

Paper-ID: VGI\_197312



## Der reduzierende Distomat WILD DI 3

Paul Hörmannsdorfer <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich-Schmidtplatz 3*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **61** (3), S. 83–89

1973

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

```
@ARTICLE{Hoermannsdorfer_VGI_197312,  
Title = {Der reduzierende Distomat WILD DI 3},  
Author = {H{\o}rmannsdorfer, Paul},  
Journal = {{\O}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {83--89},  
Number = {3},  
Year = {1973},  
Volume = {61}  
}
```



## Der reduzierende Distomat WILD DI 3

Neue Wege der Detailvermessung

Von *Paul Hörmannsdorfer*, Wien

Die steigenden Anforderungen an den Kataster und der wachsende Bedarf an aktuellen Planungsunterlagen zwingen zur Entwicklung von immer moderneren Aufnahmetechniken und Instrumenten, sowohl für die terrestrische Detailvermessung als auch für die Photogrammetrie. Da besonders in den Städten die konventionellen Meßmethoden, wegen der starken Behinderung durch den Verkehr, für die Aufnahme möglichst vieler Detailpunkte von einem Standpunkt und auch zur Messung von Polygonzügen versagen, ist man bereits seit Jahren zum Einsatz elektronischer Streckenmeßgeräte übergegangen, die sich, nach unseren langjährigen Erfahrungen, außerordentlich gut bewähren. Die Verbindung mit einem leistungsfähigen Theodolit (als „kombiniertes“ Gerät) hat hier, zusammen mit seiner Reichweite und Genauigkeit, dem Distomat DI 10 zu einem entscheidenden Durchbruch verholfen.

Im Hinblick auf die explosive Entwicklung der Elektronik können aber heute an die Instrumente für die Katastervermessung und die Tachymetrie noch wesentlich weiterreichende Forderungen als bisher gestellt werden.

Außer der ausreichenden Genauigkeit der Strecken- und Winkelmessung und erhöhter Reichweite fordert eine rationelle Aufnahmetechnik die Erfüllung folgender Punkte:

- 1) Winkel- und Streckenmessung sollen gleichzeitig ablaufen, („gerätemäßige Integration“),
- 2) automatisches Streckenmeßprogramm,
- 3) Unterbrechung des Streckenmeßvorganges bei Strahlunterbrechung,
- 4) möglichst einfache Bedienung bei übersichtlicher Anordnung der Bedienungselemente,
- 5) Digitale Anzeige der Strecken (und Winkel) und
- 6) selbstverständlich: rascher Messungsablauf, geringes Gewicht, Theodolit mit automatischem Höhenindex.

Nur bei Erfüllung dieser Voraussetzungen oder Forderungen ist der den heutigen Verhältnissen entsprechende rationelle Einsatz gegeben, wobei für viele Bereiche des Katasters auch noch die Reduktion der gemessenen Schrägstrecken erwünscht ist.

Der Wunsch nach automatischer Registrierung der Aufnahmedaten ist dagegen noch umstritten und bedeutet zudem eine nicht unerhebliche Kostenerhöhung.

Dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wurde im Mai 1973 von der Firma WILD Heerbrugg A. G. ein Prototyp des Infrarot-Distanzmessers Distomat WILD DI 3 für eine Erprobung zur Verfügung gestellt, die sowohl die Erfüllung der aufgezeigten Voraussetzungen als auch die Brauchbarkeit des Gerätes im Stadtgebiet und seine Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen sollte. Der nun folgende Bericht über die Testergebnisse beinhaltet zwangsläufig noch einmal die wichtigsten Funktionsmerkmale des Gerätes, setzt jedoch die Kenntnis der Bedienungsanleitung voraus.

### *Funktionsprinzip des DISTOMAT WILD DI 3*

Der DI 3 verwendet als Trägerwelle, wie die meisten elektronischen Tachymeter, die infrarote Strahlung einer Gallium-Arsenid-Luminiszenzdiode. (Siehe auch ZEISS SM 11, KERN DM 1000 und andere.) Die Strahlungsintensität wird durch Variieren des Speisestromes amplitudenmoduliert. Als Empfänger dient eine Silizium-Photodiode. Die beiden Modulationsfrequenzen (7,5 MHz und 75 kHz) entsprechen Maßeinheiten von 20 m im Feinmaßstab bzw. 2000 m im Grobmaßstab. Die Reichweite beträgt, gemäß Werkangabe, mit dem Einprismen-Reflektor bei mittleren atmosphärischen Verhältnissen mindestens 300 m. Erfahrungsgemäß wird man daher bei günstigen Verhältnissen auch größere Zielweiten erreichen.

