Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 68 (1970)

Heft: 5

Artikel: Moderne Methoden der Vermessung : nach einem Vortrag am 100jährigen Jubiläum der GEP

Autor: Conzett, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-223665

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: 11.07.2025

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

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik

Revue technique Suisse des Mensurations, de Photogrammétrie et du Génie rural

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik; Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie; Fachgruppe der Kulturingenieure des SIA

Editeurs: Société suisse des Mensurations et Améliorations foncières; Société suisse de Photogrammétrie; Groupe professionnel des Ingénieurs du Génie rural de la SIA

Nr. 5 · LXVIII. Jahrgang **Erscheint monatlich** **15. Mai 1970**

DK 528.02+528.063 «197»

Moderne Methoden der Vermessung

Nach einem Vortrag am 100jährigen Jubiläum der GEP

R. Conzett

Einleitung

1. Versucht man, die modernen Methoden der Vermessung durch möglichst wenig Schlagworte zu charakterisieren, so drängen sich «Elektronik» und «Automation» auf.

Die beiden Begriffe überdecken sich zwar: die Elektronik ist an der Automation stark beteiligt. Neben dem Computer – dem wohl wesentlichsten Element der Automation – spielt dabei die moderne Mathematik, besonders die mathematische Statistik, eine große Rolle.

2. Ich möchte im folgenden diese zusammenfassende Charakterisierung veranschaulichen; dabei gliedere ich in drei Teile: zuerst wird etwas über instrumentelle Entwicklung gesagt; ein zweiter Abschnitt befaßt sich kurz mit Berechnungsmethoden, und der dritte Teil will auf Probleme hinweisen, die – wie es mir scheint – tiefergreifende Änderungen andeuten.

Instrumente

1. Inbegriff eines modernen Vermessungsinstrumentes – die Photogrammetrie ist nicht Gegenstand dieses Vortrages – ist heute zweifellos der elektronische Entfernungsmesser. Noch vor kurzem konnte man leicht überblicken, was da auf dem Markt zu kaufen war: *Geodimeter* mit elektrooptischen Trägerwellen oder *Tellurometer* mit Mikrowellen im Zentimeterbereich war die Frage.

2. Heute besteht bereits ein ganzes Sortiment von Gerätetypen, die sich durch Reichweite, Genauigkeit, Zeitaufwand für Installation und Messung, Bedienungskomfort und Preislage unterscheiden. Ich erwähne als aktuelle Auswahl das Geodimeter Typ 6, ein elektrooptisches Gerät, und den Distomat DI10, dessen Bedienungskomfort so groß ist, daß man ernsthaft daran denkt, damit Tachymeteraufnahmen in der Detailvermessung durchzuführen.

In allerneuester Zeit mißt man mit dem in England entwickelten Mekometer Distanzen von einigen hundert Metern auf Zehntelmillimeter.

3. Eine neue Entwicklungsrichtung steht unter dem Stichwort Laser. Was ist Laser? Laser ist eine Strahlungsquelle, die eine hochintensive elektromagnetische Strahlung emittiert. Die Strahlung wird vorwiegend im sichtbaren und infraroten Bereich erzeugt. Sie ist nahezu kohärent; das heißt, die Schwingungen haben gleiche Frequenz, gleiche Phase und dieselbe Schwingungsebene. Laser hat eine außerordentlich hohe Strahlungsdichte und eine gute Bündelung (bei Gaslasern 1′).

Ich kann hier nicht anschaulicher zeigen, was Laser ist; es gibt dazu in der Fachliteratur ausgezeichnete Abhandlungen. Ich möchte nur feststellen, daß Laser eine äußerst vielseitig anwendbare Technik geworden ist. In der Geodäsie spricht man zurzeit vorwiegend von der Anwendung bei der elektrooptischen Distanzmessung.

Mit Laser anstelle der Quecksilberdampflampe präsentiert sich das neue Geodimeter Typ 8. Es unterscheidet sich vor allem durch eine größere Reichweite von den bisher bekannten Geodimeter-Typen. An der Genauigkeit von $\pm$ (6 mm + 1 mm/km) scheint sich bei normalen atmosphärischen Verhältnissen nichts zu ändern. Praktische Versuche ergaben eine Reichweite von etwa 50 km.

