

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: 77 (1979)

Heft: 2

Artikel: Der "intelligente" Digitalzeichentisch : eine Neuerung für die photogrammetrische Direkt-Kartierung

Autor: Höhle, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-229672>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.10.2025

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

Der «intelligente» Digitalzeichentisch – eine Neuerung für die photogrammetrische Direkt-Kartierung

J. Höhle

La table à dessin à commande numérique et «intelligente» offre des avantages remarquables pour la confection des cartes photogrammétriques et constitue une réelle innovation. En citant l'Aviotab TA comme exemple, on analyse les paramètres de rendement tels que vitesse, accélération, précision et qualité. On en souligne la précision et la rapidité. Il en résulte pour l'utilisateur une augmentation du facteur d'agrandissement cliché-carte ainsi que jusqu'à 40% en productivité. Les manuscrits sont dessinés plus proprement et peuvent souvent constituer le produit final, même si la qualité de trait n'est pas celle conforme au standard cartographique le plus élevé. L'œil humain est en effet sensible aux moindres déviations de tracé, de loin inférieures à la précision cartographique requise.

1. Einleitung

Die graphische Kartierung von Grundriss und Höhe eines Geländes aus Luftbildern gibt es seit den Anfängen der Photogrammetrie. Im allgemeinen wird, synchron zu den Bewegungen der Messmarke eines photogrammetrischen Auswertegerätes, auf einem externen Zeichentisch ein *Manuskript der Karte* erstellt. Diese sogenannte Maschinenzeichnung wird anschliessend, in einem separaten Arbeitsprozess, auf einen transparenten Zeichenträger «hoch»-gezeichnet oder in beschichtete Folie graviert. Das endgültige Produkt ist eine kopierfähige Reinzeichnung in Tusche bzw. ein durch Einfärbung und Einätzung gewonnenes Original.

Im Gegensatz zu dieser traditionellen Arbeitsweise bemüht man sich seit Mitte der sechziger Jahre die zu *kartierenden Informationen* mittels des photogrammetrischen Auswertegerätes zu *digitalisieren*.

In einem zeitlich getrennten Arbeitsgang wird dann die digitalisierte Manuskriptkarte korrigiert, vervollständigt und anschliessend von einem Präzisions-Zeichenautomaten kartiert. Die manuelle Reinzeichnung durch Kartographen wird somit vermieden. Diese Arbeitstechnik hat neben ihren Vorteilen derzeit noch einige wesentliche *Nachteile*:

1. den Zwang zur Codierung aller Informationen, was eine zügige Ausmessung durch den photogrammetrischen Operateur behindert und zusätzliche Fehlerquellen ergibt*;

2. Die Korrektur der unvermeidlichen Fehler und die Einhaltung der bestehenden Zeichen- und Qualitätsvorschriften lassen sich nur durch einen enormen Aufwand in hardware und software erzielen;

3. Die Komplexität der Systeme und die zeitliche Trennung der Arbeitsschritte schaffen Gefahren für Störungen im Produktionsprozess, sie bedingen hochbezahlte Spezialisten für die Bedienung und den Service der Systeme.

Man kann somit allgemein feststellen, dass derartige Systeme für die *Herstellung von Karten* nur von grösseren, in der Elektronischen Datenverarbeitung weit fortgeschrittenen Organisationen finanziert bzw. unterhalten werden können.

Die kleine und mittlere photogrammetrische Organisation und auch viele Grossorganisationen werden *noch auf viele Jahre am photogrammetrischen Messgerät direkt graphisch auswerten*.

Die Bemühungen der Geräteindustrie müssen also nach wie vor in der Verbesserung dieser photogrammetrischen Direktkartierung dienen. Die *Geräteverbesserungen sollen erreichen*, dass

1. die Manuskripte schneller und billiger hergestellt werden können
2. dabei bequemer gearbeitet werden kann und
3. die Qualität der Manuskripte verbessert wird.

Die Qualitätsverbesserung sowie die Differenzierung in der Darstellung der Objekte durch verschiedene Symbole verhindern beim Hochzeichnen und beim Feldvergleich Fehlinterpretationen. Für Planungsarbeiten kann dann die gut leserliche Maschinenzeichnung oftmals als Endprodukt verwendet werden. Eine Maschinenzeichnung kann dem Auftraggeber in wesentlich kürzerer Zeit als die Reinzeichnung geliefert werden. Die Symbolisierung von Punk-

* Die neuerdings bekannt gewordenen automatischen Sprachkennungs-Systeme könnten eventuell die gegenwärtige Situation verbessern.

ten, Linien und Flächen sollte jedoch dann den amtlichen Zeichenvorschriften weitgehend angenähert sein.

Die *bisherige graphische Kartierung* erfolgte für freihandgeführte Auswertegeräte mittels eines Pantographen, bei einem über Handräder getriebenen Gerät über Kardanwellen auf einem mechanischen Koordinatographen. Die Übersetzung vom photogrammetrischen Messgerät zum Zeichentisch ist durch austauschbare Zahnradpaare realisiert. Beiden Arten dieser *Analogzeichentische* haften einige entscheidende Mängel an. Die Position des Tisches ist starr vorgegeben. Ebenso ist das Übersetzungsverhältnis Auswertegerät/Tisch nur in groben Stufen und darüber hinaus nur umständlich veränderbar. Der Pantograph erlaubt nur kleine Nachvergrößerungen und eine bescheidene Genauigkeit. Der Koordinatograph ist ausserhalb der Reichweite des Operateurs, wodurch dieser beim Beschriften und bei anderen Ergänzungsarbeiten entweder stets aufstehen muss oder einen Assistenten benötigt. Die dabei notwendige gebückte Arbeitshaltung ist sehr ermüdend. Das Drehen an den Handrädern des Auswertegerätes ist meist nur mit einem relativ grossen Kraftaufwand möglich.

