

Inventarisierung des Instrumentariums

Gruppierung in Typen und Bauformen

Die Inventarisierung erfordert eine Gruppierung des Instrumentariums in einzelne Typen und Bauformen. Anhand von Beschreibungen der wesentlichen Merkmale der Gruppen kann man sich im Inventar auch ohne enge Vertrautheit mit der vermessungstechnischen Begriffswelt zurechtfinden.

Bevor Computer und Elektronik die vermessungstechnische Arbeit bestimmten, schlug das Herz der Vermessungsfachleute für das Feldinstrumentarium. Hier fühlten sie sich dem Wesentlichen ihrer Arbeit nahe. Doch darf bei aller Bewunderung für die Messinstrumente nicht vergessen werden, dass auch das Büroinstrumentarium technischen Scharfsinn verkörpert. Wie das Feldinstrumentarium ist es wert bewahrt und inventarisiert zu werden. Ebenso wichtig ist die Inventarisierung der Photogrammetrie.

Um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert begann eine Phase intensiver Versuche mit dem Ziel, photographische Stereobilder des Geländes zu benützen, um mit besonderen, verglichen mit den Feldinstrumenten viel voluminöseren Auswertegeräten die Topographie und die Bodenbedeckung zu kartieren. Daraus entstand die Photogrammetrie, die im 20. Jahrhundert zur Arbeitsmethode für die Erstellung topographischer Karten schlechthin wurde. Wegen den organisatorisch hohen Anforderungen einer photogrammetrischen Vermessung und wegen der nicht einfach zu durchschauenden Funktion der Auswertegeräte war die Photogrammetrie immer von einem Schleier des Besonderen umgeben, den die Adepten der Methode je nach Bedarf lüfteten oder herunterzogen.

Ausser ihrer Domäne, der Geländeaufnahme, spielte die Photogrammetrie in der hiesigen von der Polaraufnahme (Doppelbild-Tachymeter, elektronische Distanzmesser) beherrschten Grundbuchvermessung wegen des komplexen, die Zusammenarbeit mit spezialisierten Unternehmen (Flugdienst, Photogrammeterbureaux) erfordernden Arbeitsprozesses eine zwar wichtige Rolle, aber ihren Platz musste sie immer wieder erkämpfen. Das von der Eidgenössischen Vermessungsdirektion befolgte Prinzip der Methodenfreiheit für die Ausführung von Vermessungsarbeiten ermöglichte der Photogrammetrie in Gebiete vorzudringen, die ehemals als der Polaraufnahme vorbehalten betrachtet wurden, so etwa das Instruktionsgebiet III der Grundbuchvermessung oder Spezialgebiete wie die Aufnahme von Kläranlagen und Rangierbahnhöfen.

1 Instrumente für den Feldgebrauch

1.1 Nivellierinstrumente

Instrumente zur Messung von Höhenunterschieden. Nivellierinstrumente verfügen über eine Zielvorrichtung (Diopter, Fernrohr etc.), die rechtwinklig zur Lotlinie im Instrumentenstandpunkt ausgerichtet werden kann. Aus Ablesungen an einer Messlatte im Zielpunkt werden Höhenunterschiede berechnet.

Messausrüstung

Nivellierinstrument, Stativ, Messlatte.

Die Messlatte ist integrierender Bestandteil der Messausrüstung; ohne Messlatte sind keine Nivellements möglich. Für genaue Nivellements: Messlatten aus Invar.

- 1.1.1 Libellen-Nivelliere mit manueller Ausrichtung der Zielachse;
- 1.1.2 Kompensator-Nivelliere mit automatischer Ausrichtung der Zielachse durch die Schwerkraft;
- 1.1.3 Nivelliere mit digitaler Bildanalyse durch Mikroprozessor zur Bildung des Messwertes.

1.2 Nivelliertachymeter

Nivellierinstrumente mit Horizontalkreis und Vertikalkreis-Sektor zur Messung kleiner Neigungen sowie einem Fernrohr mit Distanzstrichen gemäss Reichenbach für topographische Aufnahmen in hügeligem Gelände, d.h. in Gelände mit grösseren Höhendifferenzen, als es die Länge der verwendeten Messlatte zulässt.