Ein amerikanischer Laser-Distanzmesser nennt sich Geodolite 3G. Seine Genauigkeit wird relativ mit $\pm 10^{-6} \cdot D$ angegeben, wobei eine untere Grenze von $\pm$ 1 mm besteht. Distanzen von 60 km bei Tag und 75 km bei Nacht werden – nach Angaben der Firma – in 2 bis 3 Minuten gemessen!

4. Es zeichnen sich weitere Laseranwendungen in der Geodäsie ab: Man spricht vom «aktiven Zielstrahl», der für Absteckungen und für Flächennivellemente bereits praktische Bedeutung erlangt hat: Die Ziellinie eines Instrumentes wird durch einen Laserstrahl «materialisiert»; man kann – ähnlich wie bei der gespannten Schnur – den Strahl als Bezugslinie benützen. Entsprechende Instrumente werden angeboten.

Weiter wird von Entwicklungen mit dem sogenannten «Ringlaser» berichtet: mit nordanzeigenden und richtungsstabilisierenden Instrumenten mit Ringlaser soll man wesentlich genauer und schneller messen können als mit dem heutigen Kreisel; Ringlaser soll auch für automatisch zu registrierende Kreisablesungen neue Möglichkeiten erschließen.

Schließlich ist noch die Bedeutung von Laser in der Nachrichtenübermittlung zu erwähnen – ein Aspekt, der bei integrierten Datenverarbeitungssystemen Bedeutung haben könnte.

5. In diesem Zusammenhang weise ich noch darauf hin, daß intensiv daran gearbeitet wird, Meßdaten im Feld automatisch zu registrieren. Die Code-Theodolite von Fennel und Kern sowie ein neues Zeiss-Gerät «Reg Elta» zeigen das Resultat dieser Entwicklung. Der Reg Elta vereinigt erstmals die elektronische Entfernungsmessung mit der automatischen Registrierung.

Es fällt mir zurzeit allerdings schwer, den technischen Aufwand und die Kosten dieser Geräte mit der Erhöhung des Wirkungsgrades – mindestens in unseren schweizerischen Verhältnissen – ins Gleichgewicht zu bringen.

Berechnung

1. In diesem zweiten Abschnitt möchte ich kurz etwas über Elektronik und Automation in der Berechnungstechnik sagen.

Es besteht kein Zweifel, daß hier der elektronische Rechenautomat vieles grundlegend geändert hat und noch weiter ändern wird.

Ich kann nur summarisch auf die Gründe eingehen, die dazu führten. Vorerst ist es der programmgesteuerte, automatische Ablauf, der es erlaubt, komplexere Rechenabläufe zuverlässig abzuwickeln; es können Meß- und Rechenverfahren eingesetzt werden, die manuell zu aufwendig wären. Daß die Computer unvorstellbar schnell rechnen, ist vorerst nicht so wesentlich; wichtiger ist ihre Zuverlässigkeit.

Gerade deshalb verlagert sich das Schwergewicht des Computereinsatzes immer mehr darauf, Meßwerte auch auf ihre Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit zu prüfen oder gar durch bestimmte Kriterien Mängel in den Dispositionen, etwa in einer Netzanlage, aufzuzeigen.

Zielsetzung bei allen Bestrebungen, noch bessere Programmsysteme zu entwickeln, muß sein, Mensch, Methode und Instrument in eine ausgewogene optimale Organisation einzugliedern, die nicht nur leistungsfähig ist, sondern auch zuverlässig auf Fehlleistungen reagiert.

2. Solche Bestrebungen führen zur Entwicklung neuer Komponenten an den Berührungsstellen zwischen Mensch und Maschine: ich nenne sie generell automatische Datenerfassung und automatische Datendarstellung. Beispiele für automatische Datenerfassung sind die früher genannten automatisch registrierenden Tachymeter, ferner photogrammetrische Auswertegeräte und Koordinatographen mit automatischer Registrierung; als Beispiele für die automatische Datendarstellung erwähne ich automatisch gesteuerte Koordinatographen, automatische Zeichengeräte und die sogenannten Bildschirme.

