



*Titelbild: «Interessenten» für Kern-Geräte in der Antarktis
(lesen Sie den Bericht auf Seite 5).*

Nachdruck erwünscht. Auf Anfrage senden wir gerne die notwendigen Druckunterlagen.

Beiträge für das «Kern Bulletin» werden immer gerne entgegengenommen. Redaktion: R. Wullschleger, intern 472.

- 3 FIG Toronto: Vermessungssysteme im Mittelpunkt
- 5 Schweizer Präzision in der Antarktis
G. Hell und W. Zick
- 8 Die Zuverlässigkeit von Vermessungsinstrumenten
R. Wullschleger
- 10 Ausbildung im Service — immer wichtiger
- 12 Wirtschaftliche Totalstation im Strassenbau
B. Kaiser
- 13 Kern E2 auf schiefer Ebene
- 15 Florida: Neuer «Sunshine Skyway»
- 17 Neues aus aller Welt
- 20 Der grosse Wurf: Das Präzisionsdistanzmessgerät
Mekometer ME 5000



Kern & Co. AG
Werke für Präzisionsmechanik,
Optik und Elektronik
CH-5001 Aarau, Schweiz
Telefon 064 25 11 11
Telex 981 106
Telefax II/III 064 24 80 22



FIG Toronto: Vermessungssysteme im Mittelpunkt

Der 18. Kongress der internationalen Vereinigung der Vermessungsingenieure FIG 1986 in Toronto gehört der Vergangenheit an. Dieser wichtige internationale Anlass ist, neben dem wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch der Fachleute, immer wieder eine Standortbestimmung auf dem Instrumentenmarkt.

Die internationale Ausstellung, an der sich sämtliche namhaften Instrumentenfirmen beteiligten, hat gezeigt, dass die elektronischen Vermessungsinstrumente bereits zum Alltag des Vermessers gehören. Revolutionierende Neuheiten auf diesem Gebiet musste man suchen. Der Weiterverarbeitung von gemessenen Daten wird dafür um so mehr Bedeutung

beigemessen. Der Weg in Richtung Vermessungssystem ist eindeutig eingeschlagen. Ingenieure und Geometer werden sich künftig immer mehr vor den Bildschirm setzen und die Fähigkeiten des Computers nutzen. Der Vermesser als Verwalter sämtlicher Daten über Grund und Boden profitiert ganz besonders von der grossen Speicher- und Rechenfähigkeit neuester Computereinheiten. Viel Routinearbeit wird ihm abgenommen und verschafft ihm Freiraum für kreatives Denken.

Messemagnet INFOCAM

Kern präsentierte in Toronto als einziger Hersteller von Vermessungsinstrumenten ein Geo-Informationssystem. Bis heute sind solche Systeme im CAD/CAM-Bereich entwickelt und erst nachträglich in eine vermessungstechnische Schale gebettet worden. Das von Grund auf neue System INFOCAM ist durch Zusammenarbeit von Vermessungsingenieuren und Informatikern entstanden. In Toronto hat Kern eindeutig gezeigt, dass INFOCAM kein «Papier-Konzept» mehr ist. INFOCAM ist ausgereifte Hard- und Software, die Sie heute bei uns bestellen können.

Das System wird genau dort eingesetzt, wo Planschranke und Archive voll Pläne und dicker Bücher als Datenträger sogenannter raumbezogener Information stehen (zum Beispiel Eigentümer- und Flächenverzeichnisse, Koordinatenliste, Leitungspläne usw.).

Das «Herz» von INFOCAM ist die raumbezogene Datenbank. Drei Software-Module mit Zugriff auf diese Datenbank bilden die Grundlage:

- TASCAL dient zur Berechnung von Punktkoordinaten (X, Y, Z) aus tachymetrisch erhobenen Messungen
- IMAGE erfasst und strukturiert Daten und wertet sie aus
- ATOS erstellt digitale Geländemodelle

Die Software kann nach bewährtem Baukastenprinzip weiter ausgebaut werden. Zusätzliche Schnittstellen sorgen auch für den nahtlosen Datenaustausch mit andern Kern- oder Fremdsystemen.

Nutzen Sie unseren Vorsprung!

Bearbeitet werden die Daten mit Hilfe eines grossen farbigen Rasterbildschirmes, eines alphanumerischen Bildschirmes und eines Tablettcursors. Hardwaremässig setzt sich INFOCAM aus Computer-Einheiten der Digital Equipment Corporation (DEC), dem weltweit führenden Hersteller technisch wissenschaftlicher Computer, zusammen.

Toronto hat gezeigt, dass die Datenerfassung und -verwaltung durch elektronische Medien nicht mehr aufzuhalten ist. Beim jetzigen Stand der elektronischen Hilfsmittel bringt ein frühzeitiges Umsteigen nur Vorteile. Je eher Sie Daten digital erfassen und verarbeiten können, desto besser. Mit der ausbaufähigen, kompatiblen Konfiguration Kern INFOCAM werden Sie auch zukünftig hardware- und softwaremässig mit der neusten Technologie Schritt halten können.

Kern setzt Zeichen in der Vermessung

Wer den Kern-Stand in Toronto besucht hatte, bekam neben Kern INFOCAM noch weitere Kern-Neuheiten vorgeführt.

Als einsamer Spitzenreiter auf dem Markt der Präzisionsdistanzmesser wurde das neue Mekometer Kern ME 5000 gezeigt. Leichter, genauer und grössere Reichweite sind die wesentlichen Vorzüge gegenüber seinem Vorgänger (ME 3000). Das Messen einer Strecke beschränkt sich auf das einmalige Drücken des

Auslöseknopfes. Die Elektronik des Gerätes steuert die Messung vollautomatisch (lesen Sie dazu auch die letzte Seite unseres Bulletins).

Mit den elektrooptischen Distanzmessern Kern DM 150 und Kern DM 550 sind heute auch zwei Distanzmesser erhältlich, die ohne zusätzliche Eingaben des Operateurs die Horizontaldistanz, den Höhenunterschied und den Zenitwinkel ermitteln. Dies wurde durch den Einbau eines hochpräzisen dynamischen Neigungssensors direkt im Distanzmesser möglich (Anzeige 1 mgon oder 10").

Eine weitere Neuheit ist Kern MULTIBASE. Zukünftige Besitzer von Kern-Theodoliten werden ihre Instrumente mit jedem bekannten Zentriersystem verbinden können. Mit Kern MULTIBASE wurde eine mechanische Schnittstelle geschaffen, die es ermöglicht, «neutral» am Lager gehaltene Theodolite mit verschiedenen Horizontiersystemen zu verbinden.

Mit dieser enorm breiten und neuen Produktpalette hat Kern Signale gesetzt. Das grosse Interesse und Diskussionen am Kern-Stand bewiesen es: Kern ist seinem guten Ruf als Anbieter allerhöchster Präzisionsinstrumente und als «Trendsetter» auf dem Gebiet der Vermessung voll und ganz nachgekommen.