Messausrüstung

Nivelliertachymeter, Stativ, Messlatte.

Die Messlatte ist integrierender Bestandteil der Messausrüstung; ohne Messlatte sind weder Nivellements noch topographische Aufnahmen möglich.

1.3 Borda-Kreise

Instrumente zur Messung von Winkeln. Konstruktion von Jean Charles de Borda (1733 – 1799). Borda-Kreise verfügen über einen einzigen Teilkreis und über zwei Fernrohre. Eines der Fernrohre ist mit dem Teilkreis verbunden, das andere mit den koaxial zum Teilkreis drehbaren Ablesestellen. Zur Messung von Horizontal- und Vertikalwinkeln wird der Teilkreis dank eines Kippgelenks entweder horizontal oder vertikal ausgerichtet.

Die Fernrohre von Borda-Kreisen sind fest in der Ebene des Teilkreises angeordnet. Für die Messung von Vertikalwinkeln mit senkrecht stehendem Kreis ist diese Eigenheit bedeutungslos, für die Messung von Horizontalwinkeln mit horizontal liegendem Kreis allerdings hinderlich. Die Fernrohre müssten zum Anzielen von Punkten in verschiedenen Höhenwinkeln kippbar sein, oder es sei denn, die Zielpunkte lägen innerhalb des Fernrohr Gesichtsfeldes. Nur in Triangulationen mit Zielweiten von 20 km und mehr ist diese Bedingung erfüllt. Bei unterschiedlichen Höhenwinkeln muss der Teilkreis in die Ebene durch die beiden Zielpunkte und den Stationspunkt gelegt werden. Dieser vorbereitende Arbeitsgang und die zusätzliche Rechenarbeit zur Reduktion der Winkel haben die Vorteile eines einzigen Teilkreis schon um die Mitte des 19. Jahrhunderts nicht mehr aufgewogen.

Messausrüstung

Bordakreis, Stativ oder Pfeiler.

Bordakreise waren reine Triangulationsinstrumente, die Signalisierung der Zielpunkte wurde nach Bedarf und Möglichkeiten lokal beschafft.

1.4 Theodolite

Instrumente zur simultanen Messung der zwei Richtungskomponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes. Das Messsystem von Theodoliten besteht aus zwei rechtwinklig zueinander stehenden Drehachsen, der Steh- und der Kippachse. Zusammen mit einer rechtwinklig auf der Kippachse angebrachten Zielvorrichtung erlaubt dieses Achssystem beliebige Punkte im Raum anzuzielen. Teilkreise an den Drehachsen liefern die Messwerte. Damit die Richtungskomponenten als Horizontalrichtung und als Vertikalwinkel gemessen werden, ist die Stehachse nach der Lotrichtung auszurichten.

Messausrüstung

Theodolit, Stativ oder Pfeiler.

Signalisierung der Zielpunkte: für Zielweiten von 500m – 10km mit Stangensignalen aus Holz; für Zielweiten grösser als 10km mit Heliotropen oder Scheinwerfern; für genaue Netze mit Zielweite bis 1km mit Zielmarken auf Stativen und mit Zwangszentrierung am Theodolit, an Zielmarken und Stativen.

- 1.4.1 ohne Teilkreise, keine numerischen Werte der Richtungskomponenten, z.B. Absteckungstheodolite;
- 1.4.2 Metall-Teilkreise, z.B. Repetitionstheodolite aus dem 19. Jh.;
- 1.4.3 Glas-Teilkreise, z.B. T2, DKM2-A;
- 1.4.4 Elektronische Messsysteme mit Aufbereitung der Messwerte durch Mikroprozessor, z.B. E2, T3000.