Ganz allgemein formuliere ich als Zielsetzung einer optimalen Datenverarbeitungsorganisation: Dem Ingenieur sollen immer schneller bessere (zum Beispiel anschaulich dargestellte), zuverlässigere Informationen zur Verfügung gestellt werden, damit er bessere Entscheidungen treffen kann.

3. Neben dem modernen Großcomputer mit beinahe unbegrenzter Speicherkapazität und unvorstellbarer Rechengeschwindigkeit tritt der kleine, sogenannte Tischcomputer auf. Seine Stärke besteht darin, daß er leicht zugänglich ist. Auf Grund eigener Erfahrungen kann er durchaus auch als Feldcomputer eingesetzt werden. Mit einem Meßwagen, von dem aus man in unwegsamem Gebiet Funkverbindungen zu Beobachter und Instrument hat, lassen sich zum Beispiel Koordinatenberechnungen, Absteckungselemente aus Koordinaten und Rekonstruktionen sehr speditiv erledigen.

Ich glaube aber, der Tischcomputer in dieser Funktion sei eher eine Übergangslösung. Wer ihn als Alternative zum Großcomputer betrachtet, darf nicht übersehen, daß die Absicherung gegen Fehler, die erwähnte dichte Information über Genauigkeit, Zweckmäßigkeit und Zuverlässigkeit der Resultate nur mit dem Großcomputer mit großer Speicherkapazität, mit großer Rechenleistung denkbar ist. Die ideale Lösung: durch Fernübertragung muß der Großcomputer für kleinere Berechnungen zugänglicher gemacht werden. In dieser Richtung sind in nächster Zeit praktische Fortschritte zu erwarten.

Etwas ist noch bemerkenswert: bei den neuesten Tischcomputern kann man Daten und Programm über Lochstreifen ein- und ausgeben. Wird daraus eine neue periphere Einheit in einem integrierten Datenverarbeitungssystem?

Es ist bezeichnend, daß dieser Abschnitt mit einer Frage endet.

Optimierung

1. Alle bisher angeführten technischen Neuerungen im Instrumentenbau und in der Rechentechnik – die jetzt allerdings Datenverarbeitungstechnik genannt werden müßte – haben die Vermessung stark verändert. Ich glaube aber, daß noch viel weitergehende Änderungen zu erwarten sind, deren Ursprung außerhalb von Meßtechnik und Berechnungstechnik liegt. Sie stehen aber zweifellos in engstem Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Computer und Mathematik und beschränken sich nicht auf die Vermessung; ähnliche Tendenzen sind in den anderen Ingenieursparten und in kommerziellen Sachgebieten festzustellen.

2. Um diese Andeutung an einem Beispiel verständlich zu machen, setze ich mich mit einigen Fragen über geodätische Fixpunktnetze auseinander.

Früher, «im vergangenen Zeitalter der Einzelpunkteinschaltungen», beurteilte man die Qualität eines Punktes (und damit auch des Netzes) durch die Fehlerellipse. Diese konnte mit einfachen Mitteln auch vor der Messung und Berechnung – bei der Netzdisposition – konstruiert oder berechnet werden.

Der Computer hat inzwischen dafür gesorgt, daß das unzulängliche mathematische Modell einer Folge von Einzelpunktausgleichungen auf das bessere Konzept der Mehrpunkteinschaltung erweitert wurde. Man darf feststellen, daß sich diese Verbesserung in der Praxis allgemein durchgesetzt hat; Triangulationen 4. Ordnung, Absteckungs- und Deformationsnetze, aber auch untergeordnete Paßpunktbestimmungen werden heute meist in einem Guß ausgeglichen. Dabei ist es nicht schwer, elektronische Distanzmessungen in solche Ausgleichungen einzubeziehen.

