



Titelbild: Zur Untersuchung von Kontinentalverschiebungen hielt sich letztes Jahr eine Expedition der «Britain's Royal Geographical Society» im Karakorum-Gebirge auf. Für die ausgedehnten geodätischen Messungen benützte sie zwei Präzisionstheodolite Kern DKM3, die sich ausgezeichnet bewährten. Das leistungsfähige Fernrohr gestattete Zielweiten von mehr als 40 km, und das geringe Gewicht behinderte die Vermesser kaum, auch schwer zugängliche Stationen auf Höhen von bis zu 6000 m ü. M. zu erreichen.

- 3 Willkommen in Montreux!
- 4 Vermessungsprobleme an einer neuartigen Krebstherapie-Anlage
- 8 Geodätische Messungen im Himalaya zur Bestimmung von Kontinentalverschiebungen
- 10 Grosszügiger Autobahnbau an der Elfenbeinküste
- 11 Die neue Generation von Kern-Photogrammetrie-Geräten
- 14 Neues in Kürze
- 16 Kern DM102, elektrooptisches Distanzmessgerät, auf die meisten Theodolite aufsetzbar



Kern & Co. AG
Werke für Präzisionsmechanik,
Optik und Elektronik
CH-5001 Aarau, Schweiz
Telefon 064 25 11 11
Telex 981 106



Das Kern-Team, das Sie am FIG-Ausstellungsstand betreuen wird. Vorne von links nach rechts: P. Bumbacher, W. Weder, F. Bigler, M. Huckele, B. Rindlisbacher, Dr. H. Aeschlimann, H. Sauder, P. Kern, P. Neuenschwander, R. Wehrli, Dr. W. Berner, W. Stähli, Ch. Kern, A. Bühlmann. Hinten: Ph. Zürcher, F. Haas, A. Birrer, H.R. Stänz, R. Kuhn, M. Schäfli, A. Siegenthaler, R. Nünlist, H.R. Ernst, M. Grillmayr, A. Chapuis, P. Bachmann.

Willkommen in Montreux !

Liebe Kongressteilnehmer,
Die FIG führt ihren Kongress nach 1930 und 1949 bereits zum dritten Mal in der Schweiz durch. Dieses Jahr versammeln sich Vermessungsingenieure aus aller Welt vom 9. bis 18. August zum 16. FIG-Kongress in Montreux. Wir heissen Sie in unserem Land herzlich will-

kommen und laden Sie freundlich ein, den Kern-Stand in der Industrieausstellung zu besuchen.

Unser Team am Kern-Stand

Mitglieder der Geschäftsleitung und Mitarbeiter aus Verkauf und Technik, die wir Ihnen hier im Bild vorstellen möchten, freuen sich, Sie im Kern-Stand zu betreuen und Sie mit den zahlreichen Neuheiten bekannt zu machen.

Kern-Neuheiten

Das modulare Gerätesystem Kern wird Ihr besonderes Interesse finden. Es besteht zurzeit aus dem elektronischen Theodolit E1, dem elektrooptischen Distanzmessgerät DM 502, dem Registriergerät R48 und dem Zielpunktempfänger RD10. Modular aufgebaute Computer-Programme ergänzen das System.

Den automatischen Zeichentisch Kern GP1 zeigen wir als graphisches Ausgabegerät in einem automatisierten Vermessungssystem.

Das elektrooptische Distanzmessgerät Kern DM102 lässt sich auf Theodolite verschiedener Hersteller aufsetzen. Es erfüllt so den Wunsch vieler Vermesser, mit

geringem Aufwand ihre bereits vorhandenen Theodolite mit einem Kern-Distanzmesser auszurüsten.

Neuer Kern-Film

Wir machen Sie auf die Vorführung unseres neuen Filmes «Vermessung am Wasser» aufmerksam. Ort und Vorführungszeiten werden von der Kongressleitung bekanntgegeben.

Exkursion nach Aarau

Schliesslich möchten wir es nicht versäumen, Sie zu der von der Kongressleitung organisierten Exkursion vom 13. August in unsere Werke nach Aarau einzuladen.

Und ausserdem ...

Nehmen Sie sich die Zeit, um die prächtige Gegend rund um Montreux kennenzulernen. Geniessen Sie bei einem Glas Wein hoch oben in einem Winzerdorf den herrlichen Blick über die Rebberge hinunter zum Genfersee und hinüber in die Savoyer und Walliser Berge.

Wir freuen uns, Sie in Montreux zu begrüßen und wünschen Ihnen einen erfolgreichen Verlauf des Kongresses und einen angenehmen Aufenthalt in unserem Land.

Die Geschäftsleitung der Kern & Co. AG

Vermessungsprobleme an einer neuartigen Krebstherapie-Anlage

*C. Bächtold, Schweiz. Institut für Nuklearforschung,
Villigen*

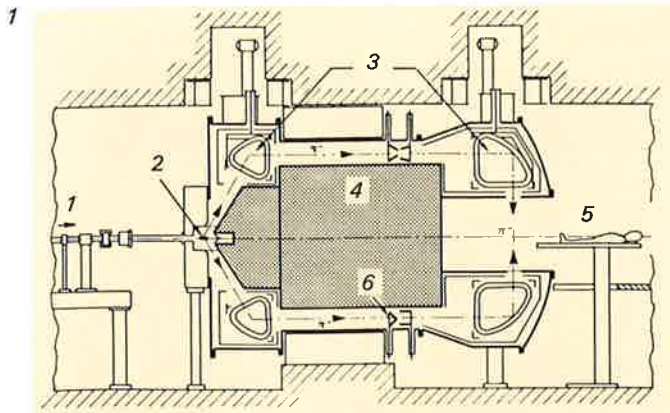
Allgemeines

Am Schweizerischen Institut für Nuklearforschung (SIN) in Villigen, Schweiz, wird in einem mehrjährigen Forschungsprogramm, das im Herbst 1980 angelaufen ist, eine neuartige Methode der Krebsbekämpfung mit negativen Pionen (geladene Elementarteilchen) erprobt. Das Pionenprojekt des SIN hat weltweite Bedeutung und ist die einzige Forschungsanlage ihrer Art.