Überträgt man die Bewegungen der Messmarke elektrisch und digital, so lassen sich die erwähnten Nachteile beseitigen und einige bemerkenswerte Vorteile erzielen. Dies soll im folgenden am Beispiel des *Digitalzeichentisches Wild Aviotab TA* gezeigt werden.

2. Der Digitalzeichentisch Wild Aviotab TA

Der Digitalzeichentisch Aviotab TA (Abb. 1) wurde erstmalig 1976 zum 13. Internationalen Kongress für Photogrammetrie in Helsinki der Öffentlichkeit vorgestellt. Mit der Auslieferung der Serienproduktion konnte Mitte 1977 begonnen werden. Seitdem sind bereits über 100 Aviotab im praktischen Einsatz. Eine ausführliche Darstellung der *konstruktiven Einzelheiten* des TA ist in [1] erfolgt. Die *praktische Handhabung* in Verbindung mit dem neuen Auswertegerät Wild Aviomap AMH ist in [2] erläutert worden.

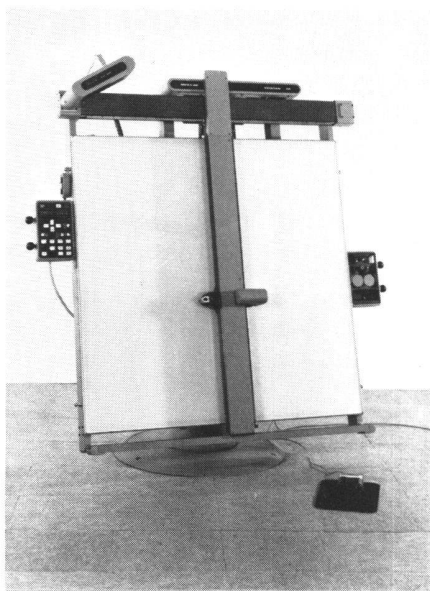


Abb. 1 Der Digitalzeichentisch Wild Aviotab TA

Seit der ersten Vorstellung des Aviotab im Jahre 1976 sind weitere bemerkenswerte Verbesserungen sowie einige Zusätze hinzugekommen.

Im folgenden soll zunächst eine kurze Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale gegeben werden. Die Leistungsparameter, wie sie sich aus den zahlreichen Abnahmetests ergaben, sollen anschließend ausführlich dargelegt werden. Die bisher bekannt gewordenen Erfahrungen der Benutzer sollen gleichfalls analysiert werden. Abschliessend wird eine zusammenfassende Wertung des Digitalzeichentisches vorgenommen.

2.1 Technische Merkmale

Die wichtigsten technischen Merkmale des Aviotab TA lassen sich kurz folgendermassen kennzeichnen:

1. Der TA besitzt eine nutzbare Zeichenfläche von 1,20 m x 1,00 m, die von unten beleuchtet werden kann. Der Zeichenträger kann nach drei Seiten über die Tischfläche hinausragen oder in zwei seitlich angeordneten Rinnen aufgerollt werden.

2. Die Tischfläche lässt sich horizontal oder geneigt stellen. Höhe und Azimut des Tisches können ebenfalls variiert werden. Alle diese Manipulationen lassen sich ohne grösseren Kraftaufwand von einer Person ausführen.

3. Die Verbindung zu den Encodern der Auswertegeräte erfolgt über ein Kabel. Insgesamt sind 2000 verschiedene Übersetzungsverhältnisse einstellbar. Die Nachvergrösserung der Bewegung des Auswertegerätes ist bis zu einem Faktor 10 möglich. Die Kopplung zwischen phm. Gerät und Tisch erfolgt durch Drücken einer Taste.

4. In der geneigten Stellung des Tisches fährt ein beidseitig geführter Bal-

ken horizontal hin und her. An ihm läuft der Zeichenstiftwagen vertikal auf und ab.

5. Der Balken wird von einem mitbewegten Motor über Ritzel und Zahnstange angetrieben. Gleichfalls mitangetrieben wird eine durch den gesamten Balken laufende Welle.

An deren unterem Ende ist wiederum ein Ritzel angebracht, welches in einer zweiten Zahnstange verspannt mitläuft. Ein «Pendeln» des Balkens wird auf diese Weise verhindert. Der Antrieb des Zeichenkopfwagens erfolgt ebenfalls von einem mitfahrenden Motor, jedoch über ein Reibrad auf eine Reibstange.

6. In Aussparungen der Balken sind Lineargeber (Auflösung 50 μm) eingelassen, welche von den mitbewegten optischen Messköpfen ständig abgetastet werden. Diese Istposition wird mit der Sollposition des Autographen verglichen (unter Berücksichtigung des Übersetzungsfaktors), die Differenz steuert die Servomotoren und damit die beiden Wagen. Der TA besitzt somit ein digitales Servosystem mit geschlossener Schleife. Das Mess- und das Antriebssystem sind vollständig voneinander getrennt.