Trotzdem ein paar kritische Fragen: Wie, mit welchen Kriterien beurteilen wir solche Netze? Wie wird versucht, ein optimales Netz aufzubauen, ein Netz, das mit einem Minimum an Aufwand das geforderte Resultat gibt? Was ist denn überhaupt das geforderte Resultat?

Bei einer Tunneltriangulation läßt sich diese Zielsetzung etwa als Vorschrift für den mittleren Durchschlagsfehler leicht formulieren. Auch bei

Deformationsmessungen kann man fordern, daß sich zum voraus festgelegte Minimalbeträge einer Verschiebung – falls überhaupt Verschiebungen vorhanden sind – als signifikant erweisen müssen. Wie steht es aber bei einer Triangulation 4. Ordnung? Was wird da gefordert? Ein bestimmter mittlerer Fehler gegenüber dem Netz höherer Ordnung? Eine bestimmte relative Genauigkeit benachbarter Punkte? Wie wird das beurteilt? Generell formuliert: Welches Netz schneidet beim Vergleich zweier Lösungen besser ab? Welches ist besser? Welches optimaler?

Ich glaube, daß wir in Theorie und Praxis vernachlässigen, exakt formulierte Antworten auf solche Fragen zu suchen. Ich glaube auch, daß diese Vernachlässigung unserem Beruf schadet, weil so der Unterschied zwischen guten und weniger guten Lösungen (zwischen guten und weniger guten Vermessern) zu wenig zum Ausdruck kommt. Wir begnügen uns vielleicht zu oft damit, bestehende Vorschriften einzuhalten, ohne uns mit dem Sinn der Aufgabe, des Auftrages, genügend auseinanderzusetzen.

3. Ich fasse das Gesagte in folgende drei Fragen zusammen:

Wie beurteile ich ein Netz?

Wie formuliere ich die Anforderungen an ein Netz?

Wie optimiere ich ein Netz?

Und ich füge bei, daß zu diesen Fragen der holländische Professor Baarda [1, 2] in letzter Zeit wichtige Beiträge geleistet hat, auf die ich mich im folgenden meistens beziehe.

4. Zur ersten Frage: Wie beurteile ich ein Netz?

Die Fehlerellipse, als mittlere Fehlerellipse oder als Konfidenzellipse eines bestimmten Niveaus, ist als Kriterium für die Beurteilung der Punktgenauigkeit bekannt und üblich. Gelegentlich wird sie zwar mangelhaft interpretiert: selten werden die Fehlerellipsen der Punkte durch die sogenannten relativen Fehlerellipsen ergänzt, mit denen sich die relative Genauigkeit zwischen ausgeglichenen Neupunkten angeben läßt. Diese wichtige Information ist kaum bekannt.

Aber auch diese verbesserte Beurteilung ist unvollständig, enthält sie doch nur den Einfluß zufälliger Fehler. Baarda legt überzeugend dar, daß zur Beurteilung eines Netzes weitere Kriterien gehören. Neben der Genauigkeit, die sich auf zufällige Fehler bezieht, führt er mit exakten statistischen Definitionen Größen ein, die grobe und systematische Fehler einschließen. Ich kann in diesem Vortrag nicht auf die mathematischen Formulierungen dieser Theorie eingehen. Ich kann nur versuchen, zu veranschaulichen, worum es sich handelt.

Ein einfaches Beispiel soll dabei helfen; es ist aus der Literatur bekannt [3].

Beide im Bild 1 gezeigten Vorwärtseinschneiden geben fast kreisrunde Fehlerellipsen, die bezüglich der linearen Randverteilungen als 99%ige Konfidenzellipsen dargestellt sind. Die Genauigkeit – sie bezieht sich auf zufällige Fehler – ist für beide Netze ungefähr von gleicher Größenordnung.

