

**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:** 85 (1987)

**Heft:** 1

**Rubrik:** Instrumentenkunde = Connaissance des instruments

**Autor:** [s.n.]

### **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:** 25.01.2026

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

und Plastic, eingebrannt werden. Das von einem Computer gesteuerte System ist sehr flexibel und eignet sich für Anwendungen, bei denen die Beschriftung öfters wechselt. Der Silamatik kann eigens entworfene Schriftmuster, wie auch Standardzeichen erzeugen, z.B. Buchstaben, Zahlen und Strichcode.

Der Laserstrahl wird über ein Spiegelsystem mit X- und Y-Drehspiegel abgelenkt und mit einem Objektiv fokussiert. Innerhalb des Beschriftungsfeldes von 80 mm (optionell 120 mm) Durchmesser können beliebige Zeichen geschrieben werden, ohne dass das zu beschriftende Teil bewegt werden muss.

Die Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen sind in einem Mikrocomputer gespeichert. Ein PC 16-11 Personalcomputer dient als Eingabestelle zu dem den Prozess steuernden Mikrocomputer. Mit CAD-Software können am PC spezielle Symbole, Signete und dekorative Elemente entworfen werden.

Die Linienbreite lässt sich zwischen 0,1 und 2,5 mm und die Schreibgeschwindigkeit zwischen 1 und 300 mm/s variieren. Als Strahlenquelle ist ein YAG-Festkörperlaser oder ein CO<sub>2</sub>-Gaslaser (zur Glasbeschriftung) erhältlich. Der YAG-Laser kann kontinuierlich oder gepulst betrieben werden. Im Gegensatz zur Schriftprägung und anderen mechanischen Verfahren wird das Werkstück bei der Laserbeschriftung praktisch nicht belastet oder verformt.

Der Laserstrahl graviert auf harten oder weichen Materialien, auf rauen oder glatten Oberflächen. Typische Anwendungen sind das Beschriften von Werkstücken, das Gravieren und Beschriften von Skalen und Tastaturen, die Herstellung von Typenschildern und Strichcodes. (Quelle: «Optics News» und Firmenprospekt).

Siemens-Albis AG,  
Freilagerstrasse 28,  
CH-8047 Zürich.

## Instrumenten- kunde Connaissance des instruments

### Inertialvermessung

**Eindrücke von zwei Vortragsreihen Symposium Gyro Technology 1986**, organisiert von Dr. H. Sorg, Institut für Mechanik, Universität Stuttgart, 23./24. September 1986.

**Geodätisches Seminar: Inertialvermessung**, organisiert von der Arbeitsgruppe für Inertialgeodäsie, Universität der Bundeswehr München, 25./26. September 1986.

Ganz wie der Mensch des 20. Jahrhunderts gewohnheitsmässig die genaue Zeit ständig am Arm mit sich herumträgt, ebenso selbstverständlich wird vielleicht sein Nachfahre im 21. Jahrhundert den genauen Standort in einem kleinen Kästchen mit sich tragen. Woher die genaue Ortsinformation kommen könnte, ist heute bekannt: entweder von einem weltweiten System von Navigationssatelliten oder, abgeleitet nach den Gesetzen der Mechanik, aus den Beschleunigungskräften der eigenen Bewegung.

Die Ortung mittels Trägheitskräften bezeichnet man je nach Anwender als Inertialnavigation oder Inertialvermessung. Um herauszufinden, wie nahe oder ferne wir heute dem 21. Jahrhundert — im Hinblick auf die Inertialvermessung — stehen, entschloss sich der Berichterstatter, die eingangs erwähnten Veranstaltungen zu besuchen.

Am Stuttgarter Symposium trafen sich vor allem die *Hersteller* von Inertialsystemen, wie aus der Liste der Vortragenden (13 aus der Industrie, 2 aus Hochschulen) und der Teilnehmerliste ersichtlich ist (239 Teilnehmer, davon 216 aus staatlichen oder privaten Industrie- und Forschungsbetrieben, 13 aus Ämtern, aus nichtindustriellen Organisationen oder privat, 10 aus Hochschulen). Das München-Seminar seinerseits richtete sich mehr an den *Anwender* aus der Geodäsie (2 Redner aus der Industrie, 12 aus Hochschulen).

Im folgenden werden einige Eindrücke vermittelt, die der Schreibende auf Grund seiner Notizen zusammengestellt hat, ohne die (später erscheinenden) Konferenzberichte vor sich zu haben. Der Leser möge eventuell vorhandene kleine Ungenauigkeiten entschuldigen.