7. In den Zeichenkopf lassen sich verschiedene Werkzeuge schnell und genau zentrisch einsetzen, u. a. Halter für Bleistiftminen (ab einer Dicke von 0,3 mm), Kugelschreiber sowie Pickier-nadel und eine Einpasslupe. Der Anpressdruck für die Zeichenwerkzeuge ist verstellbar. Die Spitze des Werkzeuges ist vom Operateur gut einsehbar, im abgehobenen Zustand befindet sie sich mehr als 1,5 mm über dem (oftmals gewellten) Zeichenträger. Eine steuerbare Auf- und Abbewegung des Kopfes erlaubt verschieden gestrichelte Linien.

8. Während der Kartierungsarbeit sind folgende *halbautomatische Funktionen* möglich:

- die geradlinige Verbindung von zwei

- nacheinander eingestellten Punkten
- die Symbolisierung von Einzelpunkten (wobei auch vom Kunden spezifizierte Symbole in die Tischelektronik eingesetzt werden können)

- das kontrollierte Wegfahren und Zurückkehren des Zeichenstiftwagens. Die genannten Funktionen (Line, Symbol, Offset) werden durch Tasten an der in Nähe des Operateurs aufgestellten Bedienungseinheit gewählt und durch Drücken der Fusstaste bzw. weiterer Handtasten ausgelöst.

9. Der Tisch kann auch von einem kleinen und transportablen Steuerkästchen aus *manuell betrieben* werden. Eine digitale Anzeige erlaubt es, Passpunkte und Gitternetze zu kartieren. Ausserdem lassen sich Punkte auf der Karte digitalisieren.

2.2 Leistungsparameter

2.2.1. Geschwindigkeit und Beschleunigung

Im allgemeinen sind diese beiden Parameter entscheidend für das Arbeitstempo. Sie beeinflussen aber auch die Genauigkeit und die Qualität der Kartierung (vergleiche nachfolgendes Kapitel). Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sind verschieden beim Synchronbetrieb und beim halbautomatischen Kartierbetrieb (Geradenverbindung, Symbolkartierung) und müssen somit getrennt betrachtet werden.

Synchronbetrieb

Die Bewegungen der Messmarke müssen vom Tisch synchron, in massstäblicher Vergrösserung und genau nachvollzogen werden. Die beim Nachfahren von Situations- und Höhenlinien vorkommenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen im Auswertegerät vergrössern sich zum Tisch um das Übersetzungsverhältnis, also maximal um den Faktor 10. Bei Transportbewegungen (mit abgehobenem Zeichenstift)

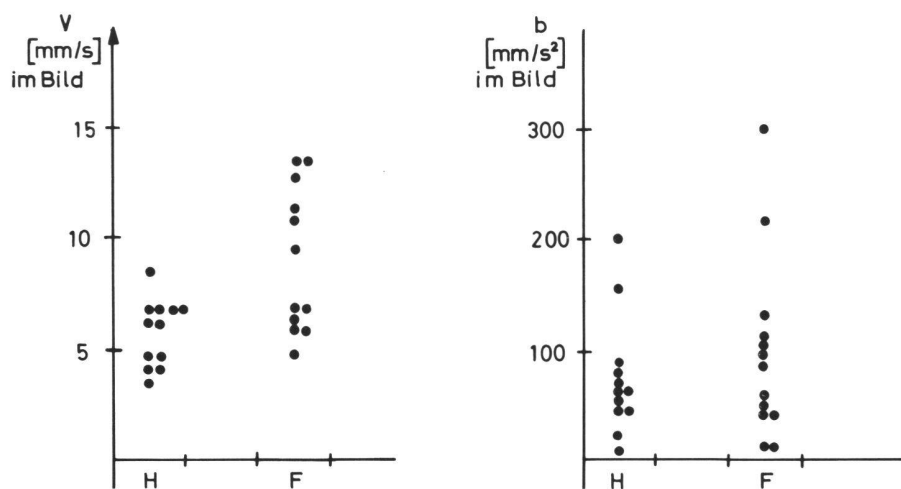


Abb. 2 Maximale Geschwindigkeiten v und Beschleunigungen b bezogen auf das Bild bei linienweiser Auswertung, gemessen am Gerät Aviomap AMU (X-Achse) und verschiedenen topographischen Objekt- und Schichtenlinien H... Handradführung, F... Freihandführung

können, insbesondere bei den freihandgeführten Geräten, noch grössere Beträge für Geschwindigkeit und Beschleunigung vorkommen. Die Bewegung des Zeichenkopfes muss in diesem Fall jedoch nicht mehr genau und gleichzeitig erfolgen. Sicherzustellen ist jedoch, dass keine Referenzverluste entstehen.

Wie gross können nun die bei der Auswertung vorkommenden Beträge für die Geschwindigkeit und Beschleunigung werden?

Zu diesem Zweck wurden einige systematische Untersuchungen am Auswertegerät Aviomap AMU vorgenommen, mit dem die Messmarke sowohl freihand als auch mit Handrad geführt werden kann.

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse zusammengestellt. Die Werte gelten jeweils für die Bildebene. Die am Zeichentisch auftretenden Werte sind um das Produkt der Vergrösserungen vom Bild/Modell und Modell/Zeichentisch grösser.

