbank, in welche auch Zeicheninformationen eingehen könnten, eingebracht werden.

### 5. Programmsystem TANA (ASTAN)

Das in Abbildung 1 dargestellte Ablaufschema wurde im Programmsystem TANA (ASTAN) [3] realisiert, unter Beachtung der oben formulierten Anforderungen an die Auswertung. Die einzelnen Funktionen (Teilprogramme) wurden für die Anwendung bei selbst registrierenden Tachymetern passend

dinaten aus den Messwerten – Horizontalrichtungen, Zenitdistanzen und Schrägstrecken – unter Berücksichtigung ihrer Genauigkeit und den Koordinaten gegebener Punkte.

Die Beobachtungsdaten können auch in reduzierter Form vorliegen – Horizontalrichtungen, Höhenunterschiede und Horizontalstrecken – oder im Dialog eingegeben bzw. ergänzt werden. Die dem Programmsystem zugrundeliegenden globalen Berechnungsansätze bieten ein flexibles und leistungsfähiges Hilfsmittel zur Lage- und Höhenbestimmung von Punkten.

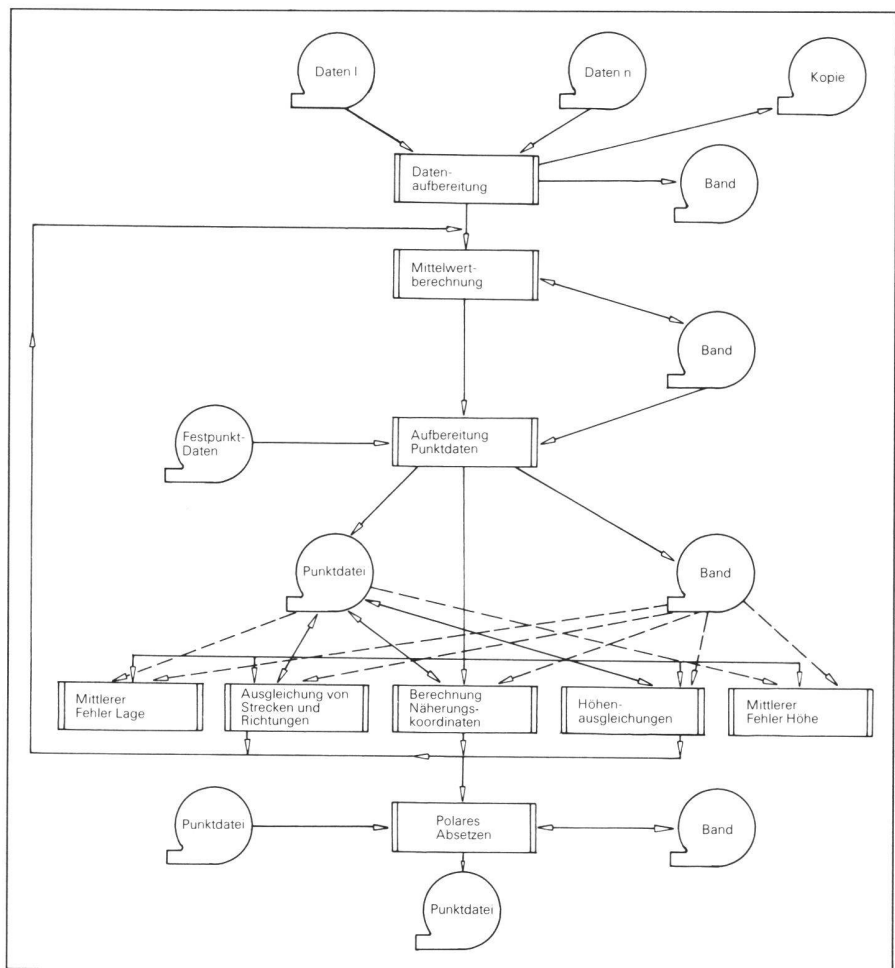


Abb. 2

gewählt. Sie sind in Abbildung 2 dargestellt und werden im folgenden detailliert beschrieben.

