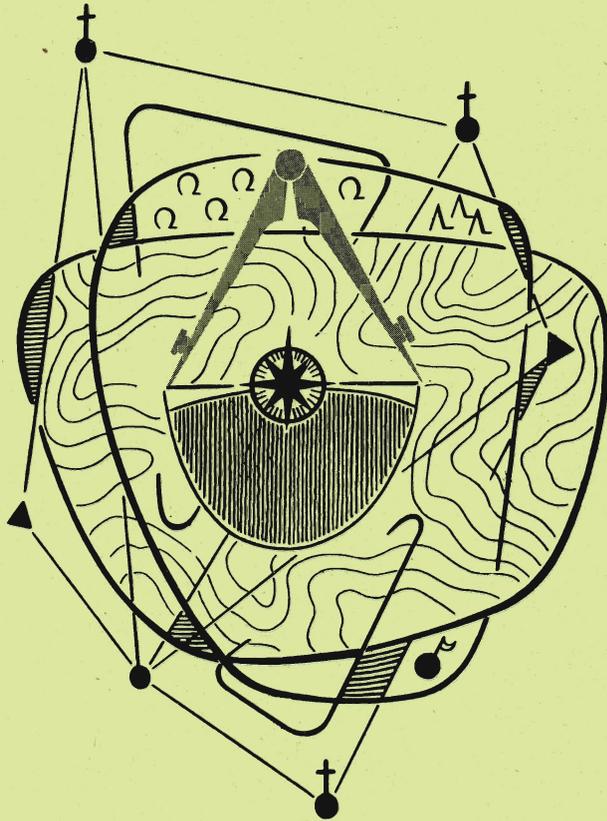


NACHRICHTEN DES NIEDERSÄCHS. VERMESSUNGS-  
BEZIRKS UND KATASTERVERWALTUNG

Kaunz

H 6679 F



Nr. 2

HANNOVER · 35. Jahrgang

2. VIERTELJAHR 1985

# NACHRICHTEN DER NIEDERSÄCHSISCHEN VERMESSUNGS- UND KATASTERVERWALTUNG

Herausgegeben vom Niedersächsischen Minister des Innern, Hannover

---

**Nr. 2**

**Hannover · Juni 1985**

**35. Jahrgang**

---

## INHALT

STELLOH	Der Rückblick eines 90jährigen Beamten des Katasteramtes Sulingen . . . . .	75
WENDT	Erneuerung des Lagefestpunktfeldes . . . . .	81
HÖPCKE	Letzte Winkelmessungen im Hauptdreiecksnetz . . . . .	83
PÖTZSCHNER	Die Streckenmessungen I. Ordnung in Niedersachsen . . . . .	92
GESSLER	Astronomisch-geodätische Arbeiten in Niedersachsen . . . . .	97
MELISS/UMBACH	Die Messungsarbeiten bei der Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung in Niedersachsen . . . . .	108
TEGELER	Mobile Datenverarbeitung im vermessungstechnischen Außendienst . . . . .	133
Fortbildungsveranstaltung Nr. 7/1984 . . . . .		139
Buchbesprechung . . . . .		141
Einsendeschluß für Manuskripte . . . . .		143
Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes . . . . .		144

Die Beiträge geben nicht in jedem Falle die Auffassung der  
Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung wieder

---

Schriftleitung: Ministerialrat von Daack, Lavesallee 6, 3000 Hannover 1  
(Niedersächsisches Ministerium des Innern)

Verlag, Druck und Vertrieb:  
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt - Landesvermessung-, Warmbüchekamp 2, 3000 Hannover 1  
Erscheint einmal vierteljährlich  
Bezugspreis: 2,00 DM pro Heft