Das allgemeine Problem der Radiotherapie besteht nach wie vor darin, ein Tumorgewebe durch eine starke Strahlendosis abzutöten, ohne gleichzeitig das umliegende gesunde Gewebe so stark zu schädigen, dass dieses nicht mehr imstande ist, die betroffenen Organe zu «reparieren». Dies ruft nach einer Konzentration der Dosis auf die eigentliche Tumorregion.

Die herkömmlichen Röntgen- und Gammastrahlen haben im Unterschied zu den Pionen keine wohldefinierte Reichweite, so dass bei der Bestrahlung tiefliegender Tumore das gesunde Oberflächengewebe durch solche Strahlen stark geschädigt wird. Negative Pionen dagegen besitzen die Eigenschaft, am Ende ihrer Bahn (im Tumor) Atomkerne regelrecht zum Platzen zu bringen. Aufgrund dieser sehr günstigen Dosisverteilung war man im SIN bestrebt, eine Maschine mit einer genauen und präzise definierten Strahl-optik zu bauen.

Das Kernstück der biomedizinischen Anlage bildet das sogenannte Piotron. Mit Hilfe eines integrierten magnetischen «Linsensystems» können in diesem Pionenapplikator bis zu 60 Strahlen fächerförmig auf den Patienten gerichtet werden (Abb. 1). Die Linsen sind supraleitende Magnetspulen mit einer Betriebstemperatur von minus 269°C. Dank einer am SIN entwickelten Kühltechnik konnten sie recht kompakt gestaltet werden: in zwei Spulenringen von 5 m Durchmesser finden je 60 Einzelspulen Platz. Diese beiden Hauptkomponenten sind in Serie in einem riesigen Stahlzylinder von 7 m Länge aufgehängt.



1 Das Piotron (Pionenapplikator). Bei 1 trifft der Protonenstrahl (590 MeV, $20 \mu\text{A}$) aus dem Ringbeschleuniger auf das Target (2), wo die Pionen erzeugt werden. 120 supraleitende Spulen (3), wovon je 60 in einem Ring angeordnet sind, dienen zur Bündelung und Ablenkung der Pionen, um sie dann auf den Tumor zu lenken. Eine Eisenabschirmung von 3,2 m Dicke (4) schützt den Patienten (5) vor unerwünschten Strahlungen (hauptsächlich hochenergetische Neutronen). 6 Impuls-Schlitzsystem. Die Magnete und 200 t Eisenabschirmungen befinden sich unter Hochvakuum in einem Stahlzylinder von 4,7 m Durchmesser und 7 m Länge.

2 Protonen-Strahlführung mit Piotron im Hintergrund. Vektormessung während der Justierung einer magnetischen Linse. Theodolitstation auf Ablenkmagnet, 1-m-Invarbasislatte auf Magnetreferenzmarke. Rechts im Bild umklappbare Wandkonsole, durch Marke im Hallenboden versichert. Rumpfteilig des Piotrons sind zwei Hilfskonsolen für die Justierung der Magnetspulenringe erkennbar.

Erwartungen an die Vermessung

Als Folge der spezifischen Eigenschaften der Pionen und der Geometrie des Piotrons muss die Dichteverteilung im Patienten in Zukunft genau bekannt sein. Nach den Bestimmungen der Therapieplanung soll der Patient auf einem Koordinatentisch präzise positioniert werden können. Die Projektleitung hat aus diesen Gründen frühzeitig alle wichtigen geometrischen Rahmenbedingungen präzisiert und sämtliche für die Strahlführung wichtigen Komponenten in einem Koordinatensystem definiert.

Für die SIN-interne Vermessungsgruppe kristallisierten sich die folgenden Schwerpunkte in der Aufgabenstellung heraus:



- Die Definition der Referenzachse im Piotron geschehe einerseits durch das Pionen-Produktionstarget beim Strahleintritt und andererseits durch das Zentrum des Impulsschlitzsystems patientenseitig.
- Die zwei grossen torusförmigen Magnetspulenringe müssen bezüglich der festgelegten Referenzachse im Vakuumtank innerhalb ± 1 mm Genauigkeit justiert werden. Eine Justierung und Überwachung soll bei Betriebsbedingungen bei -269°C (Supraleitertechnik) und Hochvakuum möglich sein.
- Die Rotation der Spulenringe um die Längsachse richte sich nach dem genebenen mechanischen Impulsschlitzsystem.
- Die Patientenliege soll nach dem Fokuspunkt des Piotrons orientiert werden.
- Ausserdem soll das Piotron als Einheit möglichst widerspruchsfrei zum Protonen-Zubringersystem orientiert werden.

Vorbereitungsphase, Vermessungskonzept

Bereits während den Bauarbeiten sind im Hallenboden des biomedizinischen Gebäudes eine Anzahl von Messmarken in Form von geschliffenen Büchsen eingelassen worden. Mit geodätischen Messmethoden wurden die Koordinaten dieser Punkte genauestens bestimmt und dem örtlichen Basisnetz in der Experimentierhalle angeschlossen. Während den Montagearbeiten am Piotron und der Strahlführung diente dieses Grundlagentnetz für Absteckungsarbeiten und Deformationsmessungen (Abb. 2).

In der Industrievermessung ist es unumgänglich, den ständigen Kontakt mit allen Projektbeteiligten zu suchen und zu pflegen. Nur durch ein reges gegenseitiges Austausch wird es möglich sein, die Wünsche der Vermessung in ein Vorhaben zu integrieren.

Schon frühzeitig haben wir uns entschlossen müssen, die beiden Magnetspulenringe im Betriebszustand durch Beobachtungsfenster im Vakuumtank positionsmässig zu überprüfen. Stirn- und rumpfseitig sind deshalb an ausgewählten Stellen Stutzen am Stahlzylinder in die Konstruktion einbezogen worden. Die Firma Kern hat die dazu nötigen tellergrossen Spezialgläser planparallel geschliffen und teilweise vergütet.

Aufgrund der Erfahrungen der vergangenen Jahre sind wir zur Überzeugung gelangt, bei so komplexen Projekten die Kontrolle von wichtigen Maschinenteilen bereits im Herstellungswerk durchzuführen. In sogenannten geometrischen Werkabnahmen hat die Vermessung sämtliche Hauptkomponenten masslich überprüft und gleichzeitig für die Justierung Referenzrisse und -punkte versichert.