Verschieden verhalten sich aber die beiden Netze, wenn man bei der

Beurteilung grobe Fehler mitberücksichtigt. Ich will das folgendermaßen erläutern:

Nehmen wir im Netz links an, die Azimutmessung φ_1 sei mit einem groben Fehler behaftet. Überschreitet dieser einen bestimmten Betrag, so wird das in der Berechnung spürbar; es treten «zu große» Widersprüche auf; φ_1 und φ_3 halten sich gegenseitig unter Kontrolle. Wie steht es aber mit φ_2? Es ist offensichtlich, daß im Netz links φ_2 sehr schwach kontrolliert ist: die Koordinate x des Neupunktes kann durch grobe oder systematische Fehler stark verfälscht sein, ohne daß man das in der Berechnung spürt: der Punkt ist zwar (bezüglich zufälliger Fehler) genau, aber «unzuverlässig» bestimmt. Um die Zuverlässigkeit darzustellen, kann man ausrechnen, wie groß ein grober Fehler einer Messung sein muß, damit er mit einer Wahrscheinlichkeit von zum Beispiel 80% in einem bestimmten Test aufgedeckt wird. Die Auswirkung solcher Grenzwerte auf die Koordinaten kann man ausrechnen; aus jeder Beobachtung resultieren Grenzwerte für x und y. In der Figur 1 ist mit den maximalen Beträgen von Δx und Δy ein Rechteck gezeichnet, welches die Zuverlässigkeit darstellen soll.