Die Phasendifferenzen zwischen ausgesendeter und reflektierter Welle werden durch Zählen von Impulsen eines Quarzoszillators digital gemessen. Beim Nulldurchgang des Referenzsignals wird ein Tor geöffnet und beim Nulldurchgang des reflektierten Signals geschlossen. Während der Öffnungsdauer gelangen die Zählimpulse durch das Tor auf den Zähler. Da sowohl die Zählfrequenz als auch die Modulationsfrequenz vom gleichen Quarzgenerator abgeleitet werden, entfallen bezüglich der Phasenmessung auch sämtliche Eichprobleme.

### *Aufbau des Gerätes*

Der DI 3 besteht aus einem auf ein Theodolitfernrohr aufsetzbaren Zielkopf, einem Meßteil und einer 12 V-NiCd-Batterie.

Der Zielkopf (ähnlich dem DI 10) kann auf die Theodolite T 1A, T 1, T 16 oder T 2 aufgesetzt werden und enthält neben den Dioden zwei servogesteuerte Schalter zum Einschalten der inneren Eichstrecke bzw. zum Vorschalten von 2 Graufiltern zur Abschwächung des Empfangssignals auf eine feste Signal-Grenzstärke, die Objektiv und ein Richtglas zum Grobzielen.

Der Meßteil enthält unter anderem den Phasenmesser, den Rechner, die digitale Anzeige und alle Bedienungselemente. (Siehe Abbildung.)

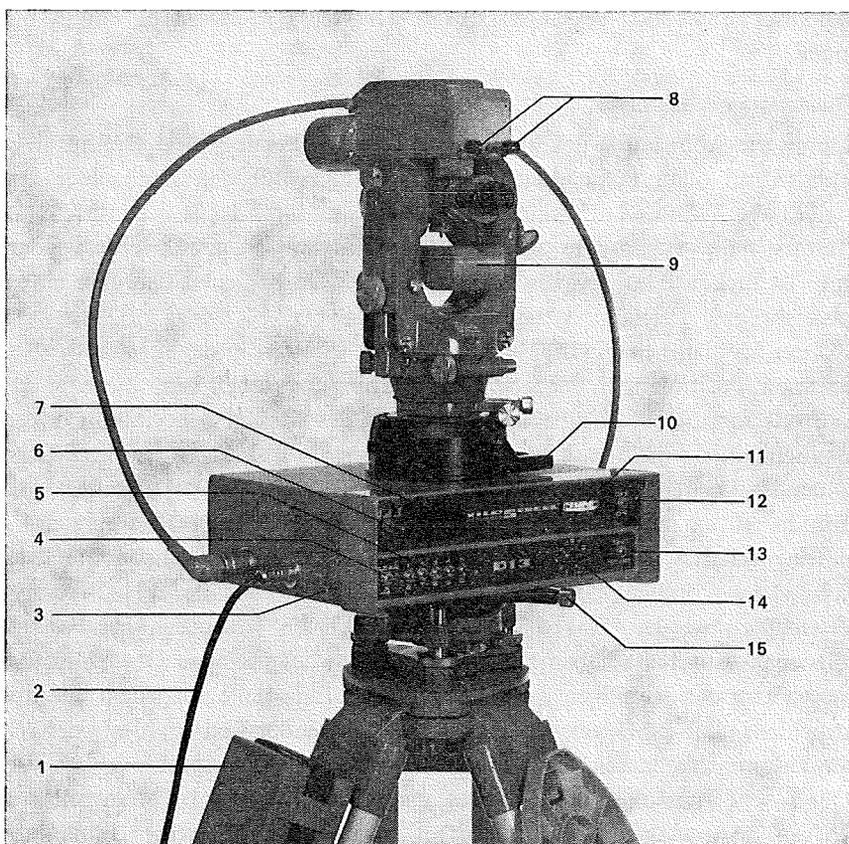
### *Messungsablauf*

Wird nach Einschalten des Gerätes und Anzielen des Reflektors die Starttaste gedrückt, läuft das Meßprogramm automatisch ab:

1. Messung und gegebenenfalls Regelung der Signalstärke auf ein optimales Empfangssignal. Auch bei kurzen Strecken ist keine Übersteuerung des Gerätes möglich. Bei zu schwachem Signal schaltet das Gerät selbsttätig ab.  
Dann
2. 100 Feinmessungen über die interne Eichstrecke,
3. 1000 Feinmessungen über die Meßstrecke,
4. 100 Feinmessungen über die interne Eichstrecke,
5. 100 Grobmessungen über die interne Eichstrecke,
6. 500 Grobmessungen über die Meßstrecke,
7. Multiplikation mit dem vorher eingestellten Maßstabsfaktor und gegebenenfalls Umrechnung in Fuß und
8. Anzeige der Schrägentfernung oder Befehlscode: „Winkel eingeben!“

Es entfällt daher nicht nur die manuelle elektronische Feinausrichtung des Gerätes, sondern auch die Einstellung des Calibrierungs- und Startwertes.

Der Wahlschalter für den Maßstabsfaktor berücksichtigt die Reduktionen wegen Temperatur, Luftdruck, Netzmaßstab und die konforme Reduktion. Alle gewünschten Reduktionen können im vorhinein für einen Tag oder für ein bestimmtes Arbeitsgebiet berechnet und laut Diagramm auf dem Wahlschalter eingestellt werden. Das Intervall der Schalterstellungen entspricht 3 mm pro 100 m, was für die kurzen



Distomat Wild DI3 mit Wild T1A

- |   |  |    |  |
|---|--|----|--|
| 1 | Batterie   |    | GaAs-Leuchtdioden (LED)  |
| 2 | Batteriekabel  | 8  | Klemmhebel zum Arretieren des Zielkopfes   |
| 3 | Wahlschalter Meter - Fuss, Altgrad - Neugrad   | 9  | Gegengewicht   |
| 4 | ◁/CLEAR-Taste zum Eingeben des angezeigten Vertikalwinkels in den Rechner sowie zum Löschen der Anzeige eines falsch eingetasteten Winkels | 10 | Messteil-Traggriff   |
| 5 | Kipphebel zum Eintasten des Vertikalwinkels in die Anzeige   | 11 | Galvanometer zur Anzeige des Empfangssignals oder der Batteriespannung   |
| 6 | Wahlschalter für Schrägdistanz $\triangleleft$ , Horizontaldistanz $\triangleleft$ und Höhenunterschied $\triangleleft$                    | 12 | Hauptschalter ON / OFF   |
| 7 | Anzeige sechsstellig, durch  | 13 | START/TEST-Taste zum Auslösen der Distanzmessung sowie zum Testen der Batteriespannung und der Anzeigeelemente |
|   |  | 14 | Maßstabschalter  |
|   |  | 15 | Messteil-Klemme  |

Distanzen völlig ausreicht. Will man bei längeren Strecken die Reduktionen rechnerisch anbringen, ist der Schalter auf 6 (1,00000) zu stellen.

#### *Unterbrechung des Meßvorganges*

Bei Strahlunterbrechung durch den Verkehr u. ä. wird auch der Meßvorgang unterbrochen; er läuft bei freier Sicht weiter ab. 100 m-Fehler können nicht auftreten. Nach beendeter Streckenmessung schaltet das Gerät den Meßstrahl automatisch ab und auf der digitalen Anzeige bleibt die gemessene Schrägdistanz bzw. der Befehlscode: Winkel eingeben! stehen. Der reine Meßvorgang dauert nur 10 Sekunden.

#### *Bedienung des Gerätes*

Durch die Anordnung des Meßteiles zwischen Theodolit und Dreifuß liegt die Frontplatte mit allen Bedienungselementen in einer für den Beobachter äußerst günstigen Lage. Während der Ablesung der Richtung läuft der Strecken-Meßvorgang ab. Damit ist die gewünschte „gerätemäßige“ Integration gewährleistet. Jeder Beobachter ist in kürzester Zeit imstande, das Gerät zu bedienen und eine maximale Arbeitsleistung zu erzielen.