Schweizer Präzision in der Antarktis

G. Hell und W. Zick, Karlsruhe

Geodätische Arbeiten auf der King-George-Insel

In den Südsommern 1984 und 1985 arbeitete eine Gruppe deutscher Geographen aus Heidelberg, Berlin und Karlsruhe auf der King-George-Insel, die als grösste der Süd-Shetlandinseln an der Nordspitze der antarktischen Halbinsel gelegen ist. Das Untersuchungsgebiet für die geomorphologischen Arbeiten (Wissenschaft über die Formen der Erdoberfläche) war der Bereich der Fildes-Halbinsel (60° südliche Breite und 59° westlich Greenwich) und der Admiralty Bay, die zu den grössten eisfreien Gebieten im Bereich der Halbinsel zählen.

Mit grosszügiger Unterstützung durch das Instituto Antartico Chileno und die Fuerza Aerea Chilena erfolgte die Anreise vom hochsommerlichen Santiago über Punta Arenas an der Magellanstrasse zur chilenischen Antarktisstation Teniente Marsh. Obwohl auf einer geographischen Breite liegend, wie zum Beispiel Mittelschweden auf der Nordhalbkugel, sind hier die Klimaverhältnisse ganz anders. Bei einer mittleren Temperatur von $-2,7^{\circ}\text{C}$ im Jahr liegen die Extremwerte bei $+7$ und -21°C . Bei durchschnittlich nur fünf Sonnentagen im Jahr waren andauernd hohe Windgeschwindigkeiten (durchschnittlich $7,5\text{ m/s}$; zum Vergleich: Karlsruhe $2,4\text{ m/s}$), tiefhängende Bewölkung, Nebel und Regen oder Schnee vorherrschend. Ausser einigen Flechten und Moosen gibt es keine höheren Pflanzen. Dafür ist die Fauna mit See-Elefanten, Robben, Pinguinen und Vögeln reich vertreten.

Im Rahmen von geowissenschaftlichen Expeditionen hat der Geodät eine Reihe unterschiedlichster Vermessungsaufgaben zu erfüllen. Die Arbeitsgebiete umfassen Netzaufbau, Tachymetrie, hochpräzise Bewegungsmessungen und anderes mehr. Einige der angefallenen Arbeiten sollen hier beschrieben werden.

Grundlage für eine Karte

Da von der Halbinsel keine für die geomorphologischen Arbeiten ausreichende Kartengrundlage vorhan-

den ist, wird beabsichtigt, eine Karte im Massstab 1:10 000 auf der Basis vorliegender Luftbilder im Massstab 1:30 000 zu erstellen. So war es eine der geodätischen Hauptaufgaben, die hierfür notwendigen Passpunkte einzumessen. Obwohl mehrere Stationen im Arbeitsgebiet liegen, war es nicht möglich, auf ein trigonometrisches Netz als Grundlage zurückzugreifen. Im Rahmen der ersten Kampagne wurde deshalb ein Netz mit 17 Punkten (natürliche Landmarken) bestimmt. Die Genauigkeit (Lage besser als $\pm 1\text{ m}$, Höhe besser als $\pm 0,5\text{ m}$) ist für den angestrebten Zweck ausreichend.

Die erforderliche geodätisch-astronomische Ortsbestimmung wurde mit zwei Methoden auf zwei Punkten vorgenommen. Einmal mit Hilfe der Sonne, zum andern mit Hilfe von Beobachtungen der Richtungen und Zenitwinkel auf bei Tage sichtbare Sterne. Beim Funken der Station konnte der notwendige Zeitvergleich mit einem Zeitzeichen durchgeführt werden. Die meteorologischen Daten lieferte die meteorologische Station.

Im Rahmen von prozessorientierten geomorphologischen Untersuchungen wurden die Bewegungen von mehreren Blockgletschern bestimmt. Blockgletscher sind Schutt-/Eismassen, die sich ähnlich wie ein Gletscher bewegen, wobei Bewegungsraten von einigen Zentimetern pro Jahr zu erwarten sind. Mittels Polaraufnahmen von einem festen Standpunkt aus wurden die Messpunkte – gekörnte Löcher mit Farbringen – in jeder Kampagne bestimmt. Es ergaben sich Lagebewegungen von rund 15 cm pro Jahr. In der Höhe bewegten sich die Punkte ungefähr 5 cm pro Jahr.

Beobachtungen von Rutschgebieten

Besonderes Augenmerk wurde von einigen mehr hydrologisch orientierten Geographen auf den Wasserhaushalt innerhalb eines abgeschlossenen kleinen Ökosystems (ungefähr $2 \times 1\text{ km}$) gelegt. Auf dem dauernd gefrorenen Untergrund (sog. Permafrost) taut im Sommer die oberste Schicht bis etwa 70 cm Tiefe auf. An Hängen kommt dadurch je nach Wasserzuführung der Boden ins Rutschen, was als Solifluktion bezeichnet wird. Diese Bewegung sollte in einem Testfeld von ungefähr $100 \times 100\text{ m}$ erfasst werden. Besonderes Augenmerk musste dabei auf eine sorgfältige Vermarkung gelegt werden. Als Zielpunkt dienten hier speziell angefertigte Aluminiumkegel, die in bodenebenen

geschlagene Aluminiumröhrchen von 10 cm Länge eingesetzt wurden. Die Lagebestimmung der 30 Messpunkte erfolgte über Vorwärtseinschnitt von zwei etwa 100 m entfernten Felsen aus, die am Rand des Gebietes lagen. Es ergaben sich Bewegungsgrößen von zwischen 1,5 bis 8 cm pro Jahr, wobei die Bestimmungsgenauigkeit der Bewegung bei rund ± 3 mm liegt.

Im Zusammenhang mit der Reliefgenese (Entstehung und Veränderung der Erdoberfläche) war die detaillierte Einmessung von sogenannten Strandterrassen erforderlich. 90 Messpunkte wurden von 12 Standpunkten aus elektronisch tachymetriert. Mit dem Tachymeterzug wurde gleichzeitig das bereits vorhandene Passpunktfeld kontrolliert. Maximale Abweichun-

gen von unter 1 m (Lage) und 0,2 m (Höhe) bestätigten die Brauchbarkeit der Passpunkte. Zu den weiteren Arbeiten zählten noch Bewegungsmessungen am Rande des Inlandeises (4 bis 5 mm pro Tag).