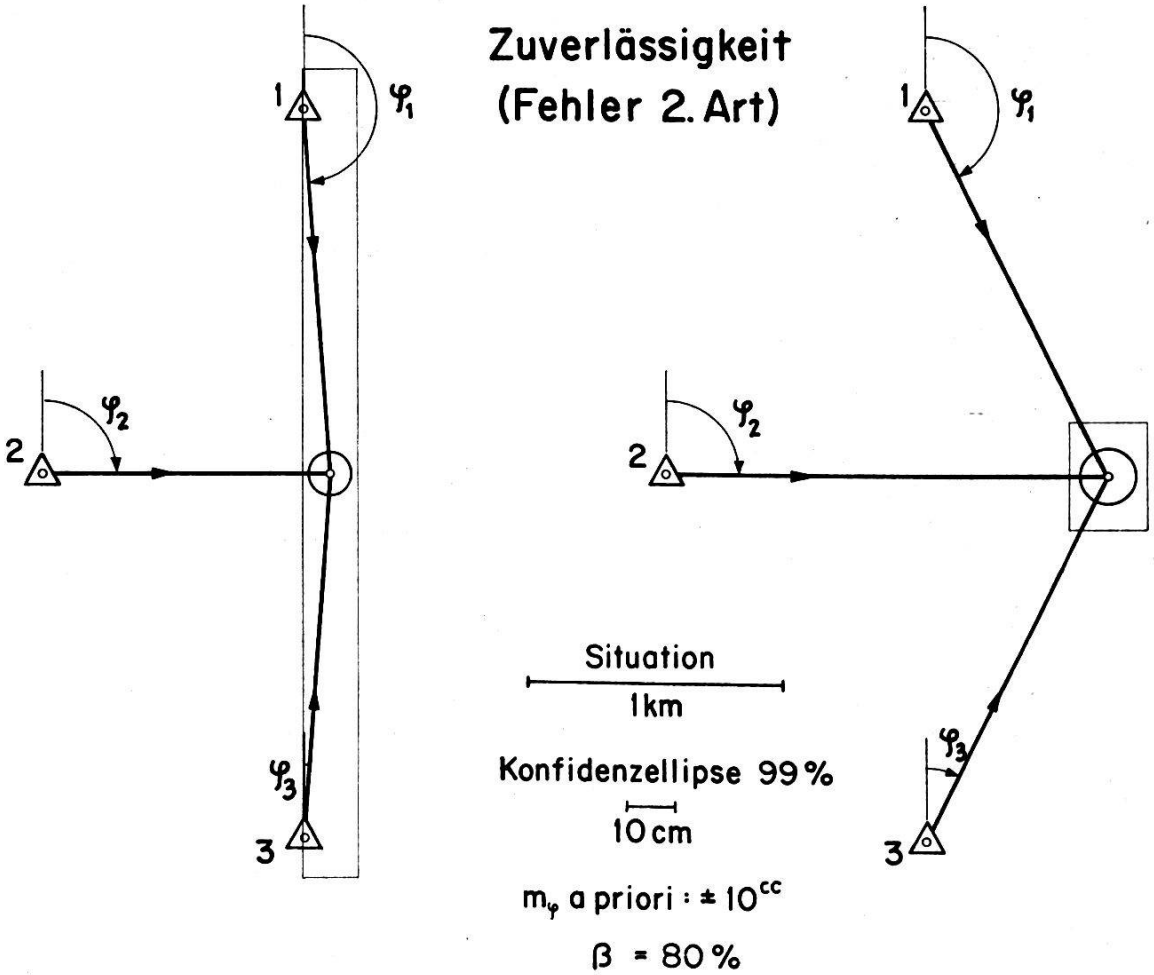

Bild 1

Die Gegenüberstellung der beiden Netze im Bild 1 bringt zum Ausdruck, daß das Netz rechts fast ebenso genau, aber wesentlich zuverlässiger ist als das Netz links.

Das Beispiel mag trivial erscheinen; es dient hier lediglich der Veranschaulichung des Begriffes der Zuverlässigkeit. Die Berechnung solcher Zuverlässigkeiten in komplexen Netzen führt aber auf sehr interessante Netzeigenschaften, die besonders bei kombinierten Strecken-Richtungsnetzen noch kaum erforscht sind.

Baarda weist sicher mit Recht darauf hin, daß, auf unser Beispiel übertragen, eine Punktbestimmung nicht befriedigen kann, wenn zwar ein linearer mittlerer Fehler von nur 1,6 cm auftritt, daneben aber eine Unzuverlässigkeit vorliegt, die in unserem Fall links – bei einem Wahrscheinlichkeitsniveau von 80 % – etwa 80 cm beträgt. Daß solche modernen Konzepte der mathematischen Statistik nicht nur graue Theorie sind, möchte ich an einem zweiten Beispiel darlegen. Es stammt aus der täglichen Praxis.