*Es ist sicherlich nicht alltäglich, wenn ein Schriftleiter den Beitrag eines 90jährigen erhält. Für eine Zeitschrift wie die Nachrichten, deren erklärtes Ziel es ist, mit Fachaufsätzen zu informieren und fortzubilden, ist der nachfolgende Bericht von Herrn Stelloh jedenfalls etwas Besonderes. Gleichwohl habe ich mich nach Durchsicht spontan zu einer Veröffentlichung entschlossen. Denn was die folgenden Zeilen bieten, ist meines Erachtens mehr als nur der Lebenslauf eines einzelnen Katasterbeamten in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts. Es ist ein Ausschnitt Kataster vor dem Hintergrund eines Stückes Zeitgeschichte. Eine Generation, die gewohnt ist, das Heute morgen schon als »Schnee von gestern« zu bezeichnen, mag den Beitrag von Herrn Stelloh als Reminiszenz aus einer fernen Vergangenheit werten. Ich aber meine: es ist mehr, eine Art Pioniergeist einer Generation, die unter zum Teil großen Schwierigkeiten, zu einem Vermessungs- und Katasterwerk beigetragen hat, das uns heute mit modernsten Mitteln zu verwalten erlaubt ist.*

*Vielleicht überkommt den einen oder anderen geneigten Leser eine ähnliche Stimmung wie den Schriftleiter, die geprägt ist durch Nachdenklichkeit und einen guten Schuß Bewunderung.*

VON DAACK

# Der Rückblick eines 90jährigen Beamten des Katasteramtes Sulingen

Von Konrad Stelloh

## Das Katasteramt auf dem Wege von der Steuerbehörde zur technischen Behörde

Durch die Grundsteuerveranlagung von 1876 erfolgte die Gründung der Katasterämter in Preußen hauptsächlich als Steuerbehörde. Deshalb hießen auch bewährte alte Beamte z. B. der Amtsleiter Lohring in Syke nach der Beförderung vom Katasterkontrollleur *Steuerinspektor*.

Der Dezernent, der bei der Regierung war, hieß *Steuerrat*.

Hinzu kam später noch die Gebäudesteuer. Diese Steuern wurden in der Hauptübersicht nach der Grundsteuer – Mutterrolle und Gebäudesteuerrolle zusammengestellt. Später wurden diese Steuern nur noch zur Hebung der Gemeindesteuern weitergeführt. Noch 1910 wurde nach Besichtigung für jedes *Wohngebäude* ein Nutzungswert für die Gemeindebesteuerung festgestellt, während die Staatssteuern mit dem Kommunalabgabengesetz 1893 außer Kraft gesetzt wurden.

Die 1876 ermittelten und gemessenen Zahlen und vorhandenen Karten bildeten dann später die Grundlage des Katasters als technische Behörde.

Bei meiner Einstellung als Zögling am 1. Mai 1909 war folgendes *Personal vorhanden*:

1. Der Katasterkontrollleur Bolle als Chef.
2. Der I. Gehilfe, der die Assistentenprüfung abgelegt hatte  
– Verdienst: 100 Mark Lohn monatlich.
3. Der II. Gehilfe – Er bekam etwa 50 Mark.
4. Drei Lehrlinge – Verdienst in 3½ Jahren: Nichts!

Weiterer Vergleich:

*Die Stadtverwaltung:* Personal:

1. Der Bürgermeister
2. Der Kämmerer
3. Der Polizist

*Die Kreissparkasse:* bestand aus 4 Mann.

*Die Kreisverwaltung:* des damaligen Kreises Sulingen war ganz im *Erdgeschoß* des Amtsgerichtsgebäudes untergebracht, also auch wenig Personal.

Der Flecken Sulingen hat vielleicht 2000 Einwohner gehabt. Dieses nur zur kurzen Orientierung.

Mein *einzig* 75 Jahre alter Lehrer trat mit meiner Schulentlassung in den Ruhestand. Die Kirche als Schulaufsichtsbehörde mußte wegen meiner körperlichen Schwäche und Jugend bescheinigen, daß ich die nötige Reife für die Schulentlassung hatte.

Der Wunsch meines Vaters, mich für die Weiterbildung meiner fehlenden Schulkenntnisse für einen Besuch einer Fortbildungsschule oder für einen Privatunterricht zu beurlauben, wurde abgetan mit dem Bemerkten »Da lernt der Junge nur dummes Zeug«. Aus diesem Grunde bin ich in meinem Leben mit einem *einzig* 75 Jahre alten Lehrer ausgekommen. So ging ich in die Lehre.

Bei meiner Einstellung am 1. Mai 1909 als Zögling waren die Lehrstellen auch so knapp wie heute. Jedoch war ich erst 13¾ Jahre alt. Der damalige Chef war der Katasterkontrolleur Bolle.