Kern-Zentrierung einfach unschlagbar

Für diese Vielzahl der Vermessungen unterschiedlichster Art und mit verschiedenen Genauigkeitsanforderungen wurde die Gerätekombination Sekundentheodolit Kern DKM 2-AEM mit dem elektrooptischen Distanzmesser DM 502 verwendet. Bei den geschilderten widrigen Wetterverhältnissen – starker Wind, Messen bei Regen und ohne Schirm, da dieser bei Wind nicht aufgestellt werden konnte – erwiesen sich die

Reflektorstandort



Instrumente als erstaunlich robust und wasserdicht. Angenehm wurde auch das schnelle Zentrieren und Horizontieren mit dem Zentrierstativ empfunden. Eine millimetergenaue Bestimmung der Instrumentenhöhe mit dem Lotstab über den Festpunkten im anstehenden Fels ist gut möglich. Trotz des heftigen Windes waren Zenitwinkelmessungen mit dem Flüssigkeitskompensator problemlos möglich. Bei den astronomisch-geodätischen Beobachtungen bewährte sich das Kippachsenmikrometer. Nachteilig war allerdings, dass bei aufgesetztem DM502 der Fokussiertrieb mit den nassen und gefühllosen Fingern nur schwer zu drehen war (größerer Fokussiertrieb ist einsetzbar, die Red.). Beim Transport der Geräte im Rucksack durch

dieses unwegsame, teils morastige, teils felsige Gebiet war das modulare Gerätesystem insofern günstig, als die Last verteilt oder den Arbeiten entsprechend reduziert werden konnte. Da bei solchen Unternehmungen nicht immer nur die jeweiligen Fachkräfte am Messen beteiligt sind, ist die leichte Handhabung des Reflektorstatives zu erwähnen.

Bei Unternehmungen fernab der Zivilisation ist es grundsätzlich zweckmässig, entscheidende Ausrüstungsteile entweder doppelt zu haben oder zumindest ersetzen zu können. Das freundlicherweise von der Firma Kern für beide Expeditionen zur Verfügung gestellte Ersatzgerät musste trotz rauhem Feldgebrauch nie benutzt werden.



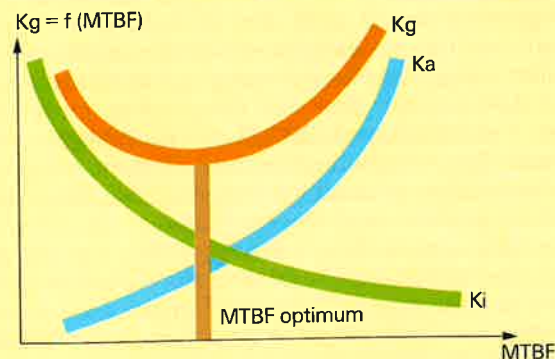
*Station
für Blockgletschermessung*

1 Die Gesamtkosten (K_g) – gleich der Summe von Anschaffungs- und Instandstellungskosten ($K_a + K_i$) – sind als Funktion der Ausfallrate (MTBF) aufgezeichnet. Das heisst: Je hochwertiger die Bauteile von Geräten, desto grösser ist der mittlere Abstand zwischen zwei Ausfällen. Damit hat man praktisch keine Instandstellungskosten, aber dafür einen unerschwinglichen Neupreis zu bezahlen.

2 Prinzipielles Ausfallverhalten eines Instrumentes oder Systems:
1. Frühausfälle, 2. Zufallsausfälle, 3. Verschleissausfälle, λ = Ausfallrate, t = Lebensdauer.

3 Praktisches Ausfallverhalten von Instrumenten. Beobachtungen der Erst-Reparaturen einer bestimmten Anzahl elektrooptischer Distanzmesser (EDM) in Funktion der Zeit. Es wurden total 530 Kern-EDM's über sechs Jahre ausgewertet. λ = Anzahl Erst-Reparaturen, J = Anzahl Jahre.

7



Die Zuverlässigkeit von Vermessungsinstrumenten

R. Wullschlegler

Die Zuverlässigkeit im Bereich der Technik wird immer bedeutsamer. Wertvolle und lebenswichtige Anlagen, wie sie beispielsweise in der Raumfahrt und Medizin hervorgebracht werden, müssen ausserordentlich zuverlässig sein. Hier können Ausfälle für Mensch und Wirtschaft enorme Konsequenzen haben. Aber auch störanfällige Vermessungsinstrumente sind bald einmal unwirtschaftlich.

Man kann behaupten: Je weniger Reparaturkosten und Stillstandszeiten entstehen, desto zuverlässiger sind technische Einrichtungen. Um dies zu erreichen, sind während der Entwicklung und bei der Herstellung des Gerätes aufwendige «Zuverlässigkeitsmassnahmen» zu ergreifen, die das Produkt teuer machen. Teuer allerdings nur in der Anschaffung, denn solche Gerätekonzeptionen erweisen sich nach längerer Zeit infolge ausbleibender Reparaturen und Stillstandszeiten preiswerter als die billigeren Konzeptionen.

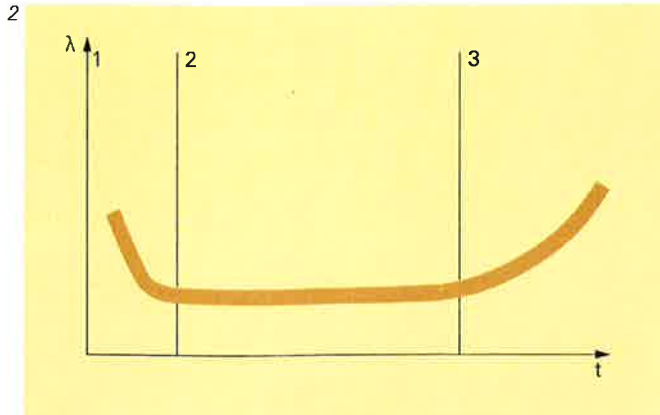
Ausfall und Zuverlässigkeit

Solche Zuverlässigkeitsmassnahmen sind vor allem die Wahl hochqualifizierter Bauelemente, die einen optimalen MTBF-Wert aufweisen (**M**ean **T**ime **B**etween **F**ailures). Der MTBF ist die mittlere Zeit zwi-

schen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen eines Bauelementes, ungeachtet der Qualität des Zusammenbaus des Elementes innerhalb der Baugruppe. Für nicht reparierbare Einheiten ist der MTBF-Wert die mittlere Lebensdauer. Der MTBF wird durch Langzeitbeobachtungen festgelegt. So rechnete man zum Beispiel für einen Transistor eine Ausfallrate (MTBF) von $60 \cdot 10^{-8}/h$ aus. Anders gesagt: der Ausfall eines Transistors trifft mit grosser Wahrscheinlichkeit nach rund 190 Betriebsjahren das erste Mal ein. Also hat der einzelne Transistor eine Lebensdauer, die weit über der eines Vermessungsinstrumentes liegt. Sind in einem Instrument zum Beispiel 50 solcher Transistoren eingesetzt, ergibt sich ein mittlerer Abstand zwischen zwei Ausfällen von 3,8 Jahren. Dieser Abstand schrumpft somit bei einem Instrument mit vielen Bauelementen zusammen.

Mit dem Einbau hochwertiger Teile sinken die Instandstellungskosten der Geräte. Der Kunde hat weniger Ausfallzeiten und die Zuverlässigkeit steigt. Ein erstrebenswertes Ziel bei der Herstellung von Vermessungsgeräten!