1.5 Direkte Distanzmessung

Die direkte Messung von Distanzen mit Ketten, Stangen und Bändern ist nicht nur die älteste Messmethode, sondern – ausser interferometrischen Methoden – immer noch die genaueste. Invar-Drähte ergeben mit dem Distinvar des CERN Genauigkeiten von 10^{-3} mm.

- 1.5.1 Messbänder, z.T. mit Spannvorrichtungen;
- 1.5.2 Invardrähte, Invarbänder für Deformationsmessungen, z.B. Distinvar (CERN), Distometer (Institut für Strassen und Felsbau der ETH);
- 1.5.3 Messketten;
- 1.5.4 Messstangen, z.B. in der Stadt Zürich im Gebrauch bis zur Einführung der elektronischen Distanzmessung in den 1970er Jahren.

1.6 Distanzmesser

Autonome, nicht fest in ein Instrument für die Richtungsmessung eingebaute Distanzmesser. Sie liefern die Distanzkomponente der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes.

Messausrüstung

Sie werden zum Gebrauch entweder auf ein Trägerinstrument aufgesetzt oder direkt auf ein Stativ gestellt (z.B. ME 3000).

Auf einem der Endpunkte der Messstrecke steht das Stativ des Trägerinstruments, auf dem andern ein Stativ für eine Messlatte (für optische Distanzmesser) oder für einen Reflektor (für elektronische Distanzmesser).

Basislatte: Bestimmung der Distanz durch Messen des Winkels zwischen den Endmarken einer rechtwinklig zur Strecke aufgestellten Basislatte; Abstand der Endmarken üblicherweise 2 m.

Für genaue Netze und Polygonzüge: Zwangszentrierung am Theodolit, an den Zielmarken, Messlatten, Reflektoren und Stativen.

- 1.6.1 optische Distanzmesser ohne Signalisierung des Zielpunktes, z.B. Telemeter;
- 1.6.2 optische Distanzmesser mit Messlatte im Zielpunkt, z.B. Distanzstriche gemäss Reichenbach im Fernrohr, oder als Theodolit-Zubehör, z.B. Doppelbild-Distanzmesser DM-M, DR;
- 1.6.3 Basislatten;
- 1.6.4 elektronische Distanzmesser, Licht oder IR als Trägerwelle, mit Reflektoren auf dem Zielpunkten, als Theodolit-Zubehör, z.B. DM 500, DI 3, oder als autonome Distanzmesser, z.B. ME 3000;
- 1.6.4 elektronische Distanzmesser, Mikrowellen als Trägerwelle, z.B. Tellurometer.

1.7 Tachymetertheodolite

Theodolite mit eingebautem, nicht demontierbarem Distanzmesser zur simultanen Messung aller Komponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes. Nach 1920 setzten sich Tachymetertheodolite durch, welche die schiefe im Raum liegenden Distanzen entweder durch ein Diagramm anstelle der Distanzfäden oder durch ein mechanisch-optisches Getriebe auf die horizontale Distanzkomponenten reduzieren. Verschiedene Konstruktionen liefern auch Höhendifferenzen. Die Messwerte werden an einer Messlatte im Zielpunkt abgelesen.

Die Distanzstriche gemäss Reichenbach werden seit der allgemeinen Einführung von Strichplatten aus Glas um 1920 in allen Fernrohren angebracht. Vorher wurden Fernrohre nur gegen Aufpreis mit Distanzstrichen ausgerüstet, was durch die Bezeichnung *Tachymetertheodolit* hervorgehoben wurde. Nachher wurden als *Tachymetertheodolite* nur noch Instrumente mit automatischer Reduktion der schiefe im Raum liegenden Distanz bezeichnet. Anstelle von *Tachymetertheodolit* wurde oft auch die Bezeichnung *Reduktions-Tachymeter* verwendet.

Messausrüstung

Tachymetertheodolit, Stativ, Messlatte horizontal oder vertikal aufgestellt, zur Aufstellung horizontaler Messlatten Spezialstative zumeist unumgänglich.

Für genaue Polygonzüge Doppelbild-Distanzmessung mit horizontaler Messlatte (Zielweiten bis 100 m); Zwangszentrierung an Theodolit und Messlatten, Messlatten mit besonderen Lattenfüssen.