Bekanntlich ist ein Körper durch sechs Grössen, die Referenzparameter, im Raume eindeutig definiert. Die für die Justierung nötigen Referenzelemente der «magnetischen» Linsen haben uns einiges Kopfzerbrechen bereitet. Konstruktionsbedingt war es unmöglich, einige der 60 Einzelspulen durch eine Markierung für unsere Bedürfnisse zu kennzeichnen. Es musste demzufolge eine zweckmässige Punktversicherung in Form einer Zielmarke gefunden werden, die strahlenresistent ist und gleichzeitig den enormen Tieftemperaturen die «kalte Schulter» zeigt. In zahlreichen Laborversuchen haben wir schliesslich die berühmte «Stecknadel im Heuhaufen» gefunden. Eine präzise durchbohrte Rubinkugel von 3 mm Durchmesser entsprach unseren Vorstellungen. Über eine justierbare Trägereinheit war es nun möglich, die für die Positionierung bedeutungsvollen Punkte des recht komplizierten Gebildes zu versichern. Ein zusätzliches Problem stellte sich in der Sichtbarmachung dieser Bezugspunkte. Mittels eines speziell von der Firma Kern konstruierten Zielbeleuchtung, die auf dem DKM2-A montiert werden kann, entwickelten sich die Rubinmarken schlussendlich zu «strahlenden» Lichtpunkten (Abb. 3).

Aufbauphase, instrumentelle Realisierung

Es würde den Rahmen dieser Ausführungen sprengen,



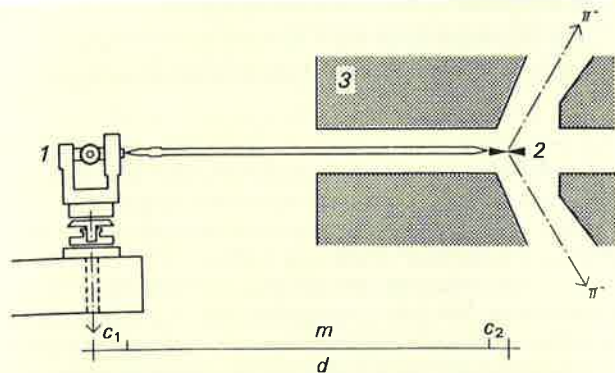
3 Beleuchtungseinrichtung der Rubinzielmarken. Eine handelsübliche Kaltlichtquelle erzeugt einen hellen Lichtstrahl, der über einen flexiblen Glasfaser-Lichtleiter in den Fernrohraufsatz des DKM2-A geführt wird. Durch ein Umlenkprismensystem gelangt das Lichtbündel objektivseitig auf einen exzentrisch zur Zielachse montierten kippbaren Spiegel.

gen, detailliert über alle montagebegleitenden Vermessungsaufgaben zu berichten. Die folgenden Beispiele möchten dem Leser zeigen, dass man auch in der Vermessung kreativ arbeiten kann.

In ständiger Koordination mit der Montageleitung konnten sukzessive die für die Vermessung nötigen Einrichtungen installiert werden. Entlang der meterdicken Abschirmmauern entstand allmählich ein Punktraster als Grundlage für die Justierung der Bahnelemente im Innern des Piotrons. Durch optisches Aufloten war es möglich, an ausgewählten Stellen durch stabile Wandkonsolen Theodolitstationen zu versichern. Ein am Institut schon lange bewährtes System von justierbaren Büchsen ermöglicht ein nahezu spielfreies und reproduzierbares Stationieren von sämtlichen Vermessungsgeräten. In heissen Diskussionen versuchte man die massgebenden Leute zu überzeugen, dass die Messgenauigkeit mit dem Bedienungskomfort der Station steige ... Immerhin befinden sich einige Messstationen bis zu 5 m über dem Betonboden.

Das über 200 t schwere Piotron ruht auf Spezialnivellierfüssen, die erlauben, gezielte Höhen- und Nei-

4



4 Vektormessung mit Theodolit und Stangenmikrometer.

1 Theodolit DKM2-A mit Distanzanschlag auf Höhe Kippachse, zwangszentriert in justierbarem Büchensystem auf Wandkonsole;
2 Schematisierte Targetregion mit Manipuliertarget in Position;
3 Abschirmung

$$\text{Distanz } d = c_1 + m + c_2$$

(c_1 = Additionskonstante DKM2-A, m = Mikrometerlänge,
 c_2 = Additionskonstante Manipuliertarget).

5 Justierung der Magnetspulenringe. Gemäss den Stationskoordinaten wird die errechnete Sollrichtung nach der Rubinzielmarke eingestellt und über gebrochene Okulare und Vorsatzlinsen der Justiervorgang laufend überwacht. Man beachte das Zwangszentrierungssystem.

5



gungskorrekturen vorzunehmen. Die enormen Gewichtskonzentrationen veranlassten uns, immer wieder die aktuellsten Höhengrundlagen vom Basisnetz her zu bestimmen. Ein automatisches Nivellier mit Planplattenmikrometer lieferte in Verbindung mit Kern-Industrieinvarlatten in relativ kurzer Zeit beste Resultate (mittlerer Fehler an den Punkthöhen $\pm 0,1$ mm). Die lokalen Bodensenkungen bis zu 7 mm bewegten sich innerhalb der Erwartungen.

Die Produktionsstätte der Pionen befindet sich an einer unzugänglichen Stelle am Ende einer röhrenartigen Kaverne von 20 mm Durchmesser. Mittels Fernbedienung wird im Betrieb dieser «Geburtsort» der Pionen mit etwa 5 cm langen und wenigen Millimeter dicken Stäben aus Beryllium oder Molybdän, den sogenannten

Targets, beschickt. Als einer der Referenzpunkte des Hauptachsensystems ist diese Stelle für die Vermessung von grosser Bedeutung. Ein Manipuliertarget im Massstab 1:1, das in seinem Innern eine kleine Lichtquelle beherbergt, gestattet ein exaktes Bestimmen der Lage. Über einen Distanzanschlag in der Verlängerung der Kippachse des DKM2-A ist es möglich, mit dem im Maschinenbau üblichen Stangenmikrometer Vektoren zu messen (Abb. 4).

Die torusförmigen Magnetspulenringe sind in einer speziellen Grundlagenvermessung mit je 8 Referenzrubinen, die in einer bestimmten Relation zur gesamten Ringeinheit stehen, versichert worden.