Aus dieser Erkenntnis lässt sich nun die in Fig. 1 dargestellte Aussage machen. Aus der Sicht des Kunden ist das Minimum der Kennlinie der Gesamtkosten (K_g) anzustreben. Diese Kennlinie ist eine Funktion der Zuverlässigkeit, ausgedrückt im mittleren Abstand zwischen zwei Ausfällen (MTBF). Der Hersteller ist bestrebt, dieser Forderung durch geeignete Massnahmen bei der Herstellung und Prüfung der Produkte und durch guten Service zu entsprechen. Dabei ist man



allerdings durch Marktlage und Konkurrenzsituation in der Optimierung noch zusätzlich eingeschränkt.

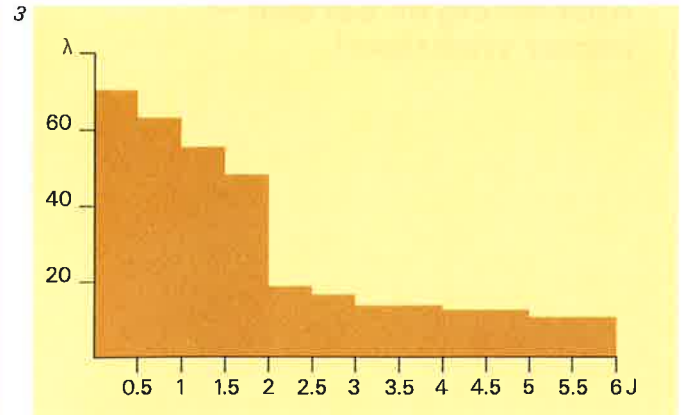
Ausfall und Lebensdauer

Kann ein Instrument nicht mehr repariert werden, so spricht man vom Totalausfall. Das Gerät hat ausgedient. Über die Dauer eines «Instrumentenlebens» fand man gewisse Gesetzmässigkeiten für seine Ausfallhäufigkeit heraus. Ähnlich wie im biologischen Bereich, zum Beispiel beim Menschen (Kindersterblichkeit, normale Sterberate, Alterssterblichkeit), kann man beim Alterungsprozess von Instrumenten drei Phasen abgrenzen:

1. Frühausfälle, 2. Zufallsausfälle, 3. Verschleissausfälle (Fig. 2).

Die Zahl der Frühausfälle ist zuerst gross (Testphase), nimmt dann aber rasch ab. Der Instrumentenhersteller verfolgt die Absicht, die Frühausfälle durch Dauertests (sog. Burn-in-Tests) der Einzelteile und Geräte aufzufangen. Da die Periode der Frühausfälle zeitlich nicht für jedes Erzeugnis genau abgegrenzt werden kann, wird eine bestimmte Zeit nach der Auslieferung als Garantiezeit bezeichnet. Die ganze erste Phase fällt praktisch in die Garantiezeit eines Gerätes. Der Käufer hat die Gewähr, dass auch «verspätet» auftretende Frühausfälle keine direkten Reparaturkosten verursachen.

In der zweiten Phase ist die Ausfallrate auf dem der Produktkonzeption zugrunde gelegten niedrigen Wert und bleibt konstant. Während dieser Phase bestimmen die Zufallsausfälle die Ausfallrate. Die Anzahl hängt



hauptsächlich von der Komplexität des Gerätes ab. In dieser Phase ist der MTBF-Wert das gebräuchliche Mass für die Zuverlässigkeit eines Gerätes. Aus wirtschaftlichen Gründen können Vermessungsinstrumente nicht so gebaut werden, dass die zu erwartende Ausfallrate (MTBF) gleich der Lebensdauer ist. Ein Service ist unerlässlich. In diesem Moment ist der gute Service daran zu erkennen, dass er die *Verfügbarkeit* des Gerätes in hohem Masse sicherstellt. Massgebend ist eine kurze Reparaturzeit inklusive Transport- und Wartezeit.

Gegen Ende der Lebensdauer steigt die Ausfallrate wieder an. Die Verschleissausfälle nehmen zu, bis schliesslich die Instandstellung unwirtschaftlich wird. Die hier theoretisch erläuterte Ausfall- oder Badewannenkurve wird durch Erhebungen unserer Servicestellen in der Praxis erhärtet (Fig. 3).

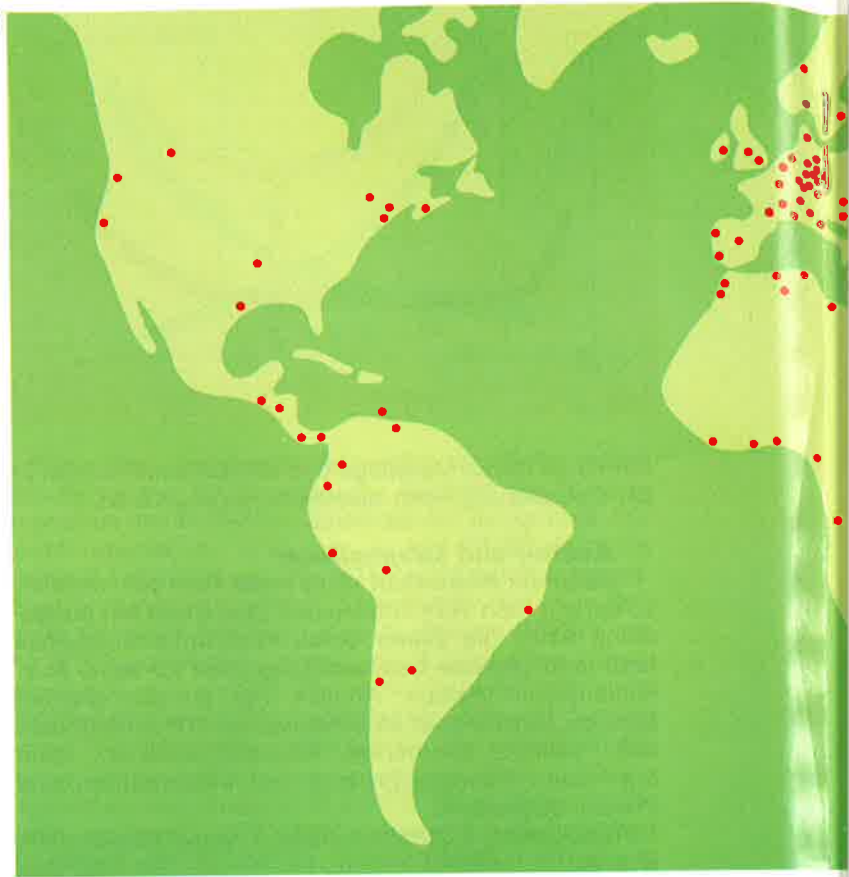
Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Wirtschaftlichkeit durch die Qualität des Ausgangsproduktes, nämlich seine Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, erreicht wird. Die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit wiederum werden durch die Wahl hochqualifizierter Bauteile oder den Einbau von Kontrollsystemen und einen seriösen Service stark verbessert.

Ausbildung im Service — immer wichtiger!

In den vergangenen Jahren haben sich die an einen Servicetechniker für Vermessungsinstrumente gestellten Anforderungen stetig ausgeweitet. Neben Optik und Feinmechanik muss er sich heute auch in den Bereichen Analog- und Digitalelektronik auskennen. Er muss deshalb mit den modernen elektronischen Messgeräten ebenso sicher umgehen können wie mit der Messuhr und dem Autokollimator. Ein wirkungsvoller und zuverlässiger Service kann nur aufrecht erhalten werden, wenn die erfahrenen Techniker regelmässig auf den neuesten Produkten ausgebildet und die Servicekandidaten sorgfältig in das komplexe Gebiet eingeführt werden.