- 1.7.1 Feste Distanzstriche im Fernrohr (gemäss Reichenbach, vor 1920);
- 1.7.2 Diagramme oder bewegliche Distanzstriche zur direkten Messung von Horizontaldistanz und Höhendifferenz (d.h. verbesserte Distanzmessung nach dem Prinzip von Reichenbach), z.B. Wild RDS, Kern K1-A, Zeiss Dahlta;
- 1.7.3 Doppelbild-Distanzmesser, z.B. Kern DK-RT, Bosshardt-Zeiss (später Zeiss Redta: REDuktionsTACHymeter);
- 1.7.4 andere Systeme, z.B. Sanguet, Clivaz.

1.8 Totalstationen

Theodolite mit elektronischen Systemen zur simultanen Messung aller drei Komponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes sowie zur Messung der Neigungskomponenten der Stehachse für die Korrektur der Messwerte durch Mikroprozessor; ausserdem ausgerüstet mit einem Speichermedium und mit Hilfsmitteln für den Datenverkehr, z.B. E2 mit DM 503, T2000.

Messausrüstung

Totalstation, Stativ oder Pfeiler, Signalisierung der Zielpunkte durch Reflektoren mit zugehörigen Stativen, Datenspeicher, Feldcomputer, Energieversorgung, Zwangszentrierung an Theodolit, Reflektoren und Stativen.

1.9 GPS-Stationen

1.10 Messtisch-Ausrüstungen

Die Messtisch-Ausrüstung besteht aus: (1) Messtisch, (2) Hilfsmittel zum Aufstellen des Messtisches, (3) Kippregel, (4) Hilfsmittel zum Kartieren, (5) Messlatte.

Messtisch-Ausrüstungen werden für die Aufnahme von topographischen Karten und Plänen verwendet. Das Messtischverfahren liefert gleichzeitig mit der Aufnahme des Geländes auch den fertigen Plan. Der entstehende Plan kann somit fortlaufend auf Vollständigkeit und Fehler kontrolliert werden. Diesem Vorteil steht als Nachteil das Fehlen numerischer Werte gegenüber, was die Übertragung in andere Massstäbe erschwert.

Vor der Feldarbeit werden im Büro auf einem verzugsfreien Papier mit einem Koordinatograph die im Aufnahmegebiet bekannten Punkte gestochen, wonach das Papier auf dem Messtisch aufgespannt wird. Die Aufnahme des Geländes beginnt mit der Wahl einer Station für den Messtisch. Möglicherweise sind unter den gestochenen Punkten einige als Stationspunkte geeignet, andernfalls werden sie mittels graphischer Triangulation bestimmt. Die Methoden der graphischen Triangulation – Vorwärtseinschnitt, Seitwärtsabschnitt, Rückwärtseinschnitt – entsprechen jenen der Triangulation mit dem Theodolit. Die Geländepunkte werden als graphische Polarkoordinaten mit Richtung und Distanz ermittelt. Da die Messlatte die Distanz liefert, ist sie integrierender Bestandteil der Messausrüstung. Ohne Distanzen sind nur Einschneideverfahren möglich.

1.10.1 Messtische

Ein Messtisch besteht aus einem Stativ und einem darauf befestigten Brett. Zwischen Stativ und Brett ist der Messtischkopf eingefügt, der zum Horizontieren und Orientieren des Brettes dient. Das Brett ist sowohl Zeichenfläche für den aufzunehmenden Plan als auch Standfläche für die Kippregel.

Hilfsmittel zum Aufstellen des Messtisches: (1) Tischlibelle zum Horizontieren des Messtisches, (2) Schnurlot zum Zentrieren über Bodenpunkten, eventuell Lotgabel zum Befestigen des Schnurlotes auf der Unterseite des Messtisches genau unter dem auf der Oberseite kartierten Stationspunkt, (3) Bussole zum Orientieren des Planes auf neuen Aufnahmeestandpunkten.