Der Haupteindruck: Die Entwicklung von neuen Geräten ist in vollem Gang nach dem Motto: besser, leichter, billiger. Die bisherigen Geräte haben sich zwar gut bewährt und sind auch vielfach im Einsatz, z.B. in der zivilen und militärischen Luft- und Seefahrt, auch für grossräumige Vermessungen (Kanada, USA). Sie sind aber teuer (Grössenordnung 1 Million Franken) und schwer und in der Vermessung nur bei grossen Projekten wirtschaftlich.

Das Kernstück vorhandener Inertialsysteme ist eine Plattform, auf die mechanische Kreisel und Beschleunigungsmesser montiert sind, und deren Orientierung mit Servomotoren einem äusseren Koordinatensystem nachgeführt wird. Dieses Konzept wird bei den Neuentwicklungen zugunsten von fahrzeuggebundenen Sensoren (Strap-down Systemen) aufgegeben, was folgende Zitate (aus München) beleuchten: «Neue Plattformen werden nicht mehr gebaut,» (D.K. Joos), «Das Zeitalter der mechanischen Plattformen ist vorbei» (G. Hein). Bei Strap-down Systemen machen die Sensoren jede Bewegung des Fahrzeuges mit, und die Bestimmung der Lage und Orientierung geschieht rechnerisch.

Als Sensoren benutzt man Kreisel (Gyros) für die Rotation und Beschleunigungsmes-

ser (Accelerometer) für die Translation. Es hat sich eingebürgert, das Wort Kreisel nicht nur für mechanische, sondern für jede Art von Rotationssensoren zu gebrauchen, insbesondere für die auf dem Sagnac-Effekt beruhenden optischen Kreisel. Diese letzteren werden intensiv entwickelt, und es hat den Anschein, dass sie allmählich die mechanischen Kreisel ablösen.

Bei den optischen Kreiseln unterscheidet man

- 1) die aktiven *Ringlaserkreisel*, wo ein gasgefüllter Ring (meist in Form eines Dreiecks) sowohl Laser wie Resonator ist,
- 2) die passiven *Ringresonatorkreisel*, wo ein Glasfaserring von aussen durch einen Festkörperlaser zur Resonanz angeregt wird,
- 3) die passiven *Ringinterferometerkreisel*, wo der Glasfaserring lediglich Teil des interferometrischen Weges ist.

Während der Typ 1) schon eine beachtliche Reife erreicht hat und in seiner Leistungsfähigkeit bereits an mechanische Kreisel herankommt, liegen die Typen 2) und 3) in der Entwicklung noch weiter zurück. Man glaubt, dass sie in Zukunft wegen ihres einfacheren Aufbaus wichtig werden.

*Accelerometer* sind empfindliche Pendel, mit denen Beschleunigungen gemessen werden. Zwei Vorträge in Stuttgart befassten sich mit ihrer Entwicklung. Ein dritter, mit Spannung erwarteter Vortrag betitelt «Integrated Silicon Accelerometer» (V. Aske, Honeywell) wurde leider wieder vom Programm gestrichen. Der Zusammenfassung ist zu entnehmen, dass ein Siliziumpendel und viele elektronische Accelerometerfunktionen in einem einzigen Siliziumblock integriert sind.

Punkte Abmessung und Gewicht neuer Inertialmesseinheiten sind grosse Fortschritte gemacht worden. Es wurde ein Bild eines Würfels von 55 mm Kantenlänge gezeigt, in den zwei (noch mechanische) Kreisel, drei Accelerometer und einige Elektronik integriert sind (British Aerospace). Die ganze Messeinheit soll anfangs der neunziger Jahre (dann mit optischen Kreiseln) in 1,3 Liter Platz finden und 2 kg schwer sein. Als Richtpreis wurden 5000 — 10000 britische Pfund genannt.

In München lag das Schergewicht der Vorträge bei der Geodäsie. In zwei tours d'horizon wurde der Hörer informiert über Stand und Richtung der Entwicklung im Gerätebau («Inertialsensoren und Inertialsysteme» von D.K. Joos) und in der geodätischen Anwendung («Trends und Perspektiven der Inertialgeodäsie» von G. Hein). Daneben wurde viel Wissenswertes gesagt über Geometrie und Mechanik, Kalman Filter, Ausgleichsmodelle, den unerwünschten oder auch erwünschten Einfluss der Schwere, und es wurden Resultate gezeigt von Messkampagnen und Simulationsrechnungen. Ein interessantes Beispiel einer Anwendung in der Praxis stellte R. Schäfler in seinem Vortrag «Inertiale Schachtvermessung» vor, der ein im Bergbau erprobtes System zur Einmessung von

Schachttiefe und -geradheit beschreibt.