Um dieser anspruchsvollen Aufgabe gerecht zu werden, hat Kern in Aarau eine neue Instruktionswerkstätte für Elektronik eingerichtet. Konzeption und Ausstattung wurden von Instruktoren des technischen Kundendienstes ausgearbeitet und auch weitgehend selber realisiert. Dadurch konnten die langjährigen wertvollen Erfahrungen optimal einfließen.

Dem Instruktor stehen heute selbstverständlich die notwendigen Einrichtungen für audio-visuellen Unterricht zur Verfügung. Alle Arbeitsplätze sind mit Elektronikkonsolen ausgerüstet, die auch an Gerätekombinationen ein zweckmässiges Arbeiten ermöglichen. Die hochwertigen elektronischen Schaltungen werden durch besondere Massnahmen vor Schäden durch elektrostatische Entladungen geschützt. Messsignale, Steuerbefehle, Testfunktionen und Audioinformationen können von der Instruktor-Konsole aus auf die einzelnen Arbeitsplätze übertragen werden. Auf diese



Weise kann der Ausbilder seine Klasse von maximal sechs Reparateuren optimal betreuen und ohne gegenseitige Störungen gezielt arbeiten lassen.

In der neuen Instruktionswerkstätte werden Einführungskurse für den Elektronikservice, Grundkurse für den Service an elektrooptischen Distanzmessern und an elektronischen Theodoliten sowie Ergänzungskurse für neue Gerätetypen durchgeführt. Die Absolventen sorgen für die fachgerechte Instandhaltung der elektronischen Kern-Vermessungsinstrumente in 80 Servicestellen auf der ganzen Welt. Über den aktuellen Ausbildungsstand der ungefähr 200 Servicetechniker wird sorgfältig Buch geführt. Jedes Jahr wird wieder ein den neuesten Produkten angepasstes Ausbildungsprogramm erstellt und allen Servicestellen abgegeben. Es



2



werden jedes Jahr ungefähr 15 Kurse von ein bis drei Wochen Dauer durchgeführt. Jeder dieser Kurse wird von den Teilnehmern mit einem Test abgeschlossen.

Diese relativ hohe Ausbildungsanforderung ist eine Kern-Dienstleistung, die entscheidend mithilft, eine hohe Verfügbarkeit der Kern-Produkte sicherzustellen. Selbstverständlich muss die Ausbildung auf einer zweckmässigen und vollständigen Servicedokumentation basieren und von einer leistungsfähigen und kompetenten Serviceunterstützung begleitet sein. Im technischen Kundendienst werden diese Aufgaben in enger Zusammenarbeit mit dem Instruktionssendienst und der Pilotservicestelle in Aarau wahrgenommen.

Wesentlich für den Erfolg von Serviceinterventionen ist jedoch, dass die Überlegungen zur Instandhal-

1 Die Verteilung unserer Servicestellen, weltweit

2 Ein Blick auf einen der modernen Arbeitsplätze in der Instruktionswerkstätte

tung bereits bei der Entwicklung eines Produktes einfließen und so zu servicefreundlichen Geräten führen.

Das weltweite Ansehen der Kern-Vermessungsinstrumente bezüglich Zuverlässigkeit und Servicefreundlichkeit zeigt, dass dem Aspekt der Instandhaltung auf der ganzen Linie grosses Gewicht beigemessen wird.



- 1 *Totalstation im Einsatz*
 2 *Gesamtansicht der Baustelle*



Wirtschaftliche Totalstation im Strassenbau

B. Kaiser

Die Nord-Süd-Verbindung zwischen Hochrhein und Italien durch den Gotthard ist seit dem Mittelalter ein ausserordentlich wichtiger Verkehrsweg. Diese trans-europäische Verbindung führt auch an der Stadt Basel, im Nordwesten der Schweiz, vorbei, wo sie in den letzten Jahren dem heutigen Verkehrsaufkommen angepasst wurde.

Die im Jahre 1966 begonnenen Arbeiten sind jetzt beinahe abgeschlossen. Der grösste Brocken war das sogenannte «Gellertdreieck». Ursprünglich wurde das Gellertdreieck durch zwei Bahnlinien gebildet. Da man ausgerechnet in diesem Gebiet die Transitstrasse durchführen wollte, war man gezwungen, die Bahnlinie in einer zweiten Ebene zu überlagern. Es entstand ein zweites Dreieck.

Das Gellertdreieck wurde in zwei Etappen realisiert. Die Verlängerung der Singerbrücke (Fig. 2) ist das letzte grosse Bauwerk im Gellert. In dieser Bauphase war der Einsatz des Geometers besonders wichtig. Er musste

praktisch täglich auf der Baustelle sein. Bei täglichem kurzen Einsatz ist es natürlich besonders angenehm, rasch aufstellbare Vermessungsinstrumente, bedienungsfreundliche Rechner und vielseitige Software zur Verfügung zu haben.

Folgende Instrumente von Kern kamen auf dem Feld zum Einsatz: Sekundentheodolit DKM2-A mit elektrooptischem Distanzmesser DM502, Taschenrechner HP-41CX mit Kern-Programmpaket für Aufnahme und Absteckung, Dateninterface DIF41, Reflektoren und Präzisionsdistanzmesser ISETH.

Im Büro standen unter anderem eine P652 von Olivetti und eine IBM/370-158 zur Verfügung.

An einem Bauwerk von der Art, wie es im Gellert entstand, kommt anspruchsvollere Bauvermessung zum Zuge:

- Bestimmung von Fixpunkten (X, Y, Z) durch Triangulation und Trilateration 5. Ordnung (Einzelpunktverdichtung)
- Absteckung der Hauptachspunkte und weiterer, durch geometrische Berechnungen vorgegebene Bauwerkspunkte
- Vermessungsskizzen und Protokolle
- Absteckung von wichtigen Bauteilen wie Pfeilern und Widerlagern

Wie wirtschaftlich sind elektronische Vermessungsausrüstungen?

In einem vermessungstechnisch anspruchsvollen Gelände, wie es die Bauzone an dieser Stelle in Basel ist, kann mit der beschriebenen Kern-Ausrüstung dreimal effizienter abgesteckt werden als dies mit herkömmlichen Methoden der Fall ist. Die Polarabsteckmethode kann optimal eingesetzt werden. Man erreicht damit für Vektoren zwischen 250 und 300m in mehr als 50 % der Fälle eine Absteckgenauigkeit unter 1 cm.