Ausgehend von verschiedenen «Hochpunkten» im Bereiche der Beobachtungsstützen wurde jeweils eine «Magnetlinse» mit fünf DKM2-A, einem DKM1 und zwei Nivellierinstrumenten sollmässig eingeschnitten und über spezielle Justiergestänge vorsichtig gedreht und geschoben. Die Messungen bestätigten gleichzeitig die theoretischen Überlegungen bezüglich Deformation und Materialschrumpfung der Spulenringe. Bei diesem bis anhin wohl kompliziertesten Justiervorhaben musste die ganze «Trickkiste» ausgeschöpft werden. Gebrochene Okulare in Verbindung mit Vorsatzlinsen, Spezialbeleuchtungen und schwenkbare Stationskonsolen entlockten dem Beobachter irgendwo in luftiger Höhe manch unschöne Worte (Abb. 5)!

In der eigentlichen Behandlungsstelle steuert ein Computerprogramm den Patienteneinschub so, dass der gesamte Tumor durch den Brennpunkt der 60 Pionenstrahlen gefahren und gleichmässig bestrahlt wird. Nach

den Angaben der Vermessung ist in einem ersten Schritt die Patientenliege nach dem theoretischen Fokuspunkt eingestellt und kalibriert worden. Ein Lasersystem materialisiert zusätzlich Referenzachsen für wichtige Vorversuche der Physik. Entsprechend den physikalischen Resultaten wird eine letzte Feinkorrektur am Patiententisch vorgenommen.

Schlussbemerkung

Ein erster Teststrahl im Juni des vergangenen Jahres erfüllte die hohen Erwartungen, die an diese einmalige Forschungsanlage gestellt wurden. Im Schatten der technologischen Meisterleistungen hat doch die Vermessung das Ihrige dazu beitragen dürfen, dass von einem Brennpunkt der Pionenstrahlen die Rede sein konnte.

Genauigkeitsüberlegungen liessen sich bei diesem Projekt nur teilweise durch unsere Messmöglichkeiten bestätigen. Die Physik kennt jedoch genügend Wege, die Arbeit der Vermessungsleute direkt über sensible Messapparaturen zu überprüfen.

Geodätische Messungen im Himalaya zur Bestimmung von Kontinentalverschiebungen

Die Erde ist keineswegs ein fester und starrer Körper. Ihre Kruste besteht aus sich langsam bewegenden «Platten», die durch gegenseitiges Zusammenstossen Bergketten und ozeanische Gebirge bilden.

Eine internationale Expedition der «Britain's Royal Geographical Society» versuchte im Juli 1980 durch geodätische Messungen im Himalaya-Gebirge, Geländebewegungen der letzten 67 Jahre nachzuweisen. Die englische Kern-Vertretung, Survey and General Instrument Co. Ltd., Edenbridge, unterstützte die Expedition, indem sie für die Messungen einen Präzisionstheodolit Kern DKM 3 zur Verfügung stellte.

Die Messungen erlauben den Wissenschaftlern, die sich mit der Verschiebung der Kontinente befassen, wichtige Schlüsse zu ziehen und liefern auch den Geophysikern Hinweise bei der Erdbebenforschung.

Plattenbewegung

Die Messungen wurden im Karakorum, dem nordwestlichen Teil des Himalaya durchgeführt.

Bereits 1913 hatte eine Gruppe Vermesser in diesem Gebiet, in dem am ehesten Erdverschiebungen vermutet wurden, mehrere Punkte markiert und vermessen. Das Karakorum-Gebirge bildet die Grenze zwischen der indischen subkontinentalen Platte und der zentralasiatischen Platte.

Das Ziel dieser Expedition war in erster Linie festzustellen, ob zwischen den ursprünglichen Messungen und den Messungen von 1980 aussagekräftige Abweichungen festzustellen sind. Einige Geologen schätzen, dass sich die Kontinente mit einer Geschwindigkeit von etwa 6 cm pro Jahr aufeinander zu bewegen. Für die Zeitspanne von 67 Jahren wäre dies eine Verschiebung, die sich aus dem Vergleich der beiden Messungen eindeutig feststellen liesse. Mit einer Ausnahme wurden alle im Jahre 1913 markierten und trigonometrisch eingemessenen Punkte wieder gefunden.

Messresultate hoher Genauigkeit

Der Präzisionstheodolit Kern DKM 3 lieferte viel genauere Messergebnisse als die im Jahre 1913 verwen-

deten Vermessungsinstrumente. Damit war die Möglichkeit gegeben, sowohl die Messresultate zu vergleichen, als auch einen neuen, viel genaueren Datensatz einzuführen.

Die Vermessungspunkte sind ungefähr 30 km voneinander entfernt. Einzelne liegen auf Höhen von bis zu 6000 m ü. M. Nur wenige Punkte waren von einer Strasse aus zugänglich. Deshalb wurde an das Instrument die Bedingung gestellt, dass es sich in seinem Behälter möglichst leicht tragen lässt. Der Kern DKM 3 war der leichteste Präzisionstheodolit, den die Expeditionsleitung finden konnte, und die berggewohnten Vermesser trugen das Instrument in einem Rucksack ohne Schwierigkeiten von einer Station zur anderen. Der Chefvermesser der Expedition, Jonathan Walton, schrieb über den Kern



DKM 3 folgendes: «Die von uns verwendeten Präzisionstheodolite Kern DKM 3 erfüllten die hohen Erwartungen, die wir in diese Instrumente gesetzt hatten, voll und ganz. Dank dem leistungsfähigen Spiegellinsenfernrohr waren wir in der Lage, Signale von weniger als einem Meter Durchmesser bis auf eine Entfernung von 42 km noch gut anzielen zu können.»

Ein weiteres Ziel dieser Expedition war, festzustellen, ob sich die kontinentalen Platten gleichmässig bewegen, oder ob in Verwerfungszonen bemerkbare Verschiebungen auftreten. Die Stellen, an denen wahrscheinlich bedeutende Verschiebungen stattgefunden haben, wurden von einem Geomorphologen, der die Expedition begleitete, ausfindig gemacht.

Leider wurde der Erfolg der Expedition durch einen tragischen Unfall überschattet. Einer der erfahrensten Teilnehmer, Jim Bishop, stürzte auf dem Weg zu einem Vermessungspunkt ab und verunfallte dabei tödlich.