Da der Meßteil beliebig drehbar ist, steht er jederzeit in der für den Beobachter gewünschten Position, bei der auch die Verbindungskabel zum Zielkopf keinen Zug auf das Instrument ausüben. Die Drehung des Meßteiles beeinflusst dabei den Theodolit nicht, da dieser mit dem Dreifuß über die fixe Achse des Meßteiles fest verbunden ist. Die Anordnung der verschiedenen Teile des Gerätes erfordert lediglich eine um ca. 10 cm niedrigere Stativaufstellung. Durch die Beibehaltung des Baukastenprinzipes des DI 10 ist die Adaptierung vorhandener Theodolite jederzeit möglich; ebenso braucht eine bereits zur Verfügung stehende WILD-Ausrüstung nur ergänzt zu werden, was die Anschaffungskosten wesentlich herabsetzt. Die verschiedenen Einzelteile haben zudem den Vorteil des geringen Gewichtes für den Transport. Um den jeweiligen Zusammenbau der Einzelteile auf jedem Standpunkt zu vermeiden, kann ein spezielles Tragegestell verwendet werden, das einen Transport im zusammengebauten Zustand über kürzere Strecken erlaubt.

Der rasche Messungsablauf erlaubt auch ungeübten Beobachtern selbst unter schwierigen Bedingungen, wie im Stadtverkehr, ohne weiteres die Aufnahme von mindestens 300 Detailpunkten pro Tag. Die Aufnahme eines Detailpunktes erfordert einschließlich der Aufschreibung ca. 40 Sekunden. Für einen rationellen Einsatz ist daher die Verwendung von mindestens 2 Reflektoren empfehlenswert.

Die *digitale Anzeige* durch rote GaAs-Leuchtdioden (LED) mit 6 Stellen, Kommaanzeige und Vorzeichenangabe für den Höhenunterschied ist einfach und übersichtlich. Sie kann auch unter ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen leicht und rasch abgelesen werden. Mit einem seitlich angebrachten Schalter kann wahlweise auf Altgrad bzw. Fuß umgeschaltet werden.

#### *Automatischer Höhenindex*

Für die Verwendung des DI 3 kann, wie schon erwähnt, jeder beliebige Wild-Theodolit adaptiert werden, jedoch ist für einen rationellen Einsatz des Gerätes der T 1A mit automatischer Kollimation unbedingt empfehlenswert. Besonders bei

umfangreichen Arbeiten mit vorwiegend kürzeren Strecken bringt das Einspielen der Höhenlibelle, auch wenn dies nicht bei jeder Zielung erforderlich ist, eine Verzögerung mit sich.

#### *Streckenreduktion und Berechnung des Höhenunterschiedes*

Durch eine einfache und raumsparende 5-Hebel-Schaltung kann der Vertikalwinkel in den Rechner eingegeben und angezeigt werden. Durch einen Hebeldruck wird dann sofort die horizontale Entfernung oder der Höhenunterschied angezeigt. Fehlerhaft eingegebene Winkel können gelöscht und neu eingegeben werden. Die Instrumentenhöhe ist auf dem Stockreflektor einstellbar und braucht nicht berücksichtigt zu werden.

Ob die Streckenreduktion durchgeführt wird oder nicht, bleibt dem Beobachter überlassen und hängt selbstverständlich von dem Programm der zur Verfügung stehenden Büro-Rechenanlage ab. Für Kataster- u. Fortführungsmessungen, besonders aber bei Absteckungen bietet die Reduktion auf dem Feld entscheidende Vorteile.

Beim Rechner des Meßteiles erscheint ein Ausbau seiner Programme so denkbar, daß auch beliebige Strecken eingetastet werden könnten, womit der erste Schritt zur direkten Koordinatenberechnung von Detailpunkten getan wäre.

#### *Genauigkeit der Streckenmessung*

Die von der Firma WILD Heerbrugg angegebene Genauigkeit der Streckenmessung von  $\pm 5$  mm konnte durch Vergleichsmessungen auf der Prüfbasis im Wiener Prater und durch Vergleich mit einigen mit dem DI 10 gemessenen Strecken bestätigt werden. Diese Genauigkeit ist selbstverständlich bei Verwendung eines Theodolit T 2, auch für die Messung von Präzisionspolygonzügen völlig ausreichend.

Von wesentlich größerem Interesse scheinen die Ergebnisse der praktischen Erprobung im Stadtverkehr bei Verwendung der Stockreflektoren zu sein. Es darf hier bereits vorweggenommen werden, daß durch den Einsatz des DI 3 eine der Triangulierungsabteilung gestellte Aufgabe in kürzester Zeit bewältigt werden konnte.