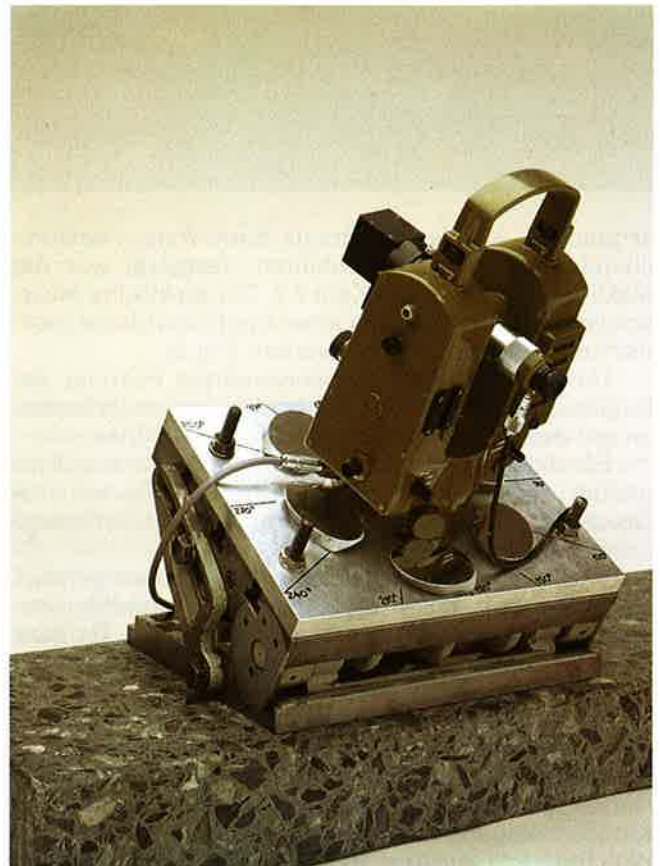
Die Kosten einer solchen Ausrüstung können durch den wirtschaftlichen Einsatz schnell amortisiert werden. Mit einer zehnpromtigen Abschreiberate und ungefähr fünf Felddagen pro Monat ist die Investition für eine solche Ausrüstung in fünf Jahren amortisiert. Das Umsteigen auf elektronische Vermessungsinstrumente dürfte also mit dieser Feststellung finanziell durchaus gerechtfertigt sein — wenn man die rein technischen Vorteile noch bedenkt, drängt sich die neue Generation der Vermessungsgeräte geradezu auf.

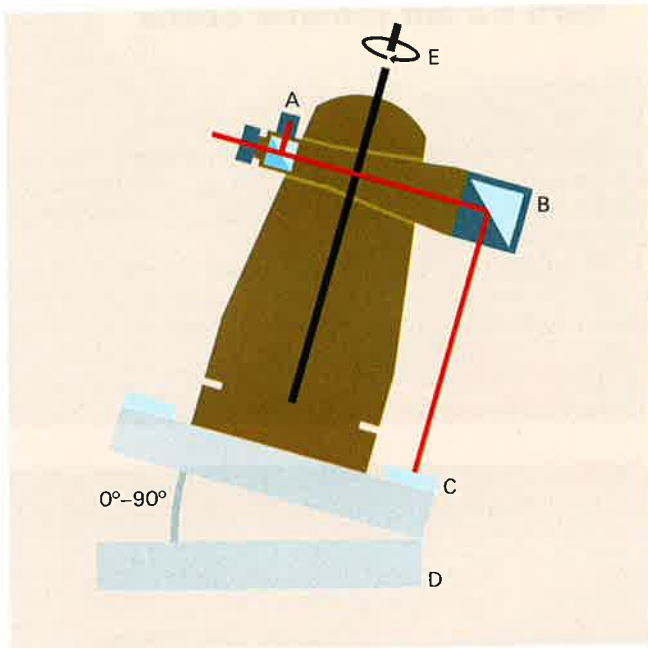
Kern E2 auf schiefer Ebene

Bei Radioteleskopen ist es üblich, die in horizontaler Lage justierten einzelnen Platten der Reflektorfläche auf ihre Justierhaltigkeit in verschiedenen Teleskopneigungen zu kontrollieren.

Für diese Arbeit ist das Messen von Vertikalwinkeln mit einem neigbaren Theodolit sehr nützlich. Der Theodolit neigt sich dabei mit der Stehachse des Tele-

Der Kiptisch mit dem E2 im Test.





Schema des Versuchsaufbaues:

Der Weg des Strahles (rot) verändert sich je nach Neigung des Kipptisches und der Lage des Theodolits. Diese Änderung kann als Vertikalwinkeldifferenz gemessen werden.

A = Autokollimation

B = Umlenkprisma

C = Spiegel

D = Kipptisch

E = Drehung des Theodolits (12 Messstellen)

skopes. Ein Kunde beauftragte Kern, Aarau, entsprechende Versuche durchzuführen. Testgerät war der elektronische Theodolit Kern E2. Der praktische Messvorgang kann mit dem auf einer kippbaren Ebene montierten Theodolit simuliert werden (Fig. 2).

Um beim Kippen die einwandfreie Führung der Kugeln im Planlager des Theodolits zu gewährleisten, wurde das Instrument entsprechend modifiziert.

Für die Montage des Theodolits auf dem Kipptisch genügt eine plangeschliffene Kontaktstelle mit drei Gewinden. Eine Horizontiervorrichtung im herkömmlichen Sinne fällt weg.

Wird ein Theodolit in solch extreme Lagen geneigt, entstehen trotz der verschiedenen mechanischen Vorkehrungen, je nach azimuthaler Lage des Gerätes, Abweichungen in der Vertikalwinkelmessung.

Diese Vertikalwinkeldifferenzen können mit Hilfe der Autokollimation (A) gemessen werden, indem man den Messstrahl über ein Umlenkprisma (B) via Spiegel (C) auf der schiefen Ebene ins Okular zurückwirft. Gemessen wird dabei jeweils in einer bestimmten Kipptischneigung (15°, 30° usw.). In jeder Neigung wird der Theodolit mit fest eingestellter Fernrohrneigung

(100 gon/90°) um seine Stehachse gedreht und der Einfluss der Stehachsdeformation als Vertikalwinkeldifferenz an 12 Stellen gemessen.

Ausgangs- oder sogenannte Nullmessung bildet eine Serie Messungen mit der Kipptischneigung 0°.

Die Testmessungen zeigten, dass sich die Vertikalwinkeldifferenzen innerhalb weniger Sekunden ($\pm 15''$) bewegen. Sie sind gleichförmig (Sinus). Das Messdiagramm kann somit zur Verbesserung der Resultate verwendet werden.



Florida: Neuer «Sunshine Skyway»

Situation der Baustelle.

Die neue «Sunshine Skyway»-Brücke in der Tampa Bay, Florida, ist mit ihren 6,5 km (4,1 Meilen) die längste Spannbetonbrücke auf dem amerikanischen Kontinent. Dieses bautechnische Meisterwerk ersetzt die alte, 300 m westlich davon gelegene Brücke, die durch einen Frachter teilweise zerstört wurde.

Die neue Brücke wurde in drei Phasen erstellt. Zuerst wurden die Fundamente für die Pfeiler gebaut. Danach errichtete man die Träger (Fahrbahn) für den Auf- und Abgang zur eigentlichen Brücke und die Verbindungen zum Festland. Die Montage der Hauptträger in der Brückenmitte folgte in der letzten Bauphase.