Auswertung

Als nächstes hatten sich die Expeditionsteilnehmer mit der Berechnung und Auswertung der Feldmessungen zu beschäftigen. Weil sich die Ansichten der Fachleute über die genaue Kartierung der Erdoberfläche in den letzten 67 Jahren geändert haben, werden beide Messungen auf Sphäroide projiziert, die sich in ihrer Gestalt nur unwesentlich unterscheiden. Die Verarbeitung der Messdaten erfolgt auf einem IBM 370-Computer einer Londoner Universität.

Die umfangreichen Berechnungen sind noch nicht abgeschlossen. Deshalb sind auch die Ergebnisse der Expedition noch nicht bekannt. Wir hoffen jedoch, die Bulletin-Leser in einer späteren Ausgabe darüber informieren zu können.

(Aus einem Bericht von Jonathan Walton, Chefvermesser der Expedition.)

Grosszügiger Autobahnbau an der Elfenbeinküste

R. Müller, Groupement d'Entreprises Suisses de Construction (GESCO), Abidjan

Die Republik Elfenbeinküste umfasst eine Fläche von 320 000 km² und gehört zu den politisch und wirtschaftlich stabilsten Ländern Afrikas. Von den 7,5 Millionen Einwohnern leben rund eine Million in der Hauptstadt Abidjan. Abidjan besitzt einen modernen Flughafen sowie einen grossen Hafen, der als Warenumsschlagplatz auch für die beiden Nachbarländer Mali und Volta von grosser Bedeutung ist.

Die rasche Zunahme des Verkehrs erforderte den Ausbau der Hauptverkehrsstrassen. Im Zusammenhang mit der geplanten Verlegung des Regierungssitzes in die im Landesinnern gelegene Stadt Yamoussoukro wurde 1975 mit dem Bau der «Autoroute du Nord» begonnen. Diese grosszügig projektierte Autobahn soll Yamoussoukro mit der 250 km entfernten Hafenstadt Abidjan verbinden.

Projektierung

Verantwortlich für die gesamte Projektierung und die Bauausführung ist die schweizerische Unternehmergemeinschaft GESCO.

Das Projekt sieht zwei richtungsgetrennte Fahrbahnen von je 3,5 m Breite mit einer Standspur von 2,25 m Breite vor. Der aussergewöhnlich breite Grünstreifen (12 m) zwischen den Fahrspuren leistet einen wichtigen Beitrag an die Sicherheit der Strasse. Die vorgeschriebenen Minimalradien von 1000 m und Maximalsteigungen von 3% garantieren einen hohen Fahrkomfort und ergeben als Richtlinie eine Ausbaugeschwindigkeit von 120 km/h. Mit besonderer Sorgfalt wurde die Entwässerung der Fahrbahnen projektiert, damit die Sicherheit der Strasse auch während den heftigen Regenfällen in der Regenzeit noch gewährleistet ist.

Ausführung

GESCO begann am Stadtrand von Abidjan im Vorort Yopougon mit dem ersten 60 km langen Teilstück, das bis nach Elibou führt. Das ganze Teilstück und ein

8 km langer Anschluss nach Sikensi konnten im November 1979 nach vierjähriger Bauzeit termingerecht dem Verkehr übergeben werden.

Zur Zeit der Eröffnung des ersten Teilstückes waren die Arbeiten der zweiten Bauetappe von 53 km Länge bereits weit fortgeschritten. Mit der Fertigstellung des zweiten Teilstückes im Dezember 1981 werden bereits 114 km der 250 km zwischen Yamoussoukro und Abidjan auf der neuen Autobahn zurückgelegt werden können.

Schwierigkeiten beim Bau gab es bisher nur durch Regenfälle und durch schlechten Untergrund, der eine Verstärkung des Strassenunterbaus erforderte. Während der Regenzeit von Mitte Mai bis Mitte Juli werden die Bauarbeiten jeweils ganz eingestellt.

Absteckung

Als erstes wird die Strassenachse abgesteckt und alle 40 m markiert. Sie gibt die Richtung für die Rodungsmaschinen an, welche eine 80 bis 100 m breite Schneise ausholzen. Ungefähr alle 500 m sind Kontrollen der Absteckung an Polygonpunkten möglich. Die geforderte Absteckungsgenauigkeit wird mit dem verwendeten In-



strumentarium Kern DKM 2-A mit aufgesetztem elektro-optischem Distanzmesser Kern DM 501 leicht erreicht.

Nach der Rodung wird die Achse nochmals abgesteckt und alle 40 m nach beiden Seiten gut versichert. Es folgen Terrainaufnahmen mit anschließendem Setzen der Schüttungs- und Abtragsprofile.

Nach Beendigung des Erdbaus werden Polygonpunkte im Mittelstreifen in Abständen von 300 m gesetzt. Von diesen Polygonpunkten aus wird alle 40 m ein Achspunkt abgesteckt, worauf eine Punktverdichtung auf 10-m-Abstände erfolgt. Alle Achspunkte werden zudem durch ein Nivellement bestimmt, da die genauen Höhen für den Belagseinbau benötigt werden.

Ungefähr 80 Ingenieure, Techniker und Gehilfen sind mit Vermessungsarbeiten im Zusammenhang mit dem Autobahnbau beschäftigt. Beim Baubeginn wurden mehrere Messequipen gebildet, die nur für eine bestimmte Vermessungsaufgabe wie zum Beispiel für Terrainaufnahme, Absteckung und Verdichtung, Erdbau oder Verifikation eingesetzt werden.

Die seit Baubeginn verwendeten Kern-Vermessungsinstrumente funktionierten unter teilweise extremen klimatischen Verhältnissen immer zu unserer vollen Zufriedenheit. An Kern-Instrumenten stehen zwei DKM 2-A, zwei DK-RT und je ein Distanzmessgerät DM 500 und DM 501 im täglichen Einsatz.

Die neue Generation von Kern-Photogrammetrie-Geräten

Ph. Zürcher, Kern & Co. AG, Aarau

Am ISP-Kongress 1980 in Hamburg stellte Kern die neue Generation der Stereoauswertegeräte vor (siehe Bulletin Nr. 30).