1.10.2 Kippregeln

Kippregeln sind Instrumente zur simultanen Messung aller drei Komponenten der räumlichen Polarkoordinaten eines Punktes, nur liegen die Messwerte von Horizontalrichtungen nicht numerisch, sondern analog als Richtung des auf dem Messtisch liegenden Lineals vor. Auf den aufzunehmenden Geländepunkten wird eine Messlatte aufgestellt und mit dem Fernrohr der Kippregel angezielt und der Lattenabschnitt zwischen den Distanzstrichen abgelesen. Nach der Berechnung der Horizontalkomponenten mit dem topographischen Rechenschieber und der Reduktion in den Planmassstab mittels Stechzirkel und Transversalmassstab wird die Distanz längs der immer noch auf den angezielten Punkt gerichteten Zeichenkante des Lineals abgetragen und der neue Punkt auf dem Plan gestochen. Als in Tachymetertheodoliten Diagramme eingebaut wurden, die in Funktion der Fernrohrneigung die Horizontalkomponente der Distanz abzulesen erlaubten, wurden analoge Diagramme auch in Kippregeln eingebaut.

Untergruppen der Kippregeln: (1) ohne Vertikalkreis, (2) ohne Distanzmesser, (3) Distanzstriche nach Reichenbach; (4) Diagramme oder bewegliche Distanzstriche (analog zu Tachymetertheodoliten).

Hilfsmittel zum Kartieren: (1) Topographischer Rechenschieber zum Berechnen von Horizontaldistanz und Höhendifferenz aus dem an der Messlatte abgelesenen Abschnitt, (2) Transversalmassstab zum Abgreifen der Horizontaldistanz im Planmassstab, (3) Stechzirkel zum Abtragen der Horizontaldistanz und zum Stechen des neuen Punktes auf dem Plan.

1.11 Bussoleninstrumente

In unübersichtlichen Gebieten und in Gegenden ohne Festpunktnetz stand zur Orientierung von Horizontalrichtungen nur die Richtung nach magnetisch Nord zur Verfügung. Vermessungskreisel waren wegen hohem Preis und langwieriger Arbeitsweise nur für besondere Aufgaben diskutabel, so dass Bussoleninstrumente vor allem zur Ergänzung photogrammetrischer Aufnahmen bis etwa 1970 im Gebrauch waren.

1.12 Spezialinstrumente

Zur Behandlung verschiedener vermessungstechnischer Probleme werden oft anstelle normaler Instrumente bequemer zu handhabende Abwandlungen eingesetzt (z.B. für Lotungen spezielle Lotungsinstrumente anstelle üblicher Theodolite, oder im Bergbau Hängetheodolite wegen der bequemen Zentrierung). Oft werden sie besonderen Bedürfnissen oder dem Einsatzort angepasst (Ballontheodolite, schlagwettersichere Theodolite), oder sie verfügen über Zusatzfunktionen (Kreiselinstrumente).

- 1.12.1 Lotungsinstrumente;
- 1.12.2 Kreiselinstrumente, z.B. Kreiseltheodolite, Aufsatzkreisel;
- 1.12.3 Ballontheodolite;
- 1.12.4 Bergbau-Theodolite, z.B. Hängetheodolite, schlagwettersichere Theodolite.

1.13 Messlatten

Messlatten sind Hilfsmittel zur Gewinnung von Messwerten durch Ablesen einer Skala im Fernrohrbild. Die graphische Gestaltung der Skalen ist dem jeweiligen Verwendungszweck angepasst. Bestimmte bezifferte Werte bieten Anhaltspunkte für die Ablesung eines Zahlenwertes. Überaus sinnfällige französische Bezeichnung: mire *parlante* (*sprechende* Latte).