Ich wohnte in Mellinghausen. Wenn ich am Dienstort gegen Wind und Wetter eintraf, hatte ich bereits 10 km geleistet. Meßgehilfen gab es nicht. So bekam ich 10 Fluchtstangen ans Rad geschnallt. Weitere 10 bis 15 km ging es in den Altkreis Sulingen. Den ganzen Tag als Meßgehilfe, abends Rückfahrt. Das ergab eine Arbeitszeit von 10 Stunden und 2 x 25 km Radfahrt.

Üben für Rundschrift und Schönschrift nach Feierabend sonntags. Trotz fehlender Jugendschutzgesetze und Tarife haben wir es überstanden.

Fahrräder gab es nur die Hälfte wie heute Autos. Dem Chef durften wir sogar die Stiefel schmieren und das Fahrrad putzen. Der Katasterkontrolleur Bolle war ein beneidenswerter Mensch. Er hatte ein schönes Gehalt, hatte einen Dienstaufwandsfond aus dem die ganze Verwaltung des Amtes bezahlt wurde und eine Außendienstzulage. Diese Zulage war bei Außendienst fällig mit 6, 10 und 20 Mark je nach Entfernung des Dienstortes. Der beste Anzug kostete damals 50 Mark. Bei der Zahlung konnte man zwischen Gold und Papier wählen. Urlaub kannten wir nicht.

In der ersten Zeit meiner Lehre wurde viel ohne Messungszahlen aber mit Anlegetab gearbeitet. Ab 1912 kam Hetscher, mein 2. Chef. Der benutzte Messungszahlen und Polygonpunkte, also vorbildlich, nach modernen Richtlinien.

Nun kam der erste Weltkrieg 1914 bis 1918.

Dadurch, daß mein Chef Hetscher mich nach dem Waffenstillstand telegraphisch anforderte war ich Weihnachten 1918 zu Hause.

Am 1. 1. 1919 trat ich wieder beim Katasteramt meinen Dienst an. Obwohl ich anfangs Bauer werden wollte, entschloß ich mich dann, Beamter zu werden. Voraussetzung für die Prüfung waren 8 Fachjahre. Da mir ein Kriegsjahr angerechnet werden konnte, beantragte ich meine Probekarte, die für die Zulassung zu mündlichen Prüfung vorzulegen war. Es handelte sich um eine Kartierung einer Landschaft in Größe eines ½ Kartenbogens. Bei der Kartierung mußten 10 bis 20 größere und kleinere Fehler entdeckt werden. Nach Fertigstellung der Probearbeit kam die schwierige Arbeit der pünktlichen Ablieferung. Es war Eisenbahnerstreik, keine Züge fahren, eisiger Winter mit hohem Schnee. So konnte die Arbeit nur mit dem Pferdewagen in Hannover abgeliefert werden. Jedoch trotz meiner 4 Kriegsjahre fehlten noch *11 Tage* Beschäftigungszeit. Ich mußte noch bis zum nächsten Termin warten. Also schon damals wieherte der Amtsschimmel!

Vielleicht war es auch gut so, daß ich noch ein Jahr bis zur mündlichen Assistentenprüfung warten mußte. So konnte ich mich auf die Prüfung gut vorbereiten.

Damit blieb mir das Schicksal meiner drei älteren Kollegen, die durchfielen, erspart. Die mündliche Prüfung fand bei der Regierung in Minden statt. Die Prüfungskommission setzte sich aus den Dezernenten – Steuerräten – der Regierungen in Aachen, Lüneburg und Schleswig zusammen. Die Prüfenden, die selbst im Gehrock erschienen waren, hatten von den Prüflingen Gehrock oder dunklen Anzug mit Orden erwünscht. So prangten auf dem Gehrock die Kriegsorden. Wie oben bereits angedeutet, bestanden wir von 5 Prüflingen nur mit 2 Mann. Der letzte Prüfling kam erst abends um 7 Uhr ganz aufgelöst ohne Mantel und Hut ins Hotel zurück. Er konnte seine Sachen vor lauter Aufregung nicht finden.