TANA (ASTAN) dient zur automatischen Auswertung und Analyse von Tachymeternetzbeobachtungen. Nach automatischer Datenübertragung von registrierenden elektronischen Tachymetern zu Kleinrechnern (HP9835, HP9845, DIEHLS2000) [Programmsystem TANA] oder auf grössere Rechenanlagen (PDP, SEL, VAX usw.) [Programmsystem ASTAN] erfolgt die Berechnung von Punktkoordinaten

Mit TANA (ASTAN) lassen sich u. a. folgende Probleme lösen:

- Ausgleichung beliebig kombinierter Richtungs- und Streckennetze
- Ausgleichung von Höhennetzen
- Polares Absetzen von Einzelpunkten
- Polygonnetzberechnung
- Auswertung von Polaraufnahmen in freier Stationierung
- Bestimmung von Näherungskoordinaten
- Zentrierberechnungen
- Auswertung von Doppelaufnahmen.

## 6. Beschreibung der Teilprogramme von TANA (ASTAN)

Im ersten Programmabschnitt DATAUF erfolgt zugleich mit der Decodierung und Bereinigung der Messdaten eine eventuell notwendige Stand- und Zielpunktzentrierung und eine Reduktion der horizontalen Strecken auf den Horizont der jeweiligen Standpunkte. Die Beobachtungen werden satzweise reduziert und geprüft. Änderungen und Ergänzungen, die im Dialog vorgenommen werden können, werden dokumentiert und erneut überprüft.

Im zweiten Programmschritt MITTEL werden die reduzierten Daten, die nun für ein Projekt vollständig vorliegen, standpunktweise beurteilt. Dazu werden die Richtungen auf jedem Standpunkt vereinigt (vollständige und unvollständige Richtungssätze) und Strecken bzw. Höhenunterschiede gemittelt und die Abweichungen ausgewiesen. Beobachtungsfehler oder Identifizierungsfehler, die sich im Verlauf der Projektbearbeitung zeigen, können nur hier dialogunterstützt korrigiert werden.

Unabhängig von einer vorzugebenden Folge der Beobachtungselemente wird es möglich, alle Punkte eines geodätischen Netzes simultan zu bestimmen und zu beurteilen. Im Programmschritt PKTAUF werden hierzu die auszugleichenden Beobachtungen und Punkte von den nicht überbestimmten bzw. von den nicht in der Ausgleichung gewünschten Daten getrennt.

Die Ausgleichungs- und Beurteilungsprogramme der folgenden Stufe können beliebig nacheinander ablaufen. Mit NAEHER können z.B. automatisch Näherungskordinaten für eine Lageausgleichung bestimmt und Fehler im Beobachtungsmaterial gefunden werden.

Die letzte Stufe der Bearbeitung ist die Bestimmung der nicht ausgeglichenen Punkte in POLAR (polares Absetzen), einschliesslich der gegebenenfalls notwendig werdenden Mittelung mehrfach bestimmter Punkte.

## 7. Auswirkungen auf die Messungsanlage und Projektbearbeitung

Es erweist sich als vorteilhaft für einen wirtschaftlichen Einsatz der elektronischen Tachymeter, dass das Auswertesystem keine speziellen Voraussetzungen an das Beobachtungskonzept stellt, da der Berechnung, abgesehen von der Decodierung und Zusammenstellung der Messungen eines Projektes, kein hierarchischer Ablauf zugrundeliegt.

Der Beobachter ist bei der Messung völlig frei in der Wahl der Standpunkte und der Verknüpfungspunkte und kann sich den örtlichen Gegebenheiten bei der Feldarbeit gut anpassen. Abbildung 3 zeigt eine mögliche Aufnahmesitua-

tion. Zur Kennzeichnung der frei gewählten Standpunkte in Abbildung 3 sind die von jedem Standpunkt ausgehenden Beobachtungen (Richtungs- und Streckenbeobachtungen) nur dann mit dem Zielpunkt voll verbunden, wenn gegenseitige Richtungs- und Streckenbeobachtungen vorliegen.