Diese Gesamtvergrösserungen Bild/Zeichentisch sind in den einzelnen Kartierungsmassstäben und in den verschiedenen Ländern recht unterschiedlich. Bei der grossmassstäbigen Auswertung, das sind Kartenmassstäbe 1 : 500 bis 1 : 2000, hat man in Europa mit bis zu 9fachen Gesamtvergrösserungen zu rechnen. Die mit diesem Faktor multiplizierten Werte sind im folgenden in Klammern angegeben. In den Versuchen zeigte sich, dass die maximal vorkommenden Werte für die Freihandführung bis etwa $v_{max}=13$ (117) mm/s beziehungsweise $b_{max}=130$ (1170) mm/s² betragen können.

Derartige maximale Werte kommen im Verlauf der gesamten Auswertung jedoch selten vor.

Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung für Geschwindigkeit und Beschleunigung während einer einstündigen Auswertung. Die oben angeführten maximalen Werte kommen in jedem Fall bei weniger als 0,5% beziehungsweise 0,01% der Messungen vor. In Abbildung 3 sind zusätzlich die spezifizierten Grenzwerte des TA, $v_{max}=125$ mm/s und 700 mm/s², mit eingetragen (unter Annahme einer 9fachen Gesamtvergrösserung Bild/Tisch). Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass selbst für diesen extremen Anwendungsfall der TA in 99,6% der Auswertzeit den Bewegungen des Operateurs synchron und genau folgen kann.

Bei Überschreitung des Grenzwertes für die Synchrongeschwindigkeit ($v_{max}=125$ mm/s) ertönt am TA ein Warnsignal, welches dem Operateur anzeigt, dass das Servosystem nicht mehr in der Lage ist, genau nachzuregeln.

Für Transportbewegungen kann der TA bis zu einer Geschwindigkeit von 400 mm/s ohne Referenzverlust, aber

verzögert und auf einer «abweichenden» Bahn arbeiten. Bei noch grösseren Geschwindigkeiten verliert der Tisch seine Referenz, es ertönt ein Dauerton.

Im sich automatisch einschaltenden Handbetrieb muss mittels des Steuergerätes die korrekte Zuordnung von Tisch und Autograph wiederhergestellt werden.

rätes die korrekte Zuordnung von Tisch und Autograph wiederhergestellt werden.

Halbautomatischer Kartierbetrieb

Gerade Linien und Symbole werden im TA automatisch kartiert. Für ihre Ausführung muss das Servosystem des TA kontrolliert anfahren und abbremsen. Geschwindigkeit und vor allem Beschleunigung sind entscheidend für die Kartierungszeit der meist kurzen Linien und kleinen Symbole. Auch die Zeitdauer für das Heben und Senken des Zeichenwerkzeuges, Stillstandzeiten sowie der eingeschlagene Fahrweg beeinflussen die Kartierungszeit. Die Parameter müssen so ausgelegt sein, dass der Operateur während der Messoperation nicht durch den Tisch aufgehalten wird. In Abbildung 4 und der Tabelle sind die Kartierungszeiten des TA für verschiedene lange Geraden beziehungsweise die Standardsymbole angegeben.

Aus der graphischen Darstellung ist ersichtlich, dass einzelne Streckenabschnitte immer mit der gleichen Zeitdauer kartiert werden. So dauern Strecken bis zu 25 mm Länge immer 0,7 Sekunden.

Die Zeit, welche der Operateur für die Einstellung des Punktes, die Auslösung der Registrierung und die Transportbewegung benötigt, ist immer grösser (etwa 3 sec). Er wird bei der Kartierung von Linienzügen (zum Beispiel Häusern) durch den Tisch also nicht aufgehalten. Möchte er nacheinander die gleichen Punktsymbole schnell kartieren, so benutzt er zweckmässig den Line-Mode (mit gehobenen Zeichenstift) und die einfachen Punktsymbole (Kreuze).

2.2.2. Genauigkeit

Die Genauigkeit des TA wird bei den Abnahmetests im Werk partiell getestet. Dabei wird zwischen statischen und dynamischen Tests unterschieden. Bei den statischen Tests überprüft man

- das Messsystem (Lineargeber) auf Massstabsfehler, periodische Fehler und Affinitätsfehler
- die Führungen auf Geradlinigkeit und Rechtwinkligkeit
- die Umkehrfehler
- den Kippfehler (das ist die Punktverschiebung infolge verschiedener Neigung der Zeichenfläche)

Ferner werden die dynamischen Fehler infolge der gefahrenen Beschleunigung ermittelt.

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Resultate eines Abnahmetests.

Sie lassen erkennen, dass die Massstabsfehler und Geradlinigkeitsfehler praktisch Null sind. Affinitätsfehler und periodische Fehler sind gleichfalls vernachlässigbar klein. Der Rechtwinkligkeitsfehler kann durch eine Justiermöglichkeit unter 0,05 mm gehalten werden.