Diese Aufgabe, eine terrestrische *Detailvermessung* größeren Umfanges, dient der Erstellung von Grundlagen bzw. Unterlagen für eine Genauigkeitsuntersuchung der photogrammetrischen Auswertung von Katasterbildflügen im Stadtgebiet für die Maßstäbe 1:1500, 1:2500 und 1:4000 (Flughöhen: 450 m, 750 m, 1300 m. Kamera: WILD RC 10,  $f = 30$  cm).

Für diese im Mai 1973 in Wien durchgeführten Versuchsflüge waren von der Triangulierungsabteilung 250 *Paßpunkte* zu bestimmen. Hiezu standen aus dem Festpunktfeld Wien 1970 14 Festpunkte als Ausgangspunkte zur Verfügung. Nach entsprechender Vorbereitung konnte in 15 Arbeitstagen die Messung eines Rahmen-Polygons und die doppelte polare Bestimmung der innerhalb dieses Polygons liegenden Paßpunkte abgeschlossen werden. Die Ausgleichung des Rahmenpolygons erfolgte in 2 Gruppen mit je 25 Punkten und zusammen 130 gemessenen Strecken und ergab einen durchschnittlichen mittleren Punktlagefehler von  $M = \pm 8$  mm (von 4 bis 11 mm). Aus den doppelt polar berechneten Paßpunktkoordinaten resultieren lineare Abweichungen von 0–45 mm, wobei einzelne größere auftretende Differenzen durch

Nachmessungen bzw. Sperrmaße noch verbessert werden konnten. Aus der durchschnittlichen linearen Differenz von 15 mm, wurde nach Mittelung der Koordinaten ein mittlerer Punktlagefehler von  $M = \pm 1$  cm errechnet.

Der mittlere Fehler der ausgeglichenen trigonometrischen Höhen liegt unter 1 cm.

Im Anschluß an die Paßpunktmessung wurde eine Detailaufnahme mit 2818 *Detailpunkten* durchgeführt, deren Auswahl in den 6 vorliegenden Bildmodellen eine repräsentative Anzahl von Punkten verschiedener Genauigkeitsstufen der photogrammetrischen Auswertung ergibt. Dank des zur Verfügung gestellten Distomat DI 3 konnte diese Arbeit in nur 11 Arbeitstagen bewältigt werden. Gleichzeitig konnten während dieser Zeit einige Beamte anderer Abteilungen am Gerät eingeschult werden und praktische Messungen durchführen.

Der folgende Personalaufwand hat sich bei der Detailvermessung zur Beschleunigung des Arbeitsfortschrittes als zweckmäßig erwiesen:

- 1 Truppführer mit Funkgerät f. d. Leitung und Skizzenführung,
- 1 Beobachter, 1 Meßhelfer als Protokollführer mit Funkgerät,
- 2–3 Meßhelfer mit den Stockreflektoren,
- 1 Kraftfahrer, gleichzeitig für die Sicherung im Straßenverkehr.

Auf Grund des Funktionsprinzipes der Streckenmessung des Distomat DI 3 und der sehr kurzen Dauer des Meßvorganges war auch die Behinderung durch den starken Verkehr nicht wesentlich, wie die Kürze der Arbeitsdauer beweist. Wegen der gewünschten rigorosen Erprobung lagen die Feldarbeitsstunden zudem in der verkehrsstärksten Zeit von 8 bis 17 Uhr. Besonders verkehrsarme Zeiten, Samstage und Sonntage wurden nicht in die Arbeitszeit einbezogen. Unter diesen Umständen beweist die Kürze der Arbeitszeit allein schon die Überlegenheit der elektronischen Tachymetrie. Mit konservativen Meßmethoden und -mitteln ist unter den gegebenen Verhältnissen eine Detailvermessung kaum mehr durchführbar.

Eine *Fehleruntersuchung* der elektronisch ausgewerteten Ergebnisse zeigt folgendes:

Aus den unter Verwendung des Stockreflektors gemessenen Kontrollstrecken ergibt sich ein mittlerer Streckenfehler von  $\pm 12$  mm, was vorerst nur auf die Unsicherheit der Reflektoraufstellung schließen läßt.

Die Differenzen zwischen den aus Koordinaten gerechneten Strecken und den gemessenen Sperrmaßen zeigen eine mittlere Abweichung von  $\pm 28$  mm.