Das Kern DSR 1 (*Digitales Stereoauswertegerät*) beruht auf dem Grundprinzip der analytischen Photogrammetrie, welches direkt im Auswertegerät integriert ist. Im Unterschied zu den bisherigen analogen Auswertegeräten (Kern PG 2 und PG 3), in welchen die Bilder mechanisch orientiert werden, verwendet man im Kern DSR 1 dazu Rechner und entsprechende Programme. Die Erfassung der Auswerteresultate kann digital oder graphisch mit dem *graphischen Peripheriegerät Kern GP 1* erfolgen.

Die Bedienung des Kern DSR 1

Der Operateur hat zur Bedienung eine Anzeigetafel mit 12 Anzeigelinien zur Verfügung. Am Rande jeder Linie befinden sich links und rechts Funktionstasten. Je nach Programm erscheinen auf der Anzeigetafel die entsprechenden Texte zu den Funktionstasten. Durch Drücken der benötigten Taste am Rande der Linie wird das gewählte Programm aktiviert. Der Operateur braucht also keine Texte oder Programmnamen, sondern lediglich bei Bedarf noch zusätzliche numerische Werte einzugeben. Hierzu dient die separate numerische Eingabetastatur.

Dadurch bietet das Kern DSR 1 Gewähr, dass der Operateur sich nach wie vor auf seine Hauptaufgabe, die Bildauswertung und -interpretation, konzentrieren kann.

Damit alle Prozesse optimal schnell und mit hoher Zuverlässigkeit ablaufen, ist im System Kern DSR 1 das Prinzip der verteilten Rechnerintelligenz realisiert.

Jedem Rechner im Kern DSR 1 ist ein eigener Aufgabenkreis zugeordnet:

Der Hauptprozessor P 1 übernimmt die Datenverwaltung sowie die Kontrolle über die angeschlossenen Ein- und Ausgabe-Einheiten. Im Prozessor P 1 werden auch die umfangreichen Initialisierungsberechnungen bei der Orientierung vorgenommen.



1 Digitales Stereoauswertegerät Kern DSR 1

2 Rechneraufbau im DSR 1

P 1, P 2, P 3 Prozessoren, 1 Steuerpult, 2 Alphanumerischer Bildschirm, 3 Digitaler Datenspeicher, 4 Graphisches Peripheriegerät.

Der Plattenprozessor P 2 steuert die Bildträgerbewegungen. Er erhält vom Prozessor P 1 die notwendigen mathematischen Parameter nach der einmal durchgeführten Orientierungsberechnung und arbeitet nach seiner Initialisierung völlig unabhängig von äusseren Berechnungen. Der Prozessor P 2 garantiert deshalb die sofortige und verzögerungsfreie Nachführung der Bildplatten und kann – wenn nötig – jederzeit die Bildkoordinaten an den Prozessor P 1 übermitteln.

Der Dialogprozessor P 3 bedient die Anzeigetafel und dient dem Dialog mit dem Operateur. Er erwidert sehr schnell alle Eingaben, kontrolliert dieselben auf ihre Richtigkeit, bevor er sie an den Hauptprozessor P 1 zur Weiterverarbeitung übergibt.

Der grosse Vorteil dieser verteilten Rechnerintelligenz liegt in der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit des gesamten Systems sowie der grossen Zuverlässigkeit durch die klare Funktionstrennung. Die Programme, die dem Rechner entsprechend unabhängig operieren, erlauben, jedes Element des Auswertesystems eingehend auf seine Funktionstüchtigkeit zu testen.

Das Orientieren der Bildpaare mit dem Kern DSR 1

Der Operateur legt die Bilder frei in die beiden Bildträger ein und erfasst mit dem Programm «innere Orientierung» die exakte Lage der Rahmenmarken. Die Daten der entsprechenden Aufnahmekammer (Verzeichnung, Brennweite, Koordinaten der Rahmenmarken usw.) sind vorgängig mit dem «Kamera Parameter»-Programm zu spezifizieren. Wenn nötig können ebenfalls vorgängig die beiden Bildwagensysteme mit dem «Gitter»-Programm durch Ausmessen eines 25-Punkte-Präzisionsgitters kalibriert werden. Die Kalibrationswerte werden bei den folgenden Operationen automatisch berücksichtigt.

Beim nun folgenden Prozess der relativen Orientierung fährt das Kern DSR 1 automatisch die 6 «Gruber»-Positionen im Modell an. Der Operateur wählt im linken

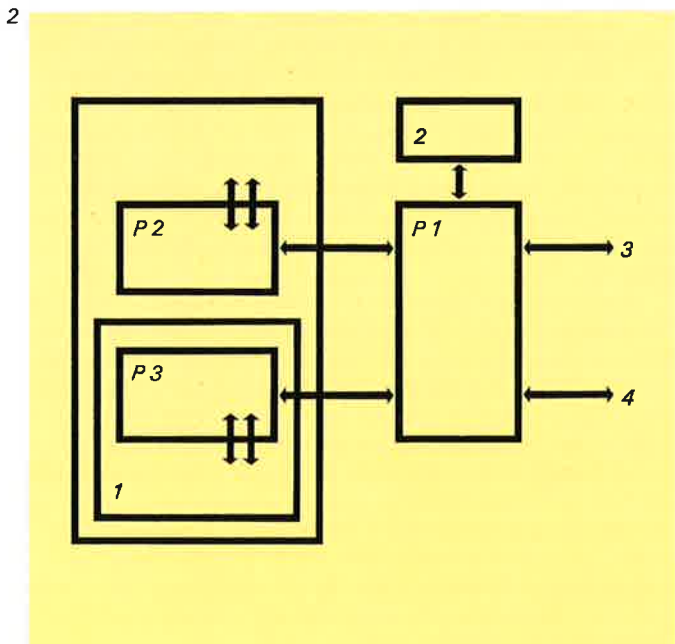


Bild einen geeigneten Punkt, hält die linke Bildplatte durch Fusspedaldruck fest und stellt mit x- und y-Bewegungen der rechten Bildplatte die Parallaxe in diesem Punkte weg. Sind dann in allen notwendigen Punkten mit diesem Verfahren die Parallaxen bestimmt worden, werden die Transformationsparameter berechnet und der Plattenprozessor entsprechend initialisiert.

Für die absolute Orientierung müssen dem System natürlich vorgängig die Koordinatenwerte der Referenzpunkte eingegeben werden. Anschliessend müssen zwei Punkte manuell angefahren werden. Aus diesen Messungen errechnet das Kern DSR1 eine vorläufige absolute Orientierung und kann nun die nachfolgenden Punkte im Modell selbst anfahren. Der Operateur positioniert die Messmarke genau und registriert die weiteren Punkte. Es können bis zu 20 Punkte für die absolute Orientierung verwendet werden.