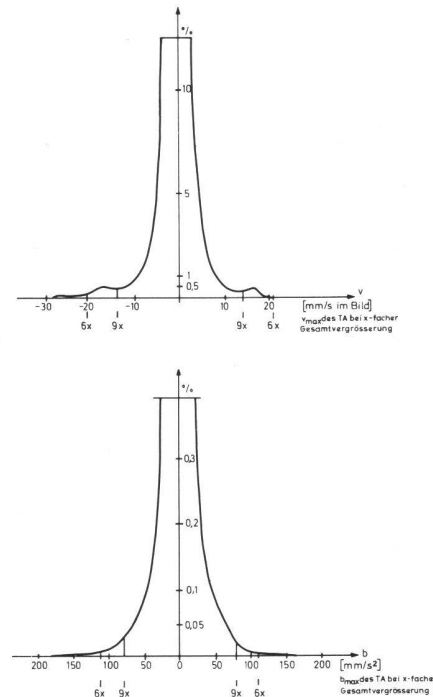


Abb. 3 Häufigkeitsverteilung von Geschwindigkeit und Beschleunigung im Verlauf einer 1-stündigen Auswertung mit dem Gerät Aviomap AMH, gemessen an der X-Achse des Zeichentisches TA. (Kartierung von Schichtenlinien, einigen Situationslinien sowie den notwendigen Transportbewegungen unter Benutzung von Freihand- und Handradführung der Messmarke)

+	3,0 s
X	3,3 s
+	3,3 s
△	5,9 s
⊗	6,8 s

Tabelle: Kartierungszeiten für Punktsymbole am Wild TA

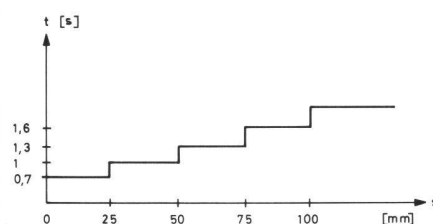


Abb. 4 Kartierungszeiten für verschieden lange Strecken beim automatischen Geradenzeichnen des Wild TA

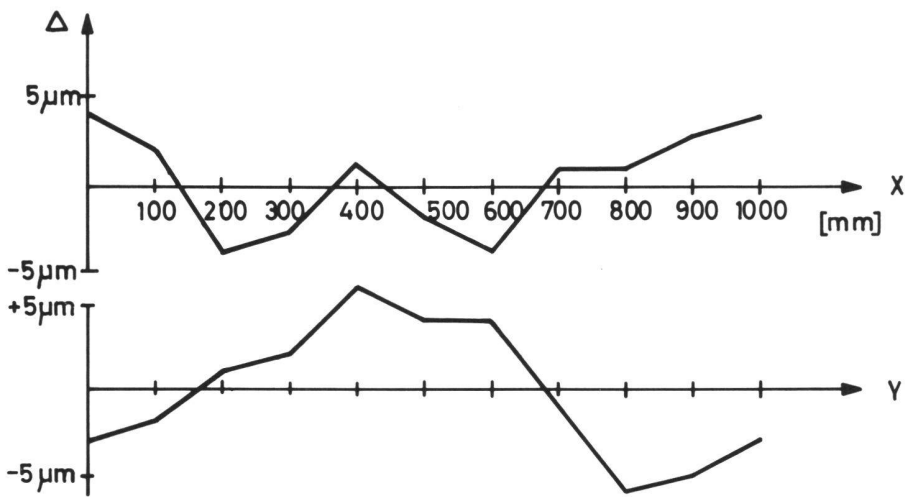


Abb. 5 Geradheit der X- und Y-Führungen am TA Nr. 4715. Die mittels eines genauen Stahlhlineales festgestellten Fehler sind kleiner als $5 \mu\text{m}$.

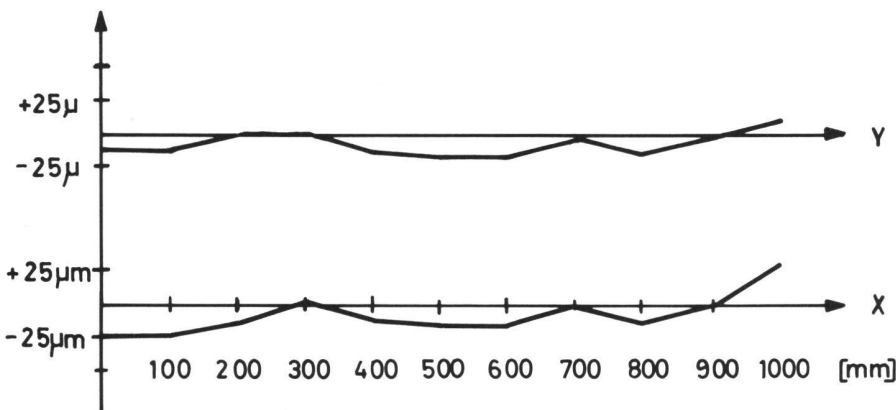


Abb. 6 Absolute Fehler im Massstab der Achsen X und Y des TA Nr. 4715. Die mittels eines Glasmassstabes festgestellten Fehler sind kleiner als $25 \mu\text{m}$.

Die Umkehrfehler sind so klein, dass sie auf der Zeichnung unsichtbar bleiben. Der Kippfehler ist kleiner als $0,1 \text{ mm}$. Dadurch kann man das Zeichenblatt bei horizontaler Lage der Tischfläche einpassen (mittels Beschwerer) und anschliessend in geneigter Lage sofort auswerten.