Die 52 m (175') hohen Hauptpfeiler, zwischen denen eine Strecke von 360 m (1200') frei überspannt wird, sind vor Ort betoniert worden. In diesem Bereich ist die Fahrbahn mit Drahtseilen an den Hauptpfeilern befestigt. Das Skelett der Brücke besteht aus vorfabri-

zierten Betonelementen. Die Einbaumethode der Elemente erfordert eine äusserst genaue Vermessung.

Zur Absteckung der Brücke wurde unter anderem auch eine Tachymetereinheit Kern DKM2-A/DM502, Feldrechner HP-41 mit Dateninterface Kern DIF41 und ein Zielpunktempfänger Kern RD 10 verwendet. Zwei Zentrierstative und zwei beleuchtbare Zieltafeln ermöglichten das rasche Zentrieren über den Kontrollpunkten mit der geforderten Genauigkeit und erleichterten das Arbeiten nachts und in der Dämmerung.

220 Tonnen millimetergenau plaziert

Die Eichstrecke für die Instrumente bestand aus drei exakt in einer Linie liegenden Punkte mit einem Abstand von 60 m. Die eigentliche Brückenvermessung erfolgte sowohl von der alten Brücke aus wie auch direkt auf der neuen Konstruktion. Zusätzlich wur-



den, möglichst nahe an der Baustelle, Türme zur Installation von Messstationen errichtet.

Die Brücke wurde mit der sogenannten «span by span»-Methode im freien Vortrieb gebaut. Ein Element, meist mit dem Pfeiler verbunden, dient dabei als Kontrollsegment. Dazwischen werden die bereits in der Vorfabrikation entsprechend dimensionierten Teile eingepasst. Indem die Sollwerte der Messungen vor Ort stets mit den theoretisch errechneten Werten verglichen werden, ist es möglich, die bis zu 220 Tonnen schweren Elemente millimetergenau an ihrem vorbereiteten Ort einzupassen.

Sehr kurze Bauzeit und strenge Einbautoleranzen verlangten zuverlässige und präzise Vermessungsinstrumente. Die Generalunternehmung entschied sich deshalb zur Hauptsache für Kern-Instrumente.

2 Das Skelett eines Hauptelementes. Die vorgefertigten Elemente sind 28 m (95') breit und 3,6 m (12') lang. 1200 m (4000') der Brücke wurden mit diesem Elementtyp gebaut.

3 Montage der vorgefertigten Träger. Die Pfeiler sind oval. Die statisch günstige Form vermag auch den in diesen Breiten auftretenden Hurrikans zu widerstehen.

4 Eine Station auf der alten Brücke.

Neues aus aller Welt

Kern im Tassili Hoggar

Das Tassili Hoggar liegt ungefähr 20 km südlich von Tamanrasset in Algerien. Ein 450 km² grosses Wüstengebiet soll dort erschlossen und kultiviert werden. Es bestehen bereits Pläne, wie das nötige Wasser in die Gegend zu leiten ist.

Mit einer Tachymeterausrüstung Kern E1/DM503 und einem HP-41-Rechner mit Dateninterface DIF41 wurden Profil- und topographische Grundlagemessungen gemacht. Mit den SICORD-Programmen von Kern ermittelte man die lokalen Koordinaten der aufgenommenen Hauptpunkte auf dem Feld. Von den Detailpunkten wurden Winkel und Distanzen erfasst.

Auch hier, praktisch inmitten der Wüste, haben sich Instrumente und Software sehr betriebstüchtig gezeigt. Das Berechnen vor Ort mit einfacher, der Aufgabe angepassten Hard- und Software, machte den Einsatz ausserordentlich wirtschaftlich. Hitze und Staub reduzieren die Konzentrationsfähigkeit. Rasches und einfaches Arbeiten sind deshalb in solchen Situationen Voraussetzung für sichere Resultate.



Neuartiger Freileitungsbau

Der Distrikt Indre (F) ist eine sehr abwechslungsreiche Gegend. Im Norden Getreidefelder so weit das Auge reicht, im Süden die Ausläufer des «Massif Central» mit den engen und unzugänglichen Tälern wie das der Creuse.

In dieser Gegend, wo sich auch namhafte Industrie niedergelassen hat (SITRAM-INOX), steigt der Energiebedarf stetig. In Anbetracht dieser Bedürfnisse entschied man sich für eine neue, 2500 m lange, doppelt geführte Stromleitung durch ein enges und schwierig begehbares Tal.

Traditionelle Baumethoden, wie zum Beispiel einbetonierte Betonpfeiler, erwiesen sich bald als beinahe unrealisierbar. Probleme ergaben sich vor allem mit dem Transport und dem Aufrichten der schweren betonarmierten Masten.

Man suchte nach neuen Möglichkeiten und fand diese schliesslich mit dem Einsatz von röhrenartigen, aus Blech geformten Masten. Ein solcher 18 m hoher Mast ist etwa 2500 kg leichter als ein gleichartiger in Beton und kann mit Hilfe eines Helikopters auf seinem Sockel plaziert werden.

Durch das geringe Gewicht konnte man auch höhere Masten produzieren. Dies wiederum ermöglichte es, die normalerweise auf einer solchen Strecke benötigte Anzahl Masten um zehn zu verringern. Sicher und ohne Kulturschaden anzurichten, wurden 19 Masten mit dieser Methode in einer Rekordzeit von ungefähr zwei Stunden gestellt. In weiteren vier Stunden waren die Leitungen aufgehängt. Fünf Tage nach

Baubeginn konnte die Strecke in Betrieb genommen werden.

Die Profilaufnahmen, das Erstellen der Betonsockel und das Einrichten der Leitungen wurde vermessungstechnisch mit der Tachymeterkombination Kern E1/DM503 und dem Feldcomputer ALPHACORD erledigt. Mit dieser Instrumentenkombination liessen sich die Arbeiten ausserordentlich rationell und sicher durchführen.

Die neue Technik, mit der man die Leitungen sechs Mal(!) schneller als auf herkömmliche Art bauen konnte, wurde in einem Lehrfilm festgehalten.

Die Herstellung des Filmes wurde auch von der Firma Kern namhaft unterstützt. Der Film ist bei uns erhältlich.

Kern-Geräte in Kambodscha

Seit 1979 unterstützen in Kambodscha Hilfsorganisationen wie UNICEF, OXFAM oder der Weltkirchenrat (World Council of Churches) u.a. mittels namhafter Projekte den Wiederaufbau im medizinischen und sozialen Bereich sowie der Landwirtschaft.

Ein Projekt soll in einem Gebiet von 60 km², 40 km südlich von Phnom Penh, den Reisanbau auch während der winterlichen Trockenzeit ermöglichen.