Nach Abschluss der Orientierung kann mit dem Aus-

3 *Graphisches Peripheriegerät Kern GP1*

4 *Kern GP1: Kubische Interpolation mit Beschränkung des Zeichenbereichs*

3



werten des Bildpaares begonnen werden. Wird direkt On-Line mit dem Kern GP1 kartiert, sind hierzu jeweils die Linientypen, Symbole, Textzeichen usw. über die Anzeigetafel zu spezifizieren.

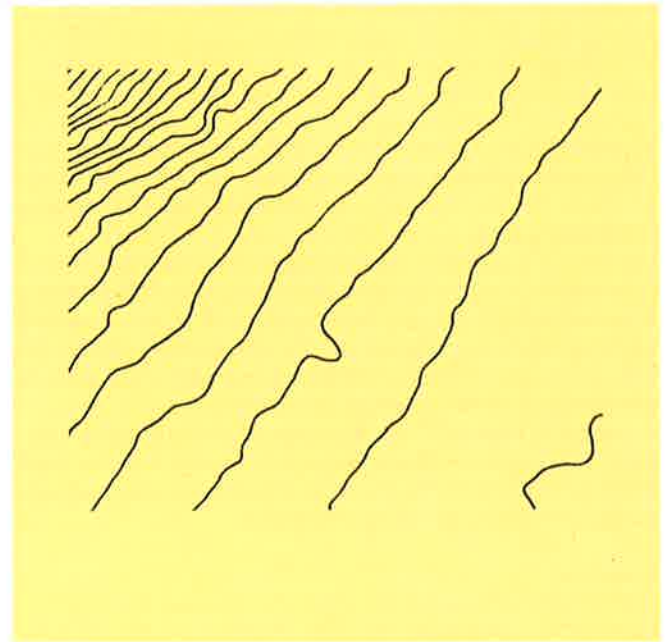
Das Kern GP1

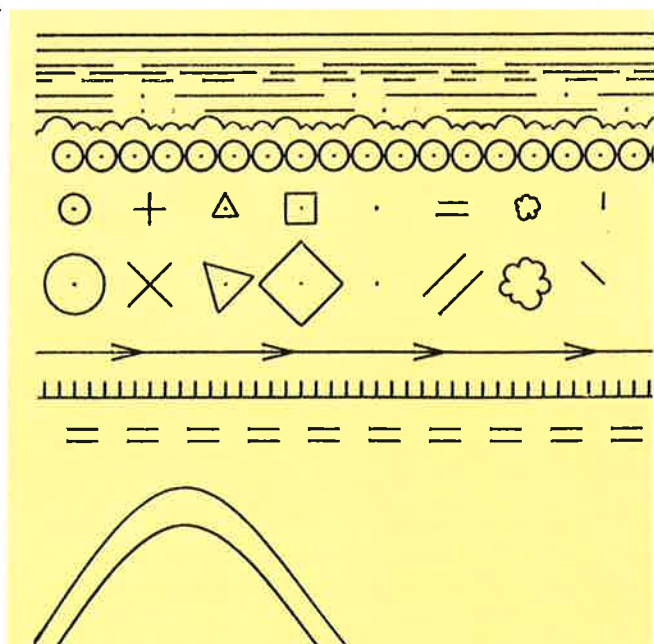
Das Kern GP1 dient der automatischen Kartierung von digitalen graphischen Daten. Diese Daten werden entweder in einem Auswertegerät (zum Beispiel Kern DSR1) direkt generiert oder in einem Steuerrechner programmässig oder manuell erzeugt. Dabei stellt das Kern GP1 dem Benutzer eine Vielfalt von Möglichkeiten zur Erzeugung von Linientypen, Symbolen oder Leroy-Schriftzeichen zur Verfügung. Zusätzlich sind auch viele Funktionen zur Kalibrierung und zum Testen des Kern GP1 über einfache Tastenfunktionen im Basissystem integriert.

Der Vorteil dieser umfangreichen Möglichkeiten liegt vor allem in den einfachen Steuerbefehlen, mit denen der Operateur auch komplizierte Linienstrukturen und Texte graphisch mit höchster Präzision generieren kann.

Das Kern GP1 bietet einen Vierfach-Werkzeughalter mit zusätzlich einem Einpassmikroskop an. Es können

4





5 Kern GP 1: Linientypen und Symbole

Kugelschreiber, Gravurstichel und Tuscheschreiber zum Zeichnen eingesetzt werden. Das Mikroskop dient hauptsächlich der Einpassung von bestehenden Plänen über Referenzpunkte.

Die Glasplatte mit eingebauter elektrostatischer Blatthaltevorrichtung gewährleistet die erforderliche Ebenheit und gestattet, beliebige Formate der Zeichenvorlage schnell aufzulegen. Der Tischaufbau kann beliebig geneigt werden, um den unterschiedlichen Arbeitspositionen optimal gerecht zu werden.

Da das Kern GP 1 als Standard-Computerperipheriegerät konzipiert ist, bietet sein Anschluss über die Standard-Schnittstelle RS 232 C an einen entsprechend ausgerüsteten Rechner keine Probleme.

Literatur:

Kern DSR 1: Prospekt Nr. 206, Publikation Nr. 382

Kern GP 1: Prospekt Nr. 209, Publikation Nr. 383

Neues in Kürze

Erfolgreiche Photogrammetrie-Geräte in den USA

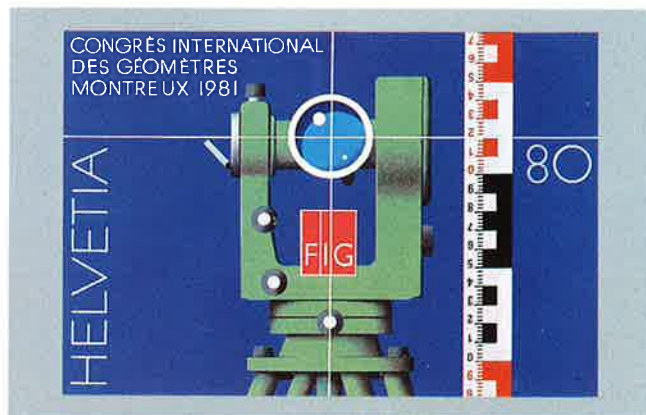
Unsere Tochtergesellschaft in den USA, Kern Instruments, Inc., Brewster, N. Y., erhielt letztes Jahr vom U. S. Geological Survey eine Abrufbestellung für 25 Stereo-Auswertgeräte PG 2 zur Ablieferung innert zwei Jahren. Inzwischen sind bereits 23 Geräte abgerufen und geliefert worden.