- 1.13.1 Nivellierlatten für technische Nivellements, z.B. Latten mit Schachbrett-Teilung, Latten mit Schrägstrich und Hilfsmassstab;
- 1.13.2 Invarlatten für Präzisionsnivellements;
- 1.13.3 Latten für digitale Nivelliere;
- 1.13.4 vertikale Tachymeterlatten, z.B. für Mestischausrüstungen, Latten mit verschiebbarem Fuss zur Einstellung der Zielhöhe;
- 1.13.5 Latten für Doppelbild-Diatanzmessung;
- 1.13.6 Spezial-Latten, z.B. mit Schrägstrich und Hilfsmassstab zu DK-RV, Werffeli-Latte.

1.14 Instrumente zur Signalisierung von Zielpunkten

Vermessungstechnisch relevante Punkte (z.B. Grenzpunkte, Achspunkte von Strassen) sind mit einem Vermessungsinstrument kaum je direkt einsehbar. Sie werden durch eine genau anzielbare Figur (Kreisring, Keil mit vertikaler Achse etc.) signalisiert, die auf einem Stativ genau vertikal über dem nicht einsehbaren Punkt steht.

- 1.14.1 Zielmarken und Signaltafeln;
- 1.14.2 Reflektoren für elektronische Distanzmesser und Totalstationen, z.T. mit Zielmarken für die Richtungsmessung;
- 1.14.3 Heliotropen und Zielscheinwerfer;
- 1.14.4 Spezialsysteme für genaue Absteckungen, z.B. für Tunnel oder Nuklearanlagen (Absteckung des Simplontunnels, CERN Genève, DESY Hamburg).

1.15 Stative und Hilfsmittel zum Aufstellen von Instrumenten auf Pfeilern

Stative dienen zum Aufstellen von Vermessungsinstrumenten über den am Boden vermarkten Punkten. Sie sind integrierende Bestandteile einer Messausrüstung. Ohne ein gutes Stativ (vor allem gute Verwindungssteifigkeit) sind mit keinem Theodolit genaue Messungen möglich. Die Punkte eines Netzes für Präzisionsmessungen sind meist auf Pfeilern vermarkt, die zum Aufstellen und Zentrieren gewisse Hilfsmittel wie Spezialbolzen und Pfeilergrundplatten erfordern.

- 1.15.1 Nivellierstative;
- 1.15.2 Theodolitstative;
- 1.15.3 Stative für Messlatten, z.B. mit Streben zum Aufstellen der zu Tachymethertheodoliten gehörenden Horizontallatten (z.B. zu Kern DK-RT, Zeiss Redta), Stativ zu Latte des DK-RV;
- 1.15.4 Ausrüstungen zum Aufstellen auf Pfeilern, z.B. Pfeilergrundplatten, Zentrierplatten, Zentrumsbolzen.

1.16 Einfache Vermessungsinstrumente und Freihand-Instrumente

Messungen sind immer besser als die besten Schätzungen. Instrumente für einfachste vermessungstechnische Arbeiten werden in freier Hand gehalten, einige Typen sind auch zum Aufstellen auf leichten Stativen geeignet. Sachkundig verwendet liefern sie verblüffend genaue Resultate.

- 1.16.1 Bussolen;
- 1.16.2 Winkelprismen, Winkelspiegel;
- 1.16.3 Kreuzvisiere;
- 1.16.4 Neigungsmesser, z.B. Freihandnivelliere (Abney-levels), Klisimeter.

1.17 Wehrtechnische Geräte und Ausrüstungen

- 1.17.1 Theodolite; Richtkreise;
- 1.17.2 Distanzmesser, Telemeter;
- 1.17.3 Beobachtungsinstrumente;
- 1.17.4 Zielfernrohre;
- 1.17.5 v₀ – Messgeräte.

1.18 Nicht identifizierte Instrumente

2 Bürogeräte

Die im Feld erhobenen Messwerte bilden den numerischen Teil der Ausgangsinformation eines Vermessungswerks. Bevor geographische Informationssysteme zur Verfügung standen, wurde in verschiedenen Arbeitsschritten das Vermessungswerk in zeitraubender Kleinarbeit aus den Messwerten allmählich aufgebaut. Stichworte: Berechnung von Triangulationen und nachfolgend Berechnung des Polygonnetzes, Vorbereitung der Originalpläne durch Stechen des Koordinatengitters, Berechnung und Auftragen der Detailpunkte, Flächenberechnung etc., alles Arbeiten, die ob des auf Feldinstrumente gerichteten Augenmerks kaum gebührend beachtet werden.