Es sind bis heute noch keine Inertialsysteme eigens für die Geodäten gebaut worden. Man hat die für die Navigation entwickelten Systeme übernommen und damit geodätisch gemessen. Dabei offenbarten sich die Inertialmesssysteme als wahre geodätische Alleskönner. Nicht nur die Lage und Höhe von Punkten, auch Azimute, Lotabweichungen und Schwerewerte lassen sich damit bestimmen. In der Hand der Geodäten (wen wundert es) lieferten die Geräte dann auch geodätische Genauigkeiten.

Einige der Referenten befassten sich mit *Inertialmesskampagnen* und der dabei erzielten Genauigkeiten. K.P. Schwarz stellte Ergebnisse von weiträumigen Vermessungen mittels Helikopter in den USA und Kanada vor, wo in geodätisch leeren Gebieten ca. alle 10 km mit Inertialplattformen ein Punkt eingemessen wurde. Das Verfahren ist bemerkenswert leistungsfähig, lässt sich doch damit ein Gebiet von der Grösse der Bundesrepublik in einigen Monaten überdecken. Die Punktgenauigkeit (Lage und Höhe) beträgt etwa 5 – 10 ppm der überbrückten Distanz, ist also mit jener einer klassischen Triangulation vergleichbar.

R. König und H. Landau beschrieben zwei Versuche auf kleinern Räumen in der Umgebung von München. Im *Testnetz Ebersberger Forst* auf flachem Gelände wurden 50 Punkte mit gegenseitigen Abständen zwischen 800 – 1600 m in einem Netz eingemessen und die Koordinationen mit bekannten Werten verglichen. Es resultierte eine Punktgenauigkeit in Lage und Höhe von 5 – 10 cm.

Das *Testnetz Werdenfelser Land* liegt in gebirgigem Gelände südlich von München zwischen 600 und 2000 m Höhe, es hat eine Ausdehnung von 30 × 15 km und umfasst 67 Punkte. Die erzielten Genauigkeiten sind hier etwas geringer: in der Lage 20 bis 60 cm je nach Gerätetyp und in der Höhe rund 20 cm. Der Schwerewert konnte auf 1 mgal genau bestimmt werden.

In beiden Testnetzen hat man die identischen Ausrüstungen benutzt, nämlich die klassischen Plattformen von Ferranti. Honeywell und Litton, die mit dem Automobil von Punkt zu Punkt gefahren wurden. Wenn es auch nicht den Anschein macht, als ob die Vermessungszunft schon nächstes Jahr ihre geliebten Theodolite und Nivellierinstrumente im Museum versorgen müsste zu Gunsten von inertialen Wunderkästlein, so muss doch das Geschehen auf dem Inertialsektor im Auge behalten werden. Es sind grosse Kräfte – ausserhalb der Geodäsie – am Werk, welche die Entwicklung der inertialen Messsysteme stürmisch vorantreiben. Als Seiteneffekt werden zuerst für die Geodäsie, später auch für die Alltagvermessung brauchbare Produkte anfallen. Zur Zeit steht allerdings die Satellitenortung im Rampenlicht, doch versagt diese in vielen Fällen wegen mangelnder Sichtlinien. Tatsächlich ergänzen sich, wie mehrmals in den Vorträgen betont wurde, Satelliten- und Inertialortung auf fast ideale Weise. Die

grosse Drift, die bei den kontinuierlich verfügbaren Inertialpositionen auftritt, kann mittels Satellitenortung periodisch weggestellt werden. Ein Universalnavigationsgerät der Zukunft müsste beide Elemente in ein System integrieren.

Die Veranstaltungen in Stuttgart und München waren sehr anregend und aufschlussreich, und den Organisatoren und Referenten sei bestens dafür gedankt. Den mehr am Rande das Geschehen mitverfolgenden Beobachter ermöglichen Vortragsreihen dieser Art sich über den neuesten Stand der Dinge auf einem faszinierenden Gebiet ins Bild zu setzen.

R. Köchle

## Der «Eagle Mini – Ranger», ein neuer GPS – Empfänger von Motorola

Motorola, das weltbekannte Unternehmen der Mikroelektronikbranche, bringt einen neuen GPS-Empfänger auf den Markt, den Eagle Mini-Ranger, der sich durch kleine Abmessungen und geringes Gewicht auszeichnet. Die Grundausrüstung besteht aus einem 2 kg schweren, 30 × 18 × 6 cm grossen Empfänger/Prozessor und einer 1,4 kg schweren, 11 × 11 × 5 cm grossen Antenne mit Vorverstärker. Die Antenne lässt sich bis 46 m vom Empfänger weg aufstellen (mit speziellem Niederverlustkabel noch weiter weg).