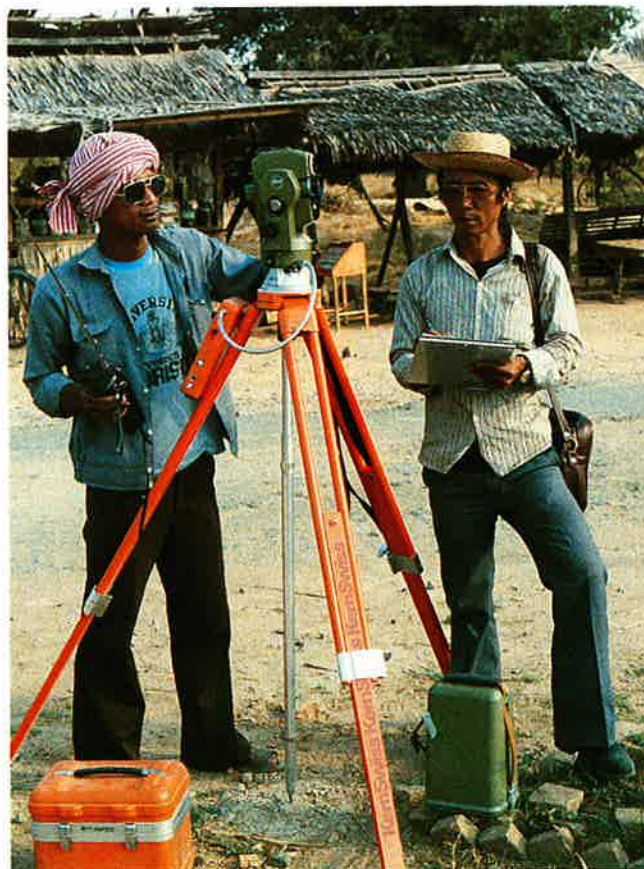
Als Grundlage für die Projektierung der Bewässerungskanäle musste vorerst ein topographischer Plan erstellt werden. Dazu wurde eine komplette Vermessungsausrüstung nach Kambodscha exportiert. Es handelt sich um den Ingenieurtheodolit Kern K1-M, den elektrooptischen Distanzmesser DM502 und ein GK 0-A-Nivellier mit sämtlichem Zubehör.

Die hohe Genauigkeit des Distanzmessers beim Messen langer Distanzen, wie sie in diesem sehr offenen, nur mit vereinzelt Büschen und Palmen bewachsenen Gebiet vorkommen, war dann für die Wahl der Instrumente ausschlaggebend.

In dem als eben erscheinenden Gebiet (30 km²) ergaben Berechnungen einen maximalen Höhenunter-

schied von 2,2 m. Eine Punktdichte von 50 bis 70 Höhenkoten pro Quadratkilometer bildete eine gute Basis zur Auswertung der Höhenlinien (Plan 1 : 50 000). Messtechnisch zeigte das Vorgehen mittels offener PP-Züge mit jeweils gemeinsamen Abschlusspunkten gute Resultate. Die lage- und höhenmässigen Kontrollen waren dadurch gewährleistet.

Sehr hohe Einspielgenauigkeit der Alhidadenlibelle sowie genaues Einstellen des Vertikalwinkels waren bei diesen Terrainverhältnissen unbedingt erforderlich. Die neue Generation der Khmers zeigte sich sehr gelehrig und beherrschte die für sie neuen Kern-Instrumente sehr bald. Die Ausrüstung bewährte sich in der Hitze und bei den «Geländefahrten» über die aufgerissenen und zerbombten Strassen bestens.



25 Jahre Kern in den Niederlanden

Seit 25 Jahren vertritt Herr H. B. A. Gadella die Firma Kern als Verkaufsleiter in Holland. Genau gleich lang ist auch Werkstattchef Herr E. W. Haug für Kern tätig. Ein Grund zum feiern! Kern lud deshalb die jubi-

lierenden Herren zu einer kleinen Feier ins Stammhaus nach Aarau (CH) ein. Mit der Übergabe eines Geschenkes und einer Urkunde würdigte man das treue und ausserordentlich tüchtige Team.

Herr Gadella vertritt in den ganzen Niederlanden Vermessungs- und Photogrammetriegeräte für Kern. Er kann sich als Vertreter der «pionierhaften Verkäufe» rühmen. War es doch Holland, wo das erste Kern Mekometer ME 5000 und die erste Industriemessausrüstung ECDS in Europa ausgeliefert wurde. Ebenfalls in Holland ist kürzlich das erste Geo-Informationssystem INFOCAM verkauft worden.

Auch das «Kern-Bulletin» gratuliert der Vertretung in den Niederlanden zum Jubiläum.

Hoher Besuch bei Kern in Ankara

Vom 12. bis 18. März 1986 fand in der Ausstellungshalle des Industrie- und Handelsministeriums in Ankara (Türkei) eine grosse Ausstellung statt, an der neben hohen Mitgliedern der türkischen Verwaltung auch der Premierminister Turgut Özal teilnahm. Die hohen Gäste wurden von den Herren Semith Doğan und Mehmet Otman am Stand von Kern begrüsst.



Der grosse Wurf: Das Präzisionsdistanzmessgerät Mekometer ME 5000

Durch den Einsatz modernster Technik ist es unseren Wissenschaftlern gelungen, den Messablauf des Mekometers vollständig zu automatisieren. Sie haben mit dem Mekometer ME 5000 auch die Möglichkeit, die Messung über einen Feldcomputer auszulösen und eventuelle Korrekturen (Temperatur, Druck usw.) mit zu berücksichtigen.

Die Genauigkeit wurde mit einem Helium-Neon-Laser und nur einem einzigen Kristall zur Modulation und Demodulation des Lichtes noch einmal erheblich gesteigert. Sie beträgt jetzt weniger als $\pm(0,2 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm/km})!$ Damit ist der ME 5000 weltweit das genaueste Präzisionsdistanzmessgerät im Kilometerbereich. Die Reichweite mit einem Reflektor liegt bei 5000 m.

Wie funktioniert das ME 5000?

Das Messprinzip sei hier in einfachen Worten kurz erläutert:

Die Hauptelemente des Messteils sind die Helium-Neon-Laserlichtquelle, der Lichtmodulator/Demodulator, ein Frequenzsynthesizer und ein phasenempfindlicher Lichtdetektor.

Der vom Helium-Neon-Laser ausgesandte Lichtstrahl wird, bevor er das Gerät verlässt, mit einer



bestimmten Frequenz moduliert (in der Polarisation verändert). Ist die austretende und zurückkommende modulierte Lichtwelle in ihrer Phasenlage gleich, was durch die Wahl der Frequenz erreicht werden kann, so liegt als Messdistanz zwischen Stand- und Zielpunkt ein ganzzahliges Vielfaches der halben Modulationswellenlänge vor. Der Lichtdetektor registriert in diesem Falle keinen Lichteinfall (Nullstelle). Das nächste grössere, ganzzahlige Vielfache (nächste Nullstelle) kann durch Frequenzveränderung gefunden werden.

Was wir nun brauchen, sind die exakten Frequenzen in diesen Nullstellen. Mit ihnen errechnet das Gerät über das interne Programm die genaue Distanz. Der ganze Vorgang bis zur digitalen Anzeige der Distanz geschieht vollautomatisch.