2.1 Koordinatographen

Zweck: Auftragen von Punkten auf Plänen anhand von gegebenen Koordinaten.

- 2.1.1 rechtwinklige Koordinatographen;
- 2.1.2 Polarkoordinatographen;
- 2.1.3 Koordinatographen mit digitaler Steuerung.

2.2 Planimeter

Zweck: Messen von Flächen durch Umfahren ihres Randes mit einem Fahrstift, der mittels eines Arms seine Bewegungen auf ein Messwerk überträgt.

- 2.2.1 einfache Planimeter;
- 2.2.2 Scheibenplanimeter;
- 2.2.3 Rollplanimeter;
- 2.2.4 digitale Planimeter, z.B. Digimeter.

2.3 Pantographen

Zweck: Verkleinern und Vergrößern von Plänen mittels eines Parallelogramms aus Stäben deren wirk-same Länge für die Einstellung des Vergrößerungs- oder Verkleinerungs-Massstabes verstellbar ist.

2.4 Rechenhilfsmittel

- 2.4.1 Logarithmentafeln, trigonometrische Tafeln, z.B. Vega, Jordan-Eggert, Witke;
- 2.4.2 Rechenschieber;
- 2.4.3 andere Hilfsmittel, z.B. Hyperbeltafeln (Multiplikationsdiagramme für Flächenberechnungen in Plänen).

2.5 Mechanische Rechenmaschinen

Zweck: Entlastung von manueller Durchführung der arithmetischen Grundrechenarten in vermessungs-technischen Berechnungen mit gleichzeitiger Senkung der Fehlerhäufigkeit und Beschleunigung der Arbeit.

- 2.5.1 Handantrieb, z.B. Curta, Brunsviga;
- 2.5.2 elektrischer Antrieb, z.B. Madas, Olivetti, Friden, Facit.

2.6 Hilfsmittel zum Zeichnen und Schreiben

- 2.6.1 Transversalmassstäbe zum Reduzieren von Distanzen in einen gegebenen Planmassstab;
- 2.6.2 Kartiergeräte, z.B. Platten zum Stechen von Gitternetzen, Müller-Dreiecke, Glasmassstäbe;
- 2.6.3 Kurvenlineale, z.B. Klothoiden-Lineale, Eisenbahn-Radien;
- 2.6.4 Reisszeuge, z.B. ganze Reisszeuge, Einzelinstrumente, Geometer-Reissfedern, Nullenzirkel;
- 2.6.5 Schreib-Schablonen, z.B. Leroy;
- 2.6.6 Radiermaschinen.

3 Photogrammetrische Geräte

nach Manus P.F. 04.05.2001

3.1 Aufnahmegeräte

Vorrichtungen mit deren Hilfe das von den aufzunehmenden Punkten am Ort der Aufnahme gebildete Strahlenbündel festgehalten wird. Um die räumliche Information einer Situation zu erfassen, werden die Aufnahmen so angeordnet, dass bei der Betrachtung von zusammengehörenden Bildern ein *räumliches* Bild – ein Modell – erscheint. Erste Versuche wurden mit perspektivischen Zeichnungen gemacht, später mit Photokameras. Die Speicherung der Bilder erfolgte zuerst auf Glasplatten, dann auf Film, seit ca. dem Jahr 2000 elektronisch.

- 3.1.1 terrestrische Kameras, oft kombiniert mit einem Theodolit;
- 3.1.2 Fliegerkameras.

3.2 Photomaterial

In den Kameras erfolgt die Speicherung des Strahlenbündels auf Photomaterial. Als Schichtträger werden Glasplatten oder Filme verwendet. Seit etwa dem Jahr 2000 ist eine elektronische Registrierung mittels Digitalkameras möglich.