Der Bearbeiter wird durch die automatisierten Berechnungsschritte entlastet. Dies erleichtert ihm die Lösung seiner Probleme, macht diese Lösung sicherer und erlaubt eine objektive Beurteilung. Beschränkungen in der Bearbeitung wurden hingenommen zugunsten des

Bearbeitung, die eingebauten Kontrollen und vor allem die Fehlersuchalgorithmen des Systems bewährt. Durch den weitgehend automatischen Berechnungsablauf wird der Bearbeiter von redundanten Eingaben entlastet. Das Programmsystem ist somit ein ideales Hilfsmittel zur Bestimmung der Koordinaten von Punkten aus anfallenden Messelementen bei Katastervermessungen, Flurbereinigung, Leitungskataster usw. Das in Abbildung 3 dargestellte Netz konnte, einschliesslich Datenaufbereitung und der Berechnung von ca. 300 (nicht eingezeichneten) Polar-

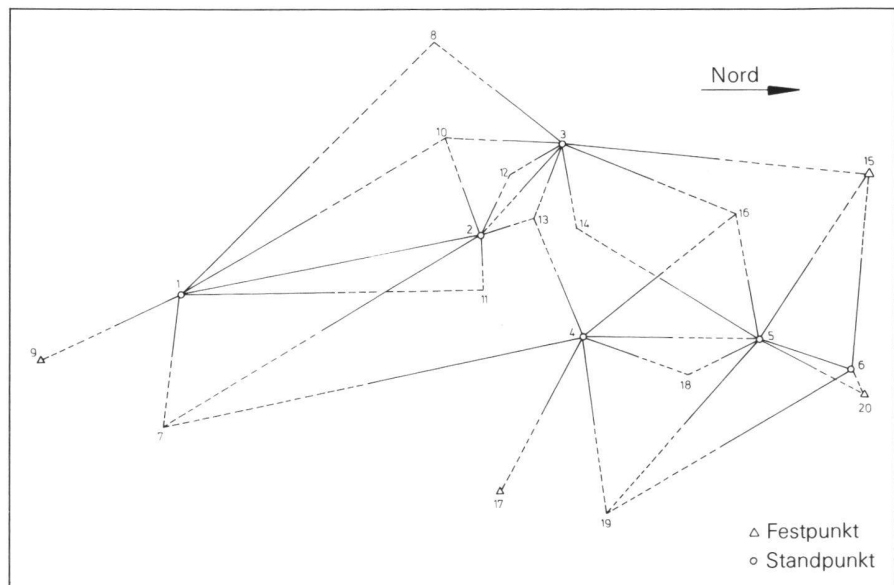


Abb. 3

Bearbeitungskomforts und der Sicherheit. So wurde bisher auf die Vergabemöglichkeit von Einzelgewichten bei den Beobachtungen verzichtet. Ein streckenabhängiger und geräteabhängiger Anteil des mittleren Fehlers kann z.B. bei Richtungsbeobachtungen vom Bearbeiter gewählt werden. Hieraus werden vom Programmsystem Einzelgewichte der auszugleichenden Beobachtungen berechnet. Da eine vom Bearbeiter gewählte gezielte Vergabe von Einzelgewichten leicht zu verfälschten Ergebnissen führen kann, wird diese Programmvorgabe erschwert. Sie ist nur möglich durch mehrfache Eingabe der entsprechenden Beobachtung, die dann auch so dokumentiert ist. Hier kann der praktische Einsatz des Systems gegebenenfalls zusätzliche Anpassungen wünschenswert werden lassen.

## 8. Erfahrungen

Beim bisherigen Einsatz von TANA (ASTAN) haben sich der automatische Datenfluss, die grosse Flexibilität in der

punkten, in ca. 50 Minuten am Kleinrechner ausgewertet werden. Selbst wenn aufgrund von Fehlern im Datenmaterial eine vielleicht zweimalige Wiederholung bestimmter Rechenabschnitte notwendig werden sollte, so ist der erforderliche Zeitaufwand zur Auswertung sicher kleiner als bei herkömmlicher Berechnung, und das Ergebnis ist ausserdem objektiv beurteilbar.

### Literatur:

- [1] R. Conzett: Thesen zu einem EDV-Konzept für das Vermessungswesen. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 9/81.
- [2] R. Erbe et al.: Integrated data analysis and management for the problem solving environment. Information Systems, Vol. 5. pp. 273-285, 1980.
- [3] L. Gründig: Programmsystem TANA zur Tachymeternetzgleichung. VIII. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung, Zürich 1980.

Adresse des Verfassers:

Dr.-Ing. Lothar Gründig  
Institut für Anwendungen der Geodäsie  
im Bauwesen, Universität Stuttgart,  
Keplerstrasse 10, D-7 Stuttgart 1