Die dynamischen Fehler sind aus dem rechnergesteuerten Abfahren von Kreisen und sie tangierenden Quadraten ermittelt worden. Der Abstand Kreis/Tangente ist ein direktes Mass für den dynamischen Fehler. Die in der Abbildung 7 angegebenen Werte sind jeweils Mittelwerte von zwei verschiedenen Tests und von jeweils 3 Ablesestellen.

Man erkennt, dass die dynamischen Fehler nahezu proportional mit der Beschleunigung ansteigen. Sie betragen in etwa $0,12 \text{ mm}$ bei der spezifizierten maximalen Beschleunigung von 700 mm/s^2 . Mit dem TA können zwar im Synchronbetrieb noch Beschleunigungen bis etwa 1000 mm/s^2 gefahren werden, die dynamischen Fehler am Tisch sind dann aber unzulässig gross.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der behandelte Digitalzeichentisch

im Vergleich zu den früheren Analogzeichentischen sehr genau ist.

2.2.3. Qualität der Kartierung

Die Qualität der Kartierung ist ein wichtiges Kriterium für die Güte eines Kartiertisches. Unregelmässigkeiten in der Geradheit der Linie oder in der Strichstärke beeinflussen zwar die Ge-

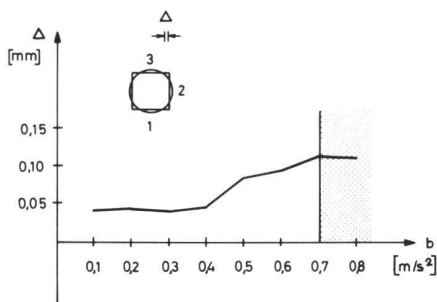


Abb. 7 Dynamische Fehler in Abhängigkeit von der gefahrenen Beschleunigung. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 2 verschiedenen Tests, wobei jeweils an drei Tangentpunkten (1, 2 und 3) abgelesen wurde.

naugigkeit kaum, sie sind jedoch für das Auge sofort erkennbar und stören das ästhetische Empfinden des Betrachters. Die Unregelmässigkeiten können spezifisch für ein bestimmtes Zeichenwerkzeug und Zeichenträger sein. Im einzelnen bestimmen folgende Punkte die Qualität einer Zeichnung.

Linienvverlauf

Der Aviotab verbindet zwei Punkte automatisch mit einer Linie, die über ihren gesamten Verlauf gerade sein soll. Tatsächlich können jedoch kleine Abweichungen von der Geradlinigkeit auftreten. Typische Abweichungen sind Welligkeit, Stufigkeit und Haken am Anfang oder Ende der «Geraden» (Abb. 8).

In Abbildung 9 sind Linien mit verschieden grossen Wellen und Stufen zusammengestellt. Abweichungen von bereits $a=0,025 \text{ mm}$ können vom Auge deutlich wahrgenommen werden. Dieser Betrag ist ein Bruchteil der notwendigen Kartiergenauigkeit.

Ähnliche Abweichungen treten bei den Geradenstücken der Symbole und bei den vom Operateur gefahrenen Linien auf.

Die Ursachen für diese dynamischen Fehler sind Vibrationen, unterschiedliche Massenträgheit der beiden Wagen, das Pulsieren des Servos und anderes. Von grossem Einfluss ist die Grösse des Inkrementes im Messsystem des Tisches ($25 \mu\text{m}$ beim Aviotab).

Eine perfekte Liniengqualität bei gleichzeitig hoher Genauigkeit ist nur mit sehr grossem Aufwand zu erzielen. Präzisionskartiertische sind entsprechend teuer. Der Aviotab ist ein Manus-

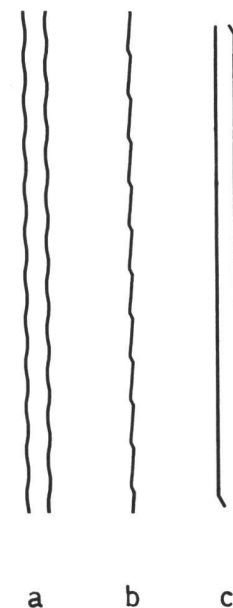


Abb. 8 Störungen im Linienvverlauf
a. Welligkeit
b. Stufigkeit und
c. Haken

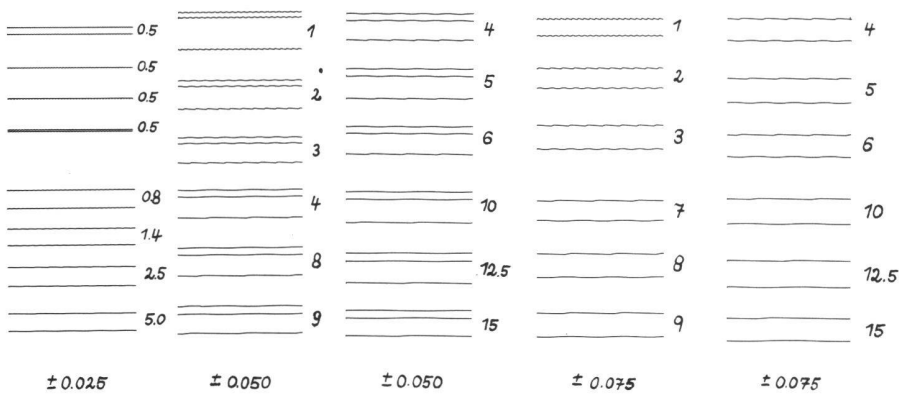


Abb. 9 Linien mit verschieden grosser Welligkeit und Stufigkeit. Die Zahlen unter den Linien bedeuten die Amplitude (a), diejenigen neben den Linien die Wellenlänge (λ). Die Masseinheit ist jeweils Millimeter.

kriptisch. Die maximalen Abweichungen zur Geraden liegen bei einem justierten Tisch unter $a = \pm 0,05$ mm.