- 3.2.1 normale Filme, z.B. schwarz-weiss, Farbe;
- 3.2.2 spezielle Schichten, z.B. false colour, Infrarot.

3.3 Geräte zur Rekonstruktion eines Modells

Geräte für die Rekonstruktion einer photographierten Situation als räumliches Modell. Die gesuchten Koordinaten der relevanten Punkte ergeben sich durch punkt- oder linienweises Ausmessen des Modells mittels eines mechanischen oder mechanisch-elektronischen Systems.

- 3.3.1 optische Rekonstruktion durch Projektoren, z.B. Kelsh Plotter, Multiplex;
- 3.3.2 analog mechanische Rekonstruktion, z.B. Autographen von Wild, PG2 von Kern;
- 3.3.3 analog mechanisch-optische Rekonstruktion, z.B. Zeiss Stereoplanigraph;
- 3.3.4 digitale Rekonstruktion, z.B. Kern DSR1, Wild BC2;
- 3.3.5 Näherungslösungen der geometrischen Rekonstruktion des Modells: Stereoskope, Radialtriangulatoren, Übereinanderprojektion von Stereomodell und Plan;
- 3.3.6 Interpretoskope.

3.4 Geräte zur Messung von Bildkoordinaten

Aus den in der Bildebene der zwei Bilder eines Stereo-Bildpaares gemessenen Koordinaten werden die gesuchten räumlichen Koordinaten der relevanten Punkte berechnet.

- 3.4.1 Monokomparatoren: Messung von Punktkoordinaten in einem Einzelbild;
- 3.4.2 Stereokomparatoren: Messung von Bildkoordinaten und Parallaxen eines Punktes in zwei stereoskopisch betrachteten Bildern.

3.5 Entzerrungsgeräte

Die Ebenen von Bild und Plan sind in Entzerrungsgeräten gegeneinander beweglich. Damit kann das Bild einer ebenen Situation anhand einiger mitphotographierter Punkte in die entsprechenden, im Plan vorgegebenen Punkte eingepasst werden. Der übrige Bildinhalt wird bei Erfüllung der Einpassbedingungen durch photographische Umprojektion vollständig übertragen.

Orthophotogeräte bilden aus der zentralprojektiven Luftaufnahme ein differenziell kleines Gebiet mit Hilfe seiner bekannten Höhe dorthin ab, wo es in der Parallelprojektion auf eine Horizontalebene liegen würde.

3.5.1 Entzerrungsgeräte für ganze Einzelbilder;

3.5.2 Orthophotogeräte für die Entzerrung von differenziellen Teilbildern einer nicht ebenen Fläche.

3.6 Hilfsgeräte für Auswertegeräte

3.6.1 Geräte zur Registrierung von Koordinaten;

3.6.2 Geräte für die Auswertung von Querprofilen;

3.6.3 Punktübertragungsgeräte;

3.6.4 Umbildgeräte (Geräte zur Vergrößerung oder Verkleinerung von Bildern).

3.7 Hilfsgeräte für die photographische Aufnahme

3.7.1 Sucherfernrohre für Fliegerkameras;

3.7.2 Horizontkameras;

3.7.3 Statoskope;

3.7.4 Belichtungsmesser.

3.8 Geräte für photographische Prozesse

3.8.1 Laborgeräte;

3.8.2 Laboreinrichtungen.

3.9 Wehrtechnische Geräte und Ausrüstungen

3.9.1 Kameras, z.B. Reihenmesskammern, Panoramakammern, Fernkameras;

3.9.2 Stereoskope;

3.9.3 Interpretoskope;

3.9.4 Komparatoren;

3.9.5 Auswertegeräte.

4 Instrumente von Forschungsinstitutionen und Amtsstellen

5 Maschinen und Hilfsmittel zur Herstellung von Vermessungsinstrumenten

19.11.2001, 09.07.2003, 16.05.2004, 10.03.2006
Instrumentenklassierung
Heinz Aeschlimann, Peter Füscher