Der «Eagle» empfängt über vier Kanäle den L1 C/A-Code simultan von bis zu vier Navstar-Satelliten des GPS-Systems und leitet daraus bei voller Viererkonfiguration Breite, Länge, Höhe, Geschwindigkeit und Zeit ab. Für eine bewegte Plattform wird eine Genauigkeit von 25 m im dynamischen Modus angegeben, dies allerdings nur, sofern der volle, nicht degradierte C/A-Code zur Verfügung steht. Einmal pro Sekunde gibt das Gerät einen neuen, über ein Kalmanfilter errechneten Schätzwert für die Position und die Geschwindigkeit aus. Die vollen Spezifikationen gelten in einem Geschwindigkeitsbereich bis zu maximal 1100 km/Std. und in einem Beschleunigungsbereich bis zu maximal 1 g.

Höhere Genauigkeiten lassen sich im Differentialmodus erzielen. Dazu sind zwei oder mehr Geräte nötig. Ein solches System lässt sich über Radio/Modem-Verbindungen im Echtzeitverfahren betreiben, oder es können die Daten auf Datenloggern gespeichert und später verarbeitet werden. Die Genauigkeit im Differentialmodus beträgt typisch 2–5 m, bei sorgfältig überwachten Messbedingungen < 1 m. Genaue Ephemeriden sind dazu nicht erforderlich.

Als typische Anwendungen sieht der Hersteller den Einsatz des «Eagle»

- in der zivilen und militärischen Luftfahrt, z.B. auch auf Kleinflugzeugen,
- in der Schiffsnavigation, z.B. auch von Fischkuttern,
- in der Vermessung
- in militärischen Landfahrzeugen,
- im Eisenbahn- und Lastwagenverkehr.

## Zeitschriften Revue

### aktuelles bauen plan

10/86. Berufshaftpflichtversicherung im Bauwesen. — Ziele und Mittel der Raumplanung.

11/86. — Neue Wege sparen Zeit. — Das richtige Mass finden.

### Allgemeine Vermessungs-Nachrichten

10/86. H. Bosse: Eduard Imhof zum Gedenken. H. Brauer: Clusteranalytische Methoden zur Strukturierung von Bodenpreissammlungen. E. Kanngieser, W. Schuhr: Aufbau der Datensammlung sanierungsbedingter Werterhöhungen in Hamburg. W. Bender: Die Gestaltung des Übergangsbogens und der Überhöhungsrampe für höhere Geschwindigkeiten beim Eisenbahnbau. Brand: Vereinbarung über die Übernahme und Pflege der Automatisierten Liegenschaftskarte abgeschlossen.

### Bildmessung und Luftbildwesen

6/86. Ph. Hartl, A. Wehr: Chancen der GPS-Satellitennavigation für die Luftphotogrammetrie. B.-S. Schulz: Analyse der Datenqualität multispektraler Sensorzeilenabtaster.

### The Canadian Surveyor

2/86. G. Raymond: Land Information Systems in Canada (three essays). S.H. Quek, R.B. Langley: UNBSAT: A Digital Recording System for CMA-722B Doppler Receiver.

H.W. Stoughton: Subdivision of a Quadrilateral for a Specified Area. G. Lachapelle, E. Cannon: Single and Dual Frequency GPS Results for Baselines of 10 to 500 km.

### Geodesia

10/86. A.E. Jongeling: Testmeting met betrekking tot de systeem nauwkeurigheid van de mobiele elektronische inclinometer. J. de Stijger, P. Donker: Door samenwerking toepassing van het LKI-systeem. A.M. Molen: De toren van Barneveld.

### Photogrammetric Engineering & Remote Sensing

9/86. J. Fullerton, F. Leberl, R.E. Marke: Opposite-Side SAR Image Processing for Stereo Viewing. A.P. Colvocoresses: Image Mapping with the Thematic Mapper. J. Fusel, D. Rundquist, A. Harrington, Jr.: On Defining Remote Sensing. L.A. Morrissey, L.L. Strong: Mapping Permafrost in the Boreal Forest with Thematic Mapper Satellite Data. T. Lindell, B. Karlsson, M. Rosengren, T. Alföldi: A Further Development of the Chromaticity Technique for Satellite Mapping of Suspended Sediment Load. L.J. Troler, W.R. Philipson: Visual Analysis of Landsat Thematic Mapper Images for Hydrologic Land Use and Cover. M. Keefe, D.R. Riley: Capturing Facial Surface Information.