Strichstärke und Randschärfe

Die gezogenen Linien sollen an jeder Stelle des Zeichentisches und bei jeder Tischneigung eine gleichmässige Strichstärke aufweisen. Die Linien dürfen nicht aussetzen. Ausserdem sollen die Ränder der Linien nicht ausgefranst sein.

Beim Aviotab wird das Zeichenwerkzeug per Federdruck angedrückt.

Dieser Federdruck ist variabel einstellbar. Auf diese Weise ist ein konstanter Schreibdruck gewährleistet. Ausserdem kann man sich den Besonderheiten des Zeichenwerkzeuges und des Zeichnungsträgers anpassen.

Verbesserungen in der Strichqualität lassen sich auch erzielen, wenn zwischen Glasplatte und Zeichenfolie noch eine zweite Zeichenfolie gelegt wird.

Strichlierung

Beim Zeichnen von strichlierten und strichpunktlierten Linien ist zu beachten, dass der Zeichenkopf nur mit einer begrenzten Frequenz auf und ab bewegt werden kann. Beim Aviotab können diese Vertikal-Bewegungen bis zu 34mal pro Sekunde erfolgen.

In der halbautomatischen Arbeitsweise (LINE) wird die Strichlierung immer mit der halben Geschwindigkeit ausgeführt.

Die Zwischenräume erhalten im TA die konstante Länge von 1,6 mm. Ebenso lang ist der kleinste Strich (Schalterstellung 4). Zur Erzielung einer gleichmässigen Strichlierung sind die Abfahrtschwindigkeit zu reduzieren und/oder lange Striche einzustellen.

2.3. Benutzererfahrungen

1. Der Aviotab wurde an verschiedene photogrammetrische Auswertegeräte, nämlich an die neu konstruierten Geräten AVIOMAP AM, AMH und AMU so-

wie an die Geräte A10, A8, B8S, PG3 und den Planimat angeschlossen (vgl. Bilder 10 und 11). Sehr oft wurde der TA an das topographische Kartiergerät B8S angeschlossen, das durch ein Kreuzschlittensystem ergänzt wird. Der freihandgeführte B8S erfährt durch den Digitalzeichentisch eine Aufwertung. Seine relativ grosse Höhengenaugigkeit ($m_z = \pm 0,06\%$ o h) kann nunmehr voll ausgenutzt werden. Die Gesamtvergrösserungen Bild/Karte darf 1:6 und grösser sein. Bei den Präzisionskartiergeräten, z. B. dem A10 ($m_h = \pm 0,025\%$ o h), wird mit extrem hohen Gesamtvergrösserungen (1:10 und grösser) ausgewertet.

2. Mittels des Aviotab kann wesentlich schneller kartiert werden als mit Analogzeichentischen. Die Zeitersparnis beträgt nach Aussagen der Benutzer 25 bis 40% bei grossmassstabigen Lage-Kartierungen, das sind insbesondere Stadt- und Katasterpläne. Derartige Pläne beinhalten viele Geraden-Elemente, wofür der Geraden-Interpolator eingesetzt wird. Auch beim Zeichnen von Kurven kann man den sog. «LINE-Mode» vorteilhaft verwenden. Die Kurve wird Punkt für Punkt digitalisiert, wobei die Abstände zwischen den Punkten mehrere Millimeter auf dem Zeichentisch betragen können. Das langsame linienweise Nachfahren von Linien entfällt nunmehr. Die Einstellung der einzelnen Punkte erfolgt mittels der Freihandführung, was ebenso genau, aber wesentlich schneller als die Handradführung ist. Auswertegeräte mit Freihandführung bringen in Verbindung mit dem TA somit zusätzliche Zeitersparnis.

3. Für die Manuskriptvorbereitung können manuell Gitter und Passpunkte aufgetragen werden, sofern die Koordinatenanzeige vorhanden ist. Man benötigt ca. 1 Minute pro Punkt.

4. Die Manuskripte sind im Vergleich zu den Analogzeichentischen sauberer gezeichnet (vgl. Bild 12). Durch die verschiedenen Punktsymbole und Linientypen kann die Kartierung vom Benutzer

oder vom Kartographen besser interpretiert werden. Die Linienqualität ist nicht perfekt. Insbesondere fällt beim Ritzen in beschichtete Folie eine hochfrequente Welligkeit der Linien ins Auge. Diese Abweichungen liegen jedoch weit unter der geforderten Kartierungsgenauigkeit.

5. Die Auswertung mit dem TA erfolgt bei den meisten Benutzern mit schräg gestellter Tischfläche. Das Anschreiben und die Korrektur des Manuskriptes durch den Operateur geschieht von seinem Sitz aus. Die Arbeitsweise ist bequemer als mit Analogzeichentischen.