Schließlich wurden noch die doppelt polar aufgenommenen Grenzpunkte gemittelt und aus den verbleibenden Verbesserungen (im Durchschnitt  $\pm 2$  cm) ein durchschnittlicher *mittlerer Punktlagefehler* von  $M = \pm 27$  mm errechnet. Diese Lagegenauigkeit der Detailpunkte liegt noch weit unter der geforderten Genauigkeit für Grenzpunkte und Einschaltpunkte.

#### *Zusammenfassung:*

Durch die Erfüllung aller anfangs gestellten Forderungen entspricht der Distomat WILD DI 3 rein funktionell den Voraussetzungen für eine moderne und rationelle Aufnahmetechnik. Die einfache und rasche Bedienung läßt keine Wünsche offen und ermöglicht selbst ungeschulten Beobachtern die Bewältigung umfangreicher Arbeitsaufgaben in kürzester Zeit. Durch sein Funktionsprinzip sind auch weitgehend die

Behinderungen durch den Stadtverkehr ausgeschaltet. Zusätzlich bietet das Gerät die Möglichkeit zur Reduktion der Strecken und zur direkten Berechnung der Höhenunterschiede.

Über die Vor- und Nachteile des Baukastenprinzipes kann man vielleicht geteilter Meinung sein, doch ist die Möglichkeit des Austausches bzw. der Verwendung bereits vorhandener Ausrüstungsgegenstände wie Theodolite, Reflektoren, Stative und Zwangszentrierungen und die damit gegebene Verbilligung, nicht zuletzt auch das Gewicht der verschiedenen Geräteteile sicher für die gesamte Konzeption ausschlaggebend gewesen.

Bei der praktischen Erprobung wurde nicht nur die Verwendbarkeit im Stadtgebiet bei stärkstem Verkehr unter Beweis gestellt, sondern vor allem eine Genauigkeit erreicht, die den Anforderungen bei einem Minimum an Zeitaufwand völlig entspricht.

Auf dem Wege zur rein elektronischen Tachymetrie bzw. Detailvermessung kann der Distomat WILD DI 3 als richtungweisend für die laufende und künftige Entwicklung angesehen werden.

#### *Literaturhinweis:*

*Aschauer H.:* Drei Jahre elektronische Tachymetrie in der Bayerischen Vermessungsverwaltung. Mitteilungen d. DVW., Landesverein Bayern, München 1972, Heft 4, S. 246–259.

*Straßer, G.:* Der reduzierende Distomat DI 3 und einige Bemerkungen zur Aufnahmetechnik. ZfV, 98 (1973), Heft 8, S. 356–362.

*WILD Heerbrugg AG.:* Gebrauchsanweisung des Infrarot-Distanzmessers Distomat WILD DI 3.

## **Aufgaben der mathematischen und numerischen Geodäsie**

(Teilwiedergabe der Antrittsvorlesung von o. Prof. *Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter Meissl* am 24. Mai 1973 an der Technischen Hochschule in Graz)

### *1. Der Fluß geodätischer Information*

Die Geodäsie ist eine Wissenschaft mit einer sehr scharf formulierten Aufgabe. Ihre Aufgabe ist, Information über die Gestalt der Erdoberfläche und der äußeren Niveaufläche des Schwerepotentials zu vermitteln.

Am Anfang des geodätischen Informationsflusses steht die Messung. Messen ist ein physikalischer Vorgang, daher ist die Physik eines der Fundamente der Geodäsie.

In der Form direkter Meßresultate ist geodätische Information für den Verbraucher ungeeignet. Die Meßdaten müssen verarbeitet werden. Die Verarbeitung vollzieht sich meist in Form numerischer Rechnungen anhand mathematischer Modelle. Hier liegen die Aufgaben der mathematischen und numerischen Geodäsie. Sie ist dafür verantwortlich, daß die verwendeten mathematischen Modelle gut sind und daß die numerischen Algorithmen sowohl ökonomisch als auch stabil, d. h. unempfindlich gegenüber störenden Einflüssen wie z. B. Rundungsfehlern, sind. Natürlich werden umfangreiche Zahlenrechnungen einem Computer anvertraut.

Nach ihrer Verarbeitung muß die geodätische Information verteilt werden. Bei der Verteilung wurde bisher hauptsächlich Papier als Datenträger verwendet.