Der U. S. Geological Survey ist das grösste und bedeutendste kartographische Institut der Vereinigten Staaten, wenn nicht der Welt. Während der letzten Jahre hat der Geological Survey nicht weniger als 100 PG 2 erworben. Wir sind stolz auf das Vertrauen, das diese angesehene Organisation unseren photogrammetrischen Instrumenten entgegenbringt.

(Mitgeteilt von Kern Instruments, Inc.)

Sonderpostmarke zum FIG-Kongress

Die Schweizerischen PTT-Betriebe haben aus Anlass des 16. FIG-Kongresses in Montreux eine 80-Rappen-Sondermarke herausgegeben. Dem Basler Grafiker Edi Hauri ist es gelungen, einen Aspekt der Vermessung, nämlich die Feldarbeit, augenfällig zur Darstellung zu bringen. Dass der Gestalter des Markenbildes offensichtlich einen Kern-Theodolit als Vorlage wählte, zeugt von der anerkannt guten Form unserer Instrumente (Bild Copyright PTT).





Die Firma Gesswein, Karlsruhe, verkaufte das hundertste Kern-EDM-Gerät

Unser Regionalvertreter für Baden und Pfalz, die Firma Gesswein in Karlsruhe, konnte letztes Jahr das hundertste elektrooptische Kern-Distanzmessgerät ausliefern.

Das Gerät ging an Herrn Löffler, Inhaber eines Ingenieurbüros in Bretten. Der erste Kern-Distanzmesser, den die Firma Gesswein verkaufte, wurde 1976 ebenfalls an das Ingenieurbüro Löffler geliefert. Es freut uns, dass der Kunde mit diesem Gerät offenbar gute Erfahrungen gemacht und sich deshalb wieder für einen Kern-Distanzmesser entschieden hat.

Wir gratulieren Herrn Gesswein zu seiner erfolgreichen Verkaufstätigkeit und Herrn Löffler zu seiner guten Wahl und wünschen den beiden Herren weiterhin viel Erfolg mit Kern-Vermessungsinstrumenten.

Das Bild zeigt die Übergabe des Jubiläumsinstruments. Von links nach rechts: Vertriebsdirektor R. Wehrli, K. Gesswein, R. Löffler und Exportleiter H. R. Stänz.

K1-S/DM 501 beliebt in unwegsamem Gelände

Herr Guidon vom Ingenieurbüro Luzi in Summaprada, Schweiz, hat uns diese schöne Aufnahme zukommen lassen. Sie entstand im letzten Herbst anlässlich des Einmessens von Grundstücksgrenzen auf dem Piz Calandari oberhalb Sufers in der Schweiz.

Die leichte und handliche Ausführung des Ingenieurtheodolits Kern K1-S und des elektrooptischen Distanzmessers Kern DM 501 machten diese Gerätekombination



zur bevorzugten Ausrüstung von Vermessern, die oft in unwegsamem Gelände arbeiten. Gerade in Berggebieten sind die grosse Reichweite des Distanzmessers sowie die Möglichkeit, Winkel trotz aufgesetztem Distanzmesser in beiden Lagen messen zu können, grosse Vorteile, die die Arbeit entscheidend erleichtern.

Die elektrooptische Wurfweitenmessung setzt sich durch

Die DDR-Wettkämpferin Ruth Fuchs verbesserte im Frühling 1980 an einem Leichtathletik-Wettkampf in Split, Jugoslawien, den Speerwurf-Weltrekord auf eine Weite von 69,96 m. Der für die Messungen verantwortliche Ante Bilandžić benützte einen Sekundentheodolit Kern DKM2-A mit aufgesetztem elektrooptischem Distanzmesser Kern DM 500.

Die Weltrekordweite wurde zweimal unter Anwesenheit des Hauptrichters gemessen und verglichen. Die beiden unabhängig ermittelten Wurfweiten wiesen eine Differenz von 2 mm auf. Darauf wurde der Weltrekord ohne Nachmessungen mit einem Stahlband anerkannt.

Die kurze Messzeit und die hohe Genauigkeit des Messresultates veranlassen immer mehr Organisatoren von Leichtathletik-Wettkämpfen, die elektrooptische Distanzmessung zur Bestimmung der Wurfweiten einzusetzen.

Kern DM 102, elektrooptisches Distanz- messgerät, auf die meisten Theodolite aufsetzbar

Der DM102 ist der kleinste und leichteste Distanz-
messer, der sich auf Theodolite verschiedener Her-
steller aufsetzen lässt. In ihm stecken die Erfahrun-
gen aus dem Bau von Tausenden von elektrooptischen Distanz-
messern, und er weist die Zuverlässigkeit und den Be-
dienungskomfort der erfolgreichen Geräte der Kern
DM500er Reihe auf.

Vielseitig verwendbar

Mit Hilfe eines Adapters, der vom Benutzer selber
auf das Theodolitfernrohr montiert werden kann, lässt
sich der DM102 bequem aufsetzen.

Hoher Messkomfort

Der Reflektor mit Zieltafel ist so konstruiert, dass bei
kurzen und bei langen Distanzen eine einzige Zielung
genügt, um Horizontalrichtung, Vertikalwinkel und Ent-
fernung zu messen.

Hohe Genauigkeit

Die Genauigkeit des DM102 beträgt $\pm (5 \text{ mm} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$. Unterbrechungen des Messstrahls beein-
flussen das Messergebnis nicht.

Grosse Reichweite

Mit einem Reflektor beträgt die Reichweite mehr als
1000 m und mit drei Reflektoren mehr als 1700 m.

Kurze Messdauer

Bereits 8 Sekunden nach Auslösen der Messung er-
scheint die Distanz in der Anzeige.

Lange Betriebszeit

Die Batteriekapazität des DM102-Speisegerätes
reicht für 800 Messungen oder für 8 Stunden Dauer-
betrieb.