3. Schlussbetrachtung

Mit den neigbaren und intelligenten Digitalzeichentischen werden wesentliche Vorteile im Arbeitskomfort erzielt. Eine Erweiterung der Intelligenz ist möglich durch Hinzufügen von Prozess- oder Allzweckrechnern. Die Leistungsfähigkeit, der Arbeitskomfort und der Anwendungsbereich lassen sich nochmals steigern. Das Aufkommen der Digitalzeichentische wird Rückwirkungen auf die Gestaltung von neuen photogrammetrischen Auswertegeräten haben. Die Geräte können kompakter sein, eine Freihandführung besitzen und eine reduzierte Zahl von Freiheitsgraden aufweisen. Insbesondere werden die topo-

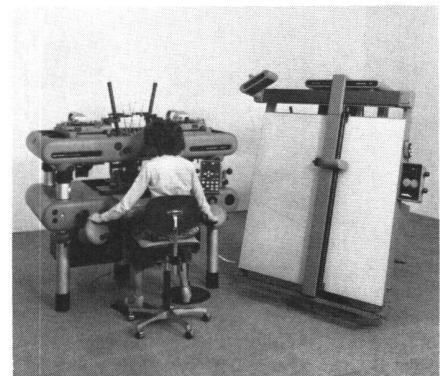


Abb. 10 Digitalzeichentisch Aviotab TA mit dem Freihand- und Handradgeführten Präzisionsauswertegerät Aviomap AM/H

Abb. 11 Digitalzeichentisch Aviotab TA mit dem topographischen Kartiergerät B8S

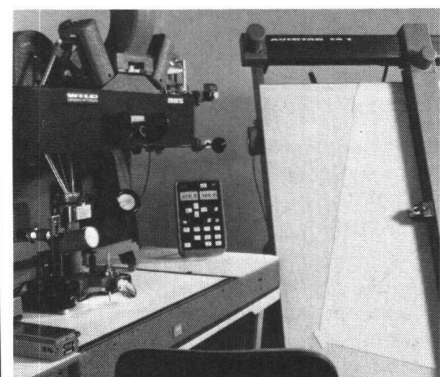




Abb. 12 Maschinenoriginal einer Auswertung mit dem Wild Aviotab TA

Auswertegerät Wild A10
 Kartierungsmaßstab 1:500
 Gesamtvergrößerung 5x

(Mit freundlicher Genehmigung der Hansa
 Luftbild GmbH)

graphischen Kartiergeräte durch einen Digitalzeichentisch aufgewertet.

Insgesamt gesehen bietet der Digitalzeichentisch für die photogrammetrische Kartierung so viele Vorteile, dass man von einer bedeutenden Neuerung sprechen kann.

4. Zusammenfassung

Der «intelligente» Digitalzeichentisch bietet für die photogrammetrische Direktkartierung einige bemerkenswerte Vorteile gegenüber Analogzeichentischen. Am Beispiel des Aviotab TA werden die Leistungsparameter eines Digitalzeichentisches, das sind Geschwindigkeit, Beschleunigung, Genauigkeit und Qualität, analysiert. Es zeigt sich, dass der behandelte Digitalzeichentisch sehr genau und schnell ist. Die Konsequenzen für den Benutzer liegen in einer stärkeren Nachvergrößerung vom Bild zur Karte und in einer bis zu 40%igen Steigerung der Kartierleistung. Die Manuskripte können sauber gezeichnet werden und damit oftmals als Endprodukt abgegeben werden. Die mit photogrammetrischen Digitalzeichentischen erzielbare Linienqualität ist nicht perfekt. Das menschliche Auge ist auf kleinste, weit unter der notwendigen Kartiergenauigkeit liegende Abweichungen empfindlich.

Literatur:

- [1] U. Frey: Wild Aviotab TA – An Electronically Controlled Plotting Table Presented paper to the XIII International Congress for Photogrammetry, Komm II Helsinki, 1976
- [2] J. Höhle: Das neue photogrammetrische Auswertesystem AMH/TA von Wild Heerbrugg – Praktische Arbeitsweise und Anwendungsbereiche. Presented paper to the XV International Congress of Surveyors FIG, Komm. V, Stockholm, 1977

Adresse des Verfassers:
 Dr. J. Höhle, Wild Heerbrugg AG,
 CH-9435 Heerbrugg

Zum Abschluss der Melioration der Saarebene

H. Braschler

L'aménagement de la plaine de la Saar est un problème vieux de 150 ans. En 1830 déjà, l'illustre ingénieur des Grisons Richard La Nicca (1794-1883) avait établi un projet d'assainissement de cette région et proposé d'endiguer le Rhin entre Ragaz et Sargans. Ses plans ne furent toutefois pas exécutés. En 1855, la commission de la correction de la Saar

put passer un contrat avec l'entreprise des chemins de fer qui permit la correction des cours d'eau. Mais les nouveaux canaux étaient trop peu profonds et ils durent être bientôt reconstruits. Personne ne songeait alors à un remaniement parcellaire ou à un drainage complet.

Lorsque la deuxième guerre mondiale éclata, le canton de St-Gall travaillait aux

grands aménagements des plaines de la Linth et du Rhin. Les habitants de la plaine de la Saar furent nombreux à demander également l'assainissement des quelques 1800 ha de leur région. En 1944 les études préliminaires étaient achevées et en 1946 un projet de loi fut adopté par les propriétaires, les communes, le Grand Conseil et le peuple saint-gal-