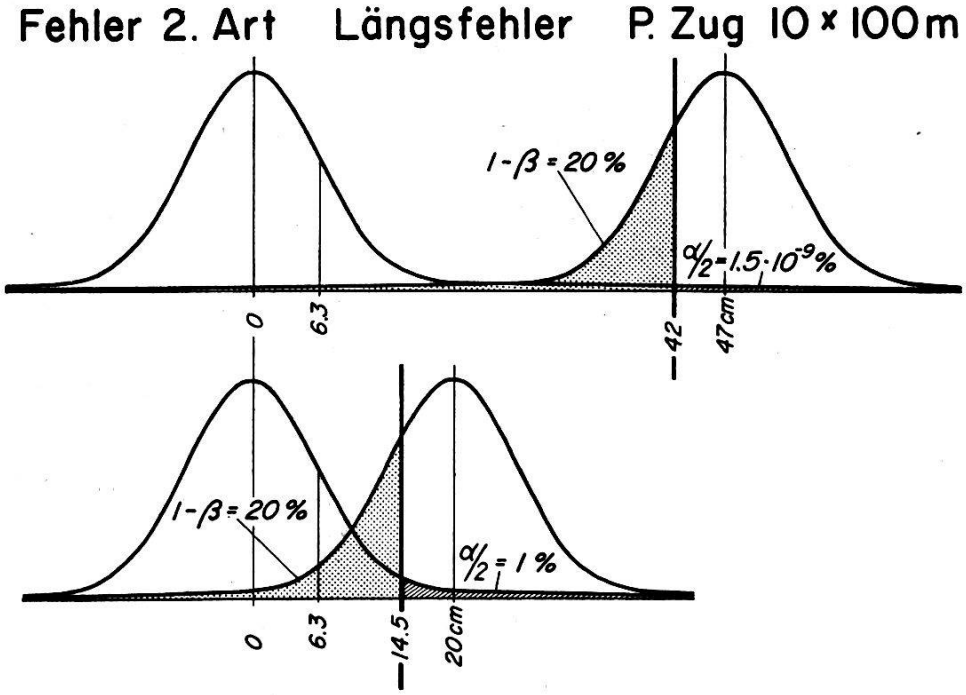

Bild 2

Im Bild 2 ist der zufällige mittlere Längsfehler des Endpunktes eines gestreckten Polygonzuges von 10 Hundertmeterseiten durch eine Glockenkurve dargestellt. Der mittlere Fehler a priori einer Seite sei $\pm$ 2 cm, was auf einen mittleren Längsfehler des Zuges von $\pm$ 6,3 cm führt. Nach den Toleranzen der Schweizerischen Grundbuchvermessung, Instr. II, sind hier 42 cm als Abschlußfehler zugelassen. Unter der Annahme fehlerloser Fixpunkte rechnet man daraus ein Risiko von 3.10^{-9} %, daß die Toleranz infolge zufälliger Fehlereinflüsse überschritten wird. Dieses kleine Risiko ergibt aber den Nachteil, daß es viel unwahrscheinlicher wird, allfällige grobe Fehler, die in den Messungen enthalten sein könnten, mit dieser Toleranzschranke aufzudecken. Die Zeichnung sollte klarmachen, daß (mit einem Irrtumsrisiko von 20 %) erst ein grober Fehler von größer als 47 cm entdeckt wird. Die Chance, einen 20-cm-Fehler zu entdecken, ist sehr klein!

Im untern Teil der Figur sind vernünftigere Verhältnisse dargestellt. Das Risiko, die Toleranz wegen zufälliger Fehler zu überschreiten, ist mit 2% eingesetzt; dadurch wird ein grober Fehler von + 20 cm mit 80% Sicherheit entdeckt.

Fälschlicherweise glaubt man allgemein, engere Toleranzen bedeuteten zwangsläufig höhere Genauigkeit; in Wirklichkeit geht es oft um eine höhere Zuverlässigkeit.

5. Ich fasse auf Grund der beiden Beispiele zusammen: Zur Beurteilung eines Netzes – auch ein Polygonzug ist ein Strecken-Richtungsnetz – gehört nicht nur der Einfluß der zufälligen Fehler; auch die Zuverlässigkeit, die zu einem bestimmten Wahrscheinlichkeitsniveau gehört, ist wichtig. In der Terminologie der mathematischen Statistik ausgedrückt: es geht um die sogenannten Fehler 2. Art, auch Konsumentenrisiko genannt. Damit ergeben sich neue, zusätzliche Aspekte zur Frage: Wie beurteile ich ein Netz? Aber auch die Frage nach den Anforderungen an ein Netz sind neu gestellt.

6. Erst auf Grund dieser neuen Sicht kann nun die Frage nach dem optimalen Netz richtig formuliert werden.

Optimieren heißt, eine Zielfunktion festlegen, die zu minimalisieren ist, wobei bestimmte Bedingungen eingehalten werden müssen.

Schon Schreiber hat das Problem der Gewichtsoptimierung für ein Basisvergrößerungsnetz behandelt. Das Problem soll aber jetzt viel weiter gefaßt werden. Es ergibt sich eine neue Leitidee: Wir geben (dem Computer) für ein zu messendes Netz die Geometrie und alle rekognoszierten freien Sichtverbindungen vor, wir geben (ihm) Angaben über den Aufwand, der nötig wäre, um auf den einzelnen Punkten des Netzes Messungen durchzuführen; wir versuchen zum Beispiel Bedingungen über die absolute und die relative Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der einzelnen Punkte zu formulieren. In diesem Fall ist die dem Problem angepaßte zu minimierende Zielfunktion der Aufwand für die Beobachtungen.

Die Aufgabenstellung kann aber auch völlig anders sein: bei gegebenem Aufwand sei zum Beispiel die Genauigkeit bestimmter Richtungen oder Distanzen möglichst groß zu erhalten, wobei als Nebenbedingung eine bestimmte vorgegebene Zuverlässigkeit einzuhalten ist.