Für uns war keine Höhergruppierung mit der bestandenen Prüfung verbunden, aber sie brachte meine Verlobung mit sich und damit den Gedanken zur Gründung eines Hausstandes. Aber Deutschland war schon ausverkauft. Es gab nur noch Ersatz. Für die vorgesehene Haushaltsgründung konnten wir nur noch einen Juteteppich erwerben. Im November 1921 war der Währungsstand wie heute. Aber es gab nichts mehr zu kaufen. Von hier an ist die Inflation rasend. Preise steigen, soweit Waren vorhanden. Sogar die Autoreifen waren künstlich »Buna« aus Kalk und Kohle. Dasselbe auch mit Benzin und Margarine.

Wie schon gesagt, änderte sich im Gehalt durch die Prüfung nichts, denn wir waren Privatangestellte des Chefs und wurden aus der Dienstaufwandsentschädigung bezahlt. Im Frühjahr 1922 wurde der I. Tarifvertrag abgeschlossen und wir wurden damit Staatsangestellte. Die wirtschaftlichen und finanziellen Verhältnisse waren schlechter als heute. Die Inflation nahm zu. Im November 1923 war der Höchststand der Inflation. 1 Billion = 1,00 R-Mark.

Im März 1922 heiratete ich. Meine Frau war Postbeamtin. Es gab wohl mehr Arbeitslose als heute. Jedoch gab es auf dem Arbeitsmarkt nicht so viele Frauen wie heute. Deshalb hielt es damals die Oberpostdirektion Bremen auch für geboten, bei meiner Frau anzufragen, ob sie nicht bereit sei, ihre Beamtenstellung für einen arbeitslosen entlassenen Soldaten aufzugeben. Wir haben das aus sozialen Gründen bejaht. Meine Frau bekam eine kleine Abfindung – noch in Papiermark. 1 Million Mark entsprechend = 1 Nähmaschine oder 1 Fahrrad.

Wir hatten nun eine neue Währung in R-Mark.

Mein Arbeitslohn betrug 1924 monatlich 109 R-Mark. Ein Zentner Äpfel kostete 20 R-Mark. Die Zahnarztrechnung, die *keine* Kasse bezahlte, lautete über 150 R-Mark.

Nach meiner Erinnerung wurde ich 1923 zum Katasterdiätar (außerplanmäßiger Beamter) ernannt – 1926 wurde ich zum Sekretär ernannt.

Der Staat brauchte eine gute Unterlage für die Erhebung der Steuern. In Preußen waren es die Katasterämter, die nach Lage der Dinge die Unterlagen hatten und schnell das Steuerkataster für die Grundvermögens-Steuer I, II. und III. anlegen konnten. So wurde das Katasteramt wieder Steuerbehörde, was es seit 1876 schon einmal war.

Damals war es die Grundsteuer, mit der jedes Grundstück *einzel*n belegt war und die bei einer Teilung ebenfalls gleich geteilt wurde. Seit 1893 fiel die Staatssteuer weg. Die Veranlagung wurde nur noch für die Gemeindebesteuerung fortgeführt.

Bei der Grundvermögenssteuer III wurde die ganze landwirtschaftliche Besetzung als ein Stück berechnet. Steuer II war Bauland, Steuer I war Hausbesitz und bildete später auch die Grundlage für die Hauszinssteuer. Hier handelte es sich um die Inflationsgewinne, die besteuert wurden. Die Steuer wurde in Prozenten ermittelt, je nach Belastung. Die Verordnung erfolgte hauptsächlich für den Wohnungsbau und wurde von der Gemeinde erhoben.

Die Veranlagung machte wegen Einsprüche, Stundungsanträge und die Abstimmungen mit den Kassen sehr viel Arbeit, brachte aber viel Geld für den Staat.

Zum Schluß etwa 1933 konnte die Hauszinssteuer abgelöst werden. Bei Schwierigkeiten wurde der Rest grundbuchlich gesichert.

1928 fanden die Obersekretär-Prüfungen bei der Regierung in Hannover statt. Nach bestandener Prüfung erfolgte auch bald die Beförderung für die Beteiligten. Anschließend wurden auch *einige* Obersekretäre darunter auch ich für die Inspektorenlaufbahn vorgeschlagen. Für mich erfolgte die vorgeschriebene Ausbildung hierfür bei dem Grundbuchamt in Bassum, bei der Regierungskasse in Diepholz, beim Rechnungsamt der Regierung und beim Regierungspräsidenten.