Wie lange hätte ein schneller Computer an einem solchen Problem zu rechnen? Ich weiß es nicht; ich weiß auch nicht, ob das nicht ein teures «Optimieren» gäbe; ich pflichte nur der kürzlich an einem geodätischen Symposium geäußerten Meinung bei, daß in andern Fachgebieten entsprechende, aber wesentlich schwierigere (das heißt mathematisch schwerer faßbare) Probleme in letzter Zeit erfolgreich gelöst worden sind. Hier spielt der Computer eine neue Rolle, für die ihn seine Schnelligkeit befähigt: er kann Hunderte, ja Tausende von Datenkombinationen in kurzer Zeit vergleichen.

7. Ich behaupte noch keineswegs, daß solche Bestrebungen direkt zu besseren Lösungen führten, daß der Aufwand solcher Optimierungen für die Praxis vertretbar sei.

Das darf uns aber nicht hindern, klare Formulierungen über Zielsetzungen, über optimale Lösungen an verschiedensten Modellen zu suchen. Unser Urteilsvermögen hinsichtlich der alltäglichen Vermessungsprobleme wird dadurch zweifellos geschärft.

8. Ich habe jetzt ausführlich über die Optimierung von Triangulationsnetzen gesprochen; das ist gewiß ein wichtiges, auch ein zweckmäßiges Beispiel, vor allem deshalb, weil es der mathematischen Betrachtungsweise gut zugänglich ist. Aber es ist doch nur ein Beispiel. Viele andere noch wichtigere aktuelle Probleme des Vermessungswesens ließen sich unter ähnlichen Gesichtspunkten betrachten: Modelle, Zielfunktionen, Nebenbedingungen, Optimierung sind Begriffe, die sich weit in unsere Diskussionen über Datenverarbeitungssysteme und Vermessungsleitbilder hinein verfolgen ließen.

Schluß

Was ist moderne Vermessung? Die moderne Vermessung ist zu einer dynamischen Technik geworden. Auch klassische, festfundierte Ideengebäude, wie die Fehlertheorie, die Ausgleichungsrechnung, die Triangulation, werden durch neue Instrumente, neue Rechenmethoden und neue Ideen verändert.

Mit der allgemeinen technischen Entwicklung verbindet sich eine zunehmende Abstraktion von Begriffen und Modellen, eine zunehmende Mathematisierung; die Verfahren sind oft nicht mehr einfach und anschaulich erfaßbar.

Die neuen Möglichkeiten des Computers lassen neue Fragestellungen zu – Fragestellungen, die bisher vielleicht deshalb oft verdrängt worden sind, weil keine praktische Lösung denkbar schien.

Heute formulieren wir neue Zielfunktionen; wir stellen alte Zielsetzungen in Frage. Viele sehen darin eine Zeit-, eine Modeerscheinung. «In Frage stellen» heißt für sie beinahe schon niederreißen, zerstören. Es scheint mir reizvoll, dieses «in Frage stellen» nüchtern, sachlich, vorurteilsfrei auf alle unsere vermessungstechnischen und vermessungspolitischen Probleme zu beziehen. «In Frage stellen» heißt: Erträgt das, was wir heute in der Praxis tun, eine kritische Analyse? Aus solchen kritischen Analysen ergeben sich oft neue, bessere Lösungen: «moderne Methoden der Vermessung» sind für mich Methoden, die mit zeitgemäßen Mitteln (Elektronik, Automation, moderner Mathematik) bessere, optimale Lösungen unserer Probleme erlauben.

Literatur

[1] *W. Baarda:* Statistical Concepts in Geodesy. Netherlands Geodetic Commission, Publications on Geodesy, Vol. 2, New Series, No. 4.

[2] *W. Baarda:* A Testing Procedure for Use in Geodetic Networks. Netherlands Geodetic Commission, Publications on Geodesy, Vol. 2, New Series, No. 5.

[3] *K. Reicheneder:* Die Sicherheit einer Punkteinschaltung, ein Beitrag zur Fehlertheorie. Zeitschrift für Vermessungswesen 1941, S. 386.