Die Prüfung für alle Prüflinge (etwa 30 Mann aus ganz Preußen) dauerte eine Woche und fand erst 1940 im Finanz-Ministerium in Berlin statt. Mit der *bestandenen* Prüfung fanden für alle eine Beförderung zum Inspektor mit *gleichzeitiger* Versetzung statt. Zu viert trafen wir uns beim Neumessungsamt in Wolfsburg wieder. Es war ganz interessant. In Wolfsburg bekamen die Inspektoren die I. Meßerlaubnis, die vorher den Amtsleitern vorbehalten waren.

Etwa ein Jahr dauerte meine Abwesenheit von Sulingen. In dieser Zeit waren nacheinander fünf Kollegen für mich nach Sulingen abgeordnet.

Diese Umstände, die doppelte Trennungschädigung, die entstand, meine Magenkrankheit und die Rückversetzungsgesuche ermöglichten meine Rückversetzung im Jahre 1941.

Früher, bis etwa 1930, als die Berechnungen noch nicht automatisch ausgeführt wurden, waren die Katasterämter mit allen Berechnungen, Zahlungen und Feststellungen der Angestelltenbezüge und der Meßgehilfenlöhne belastet. So kamen auch Meinungsverschiedenheiten vor, wie nachstehendes Beispiel zeigt:

Ein Techniker, der seine Prüfung abgelegt hatte, rückte automatisch eine Gruppe höher. Meine Feststellung war: am 1. des nächsten Monats. Die Richtigkeit war vom Chef bescheinigt und von der Regierung und dem Rechnungsamt geprüft. Nach sechs Jahren beanstandete die Oberrechnungskammer den Zeitpunkt und setzte den Zeitpunkt des Aufstiegs  $\frac{1}{2}$  Jahr später fest. In den sechs Jahren waren demnach 600 R-Mark überzahlt und zurückzuzahlen. Die Zurückforderung war von der Regierung etwas unhöflich ausgesprochen. Der Techniker – beleidigt – hatte das Geld im guten

Glauben verbraucht. Daraufhin sollte ich als Feststellungsbeamter in Anspruch genommen werden. Es wurde durch Beihilfe und Unterstützung der kranken Ehefrau des Technikers erledigt.

Ein weiterer Fall der Kleinigkeiten:

Nach Zusammenlegung der Ämter Sulingen und Diepholz am 1.4.1938 waren die neuen Amtsräume auszustatten, wozu auch die Fenstervorhänge der Südseite gehörten. Wir haben  $\frac{3}{4}$  Jahr darum streiten müssen, damit wir das Geld für die Vorhänge zurückbekamen.

Oberregierungsrat Wegener kontrollierte morgens mit der Uhr in der Hand auch schon mal, ob alle pünktlich waren.

Wenden wir uns wieder der Steuer zu.

Die etwa 1930 abgelaufene Grundvermögenssteuer bildete dem etwa 1922 gegründeten Finanzamt die beste Grundlage, für die Reichseinheitsbewertung. Es brauchte praktisch nur ein neuer Steuerausschuß gebildet werden.

Gleichzeitig wurde aber die Reichsbodenschätzung vorbereitet. Zunächst war von jeder Flurkarte eine Mutterpause anzufertigen, damit die örtlichen Feststellungen für verschiedene Zwecke insbesondere die Kulturarten, Bodenzahlen und Klassengrenzen eingetragen werden konnten. Hierzu war immer ein Techniker zum Schätzungsausschuß bzw. Finanzamt abgeordnet.

Nach der Ausarbeitung der Zahlen erfolgte für jedes Grundstück wie 1876 wieder die Ermittlung der Bodenwertzahl die im aufgestellten Bestandsblatt eingetragen wurde. Durchschriften der Bestandsblätter erhielten Finanzamt und Grundbuchamt.

Der Schätzungsausschuß ist eine ständige Einrichtung für die Nachschätzung geworden.

Dadurch ist das Katasteramt wieder eine reine technische Behörde geworden.

1945 hatte die Regierung angeordnet, daß wir alle polygonometrischen und trigonometrischen Akten verbrennen sollten. Dieser Anordnung sind wir aber nicht nachgekommen, sondern wir hatten die Akten ca. acht Wochen lang im Hof eingegraben.

*Bemerkung:*

Die früher, vor dem 1. Weltkrieg beantragten Unterlagen beim Katasteramt nannte man:

- Auszug aus der Grundsteuermutterrolle
- Katasterhandzeichnung

Die Unterlagen wurden mit Gebührenmarken in Höhe der entstandenen Gebühren beklebt und durch Dienstsiegel entwertet. Dadurch wurden die Unterlagen erst richtig zur Urkunde.

*Noch eine Bemerkung:*

Im Anschluß an meine Pensionierung 1960 konnte ich meine Laufbahn sehr befriedigend beenden und krönen durch einen Vertrag mit dem Kulturamt in Verden.

Es handelte sich um die Aufmessung der Ortslage von Siedenburg im laufenden Umlegungsverfahren.

Diese große Arbeit war sehr interessant für mich.

STELLOH Konrad, geb. 21. Juli 1895 in Kuppendorf/Heerde – ev.-luth. –  
Sulingen, Bismarckstraße 14

Ostern 1901 – Ostern 1909	Volksschule Kuppendorf
13. April 1909 – 30. April 1909	im Elternhaus
1. Mai 1909 – (ca. 3 ½ Jahre)	Zögling (Lehrling)
– 10. Januar 1915	Katastergehilfe – Katastertechniker
11. Januar 1915 – 19. Dezember 1918	Militär- und Kriegsdienst
20. Dezember 1918 – 31. Dezember 1918	im Elternhaus
1. Januar 1919 – 31. Juli 1923	Katastertechniker
21. und 23. Oktober 1920:	Prüfung der Bewerber um Katasterassistentenstellen in Minden
31. März 1922:	Hochzeit
1. August 1923:	ins Beamtenverhältnis als Katasterdiätar
1. Januar 1926:	Beförderung zum Katastersekretär
26. und 27. September 1928:	Sonderprüfung für Katastersekretäre zur Beförderung zum Katasterobersekretär
1. Oktober 1928:	Beförderung zum Katasterobersekretär
1. April 1937:	Änderung der Amtsbezeichnung in Vermessungs- obersekretär
20. August 1938:	25jähriges Dienstjubiläum
4. August 1939:	Anmeldung zur Inspektorenprüfung, Anschließend Ausbildung
23.– 25. und 29. Oktober 1940:	Inspektoren-Prüfung in Berlin
25. November 1940 – 14. Mai 1941:	versetzt an das Neumessungsamt »Stadt des KdF – Wagens« (Wolfsburg)
8. März 1941:	Ernennung zum Vermessungsinspektor
ab 15. Mai 1941:	zum Katasteramt Sulingen zurückversetzt
20. Januar 1950:	Beamter auf Lebenszeit
21. Juli 1953:	40jähriges Dienstjubiläum
1. März 1957:	Beförderung zum Regierungsvermessungsoberein- spektor
31. Juli 1960:	Eintritt in den Ruhestand
1960 – 1961:	Arbeiten im Auftrag des Kulturamtes Verden

## Erneuerung des Lagefestpunktfeldes

Von Botho Wendt

Fast 30 Jahre sind vergangen, seit in der niedersächsischen Landesvermessung mit der Vervollständigung der grundlegenden TP-Netze begonnen wurde. Diese Vervollständigung ging jedoch schon bald in eine totale Erneuerung der Netze 1. und 2. Ordnung über, und zwar im gleichen Maße, wie der meß- und rechentechnische Fortschritt hierzu die Möglichkeit bot.

In der Meßtechnik ersetzte die elektronische Streckenmessung nahezu vollständig die bisherige Winkelmessung. Basismessungen wurden dadurch überflüssig. Holzsignale gehören ebenfalls der Vergangenheit an; an ihre Stelle traten wiederverwendbare Beobachtungsleitern. Und sämtliche Berechnungen werden längst mit Hilfe der automatischen Datenverarbeitung ausgeführt bis hin zu den Nachweisen. Die rechnerische Auswertung in der 1. und 2. Ordnung wurde 1984 abgeschlossen. Die Festpunktfelder sind als Grundlage für die Landesaufnahme und das Liegenschaftskataster eingeführt worden. Aus diesem Anlaß soll daher in diesem und im folgenden Heft schwerpunktmäßig über die geleisteten Arbeiten berichtet werden.

Was lag nach dem 2. Weltkrieg als Grundlage vor?

Im Bereich der TP-Netze 1. Ordnung war es ein Dreiecksnetz, das zu den ältesten in der Bundesrepublik zählte und von Kennern wegen der vielen offenen Figuren scherzhaft als »Reichsvierecksnetz« bezeichnet wurde. Es mußten deshalb zunächst ergänzende Winkelmessungen 1. Ordnung durchgeführt werden, um in Niedersachsen wenigstens nachträglich ein modernes Flächennetz 1. Ordnung zu schaffen (Höpcke 1985). Die Arbeiten kamen jedoch wegen des erheblichen finanziellen Aufwandes nur langsam voran und konnten in ihrer Endphase bereits durch die inzwischen praxisreifen Streckenmessungen 1. Ordnung abgelöst werden (Pötzschner 1985). Mit dem Einsatz der weitgehend automatisierten Mikrowellenentfernungsmesser vom Typ SIALMD 60 der Firma Siemens-Albis konnte auch die Erneuerung der TP-Netze 2. Ordnung im Rahmen eines Zehnjahresplanes in Angriff genommen werden (Meliß, Umbach 1985). Diese Erweiterung der Erneuerung war notwendig, da sich schon vor über 15 Jahren die Rationalisierungsmöglichkeiten der Liegenschaftsvermessungen durch Einführung eines Koordinatenkatasters abzeichneten. Die große Genauigkeit der neuen Streckennetze 2. Ordnung führte dann später dazu, die TP-Netze 1. und 2. Ordnung gemeinsam auszugleichen (Heide, Heineke 1985), ein Vorhaben, das nur vor dem Hintergrund der Entwicklung leistungsfähiger ADV-Anlagen und entsprechender Rechenprogramme zu realisieren war. Mit dem im Rahmen einer Kooperation mit dem Geodätischen Institut der Universität Hannover geschaffenen Ausgleichungssystem HANNA konnte diese Arbeit abgeschlossen werden.

Die neuen Koordinaten sind mit Bekanntmachung des Niedersächsischen Ministers des Innern vom 12. 9. 1984 (Nds. MBl. Seite 763) verbindlich eingeführt worden.

Inzwischen sind die ersten Ergebnisse neuester Verfahren der interferometrischen Messungen nach künstlichen Erdsatelliten bekannt geworden. Sie sind nicht nur von hohem wissenschaftlichen Wert, sondern lassen auch erkennen, daß diese Verfahren schon bald in die geodätische Praxis Eingang finden dürften.

In Anbetracht der erwähnten hohen Streckenmeßgenauigkeit einerseits und der Erfolge der dreidimensionalen Satellitengeodäsie andererseits wuchs die Erkenntnis, daß die Differenzen zwischen den unterschiedlichen Bezugssystemen »Geoid« für die Höhe und »Ellipsoid« für die Lage künftig nicht mehr vernachlässigt werden können. Deshalb wurde schon frühzeitig mit der Verdichtung astronomischer Stationen begonnen, die heute im Rahmen einer Kooperation mit dem Institut für Erdmessung weitergeführt wird (Gessler 1985). Somit ist für Niedersachsen zum einen eine hochpräzise Geoidbestimmung möglich, zum anderen konnten auch dreidimensionale Ausgleichungen durchgeführt werden, die einen Einstieg in die moderne dreidimensionale Meßtechnik möglich machen (Torge 1985).

Unabhängige Kontrollen des Beobachtungsmaterials 1. und 2. Ordnung durch die Meßverfahren der Satellitengeodäsie haben inzwischen gezeigt, daß sich zwar Lagerung und Orientierung des Netzes ändern können, daß jedoch die wichtige innere Homogenität hervorragend ist (Augath, Seeber 1985). Bei diesen Arbeiten hat sich das TP-Netz bereits gut für wissenschaftliche Untersuchungen und als Wertmesser für neue Meßverfahren bewährt.

Niedersachsen verfügt somit über ein solides Lagefestpunktfeld für die nächsten Jahrzehnte. Da dieses Festpunktfeld als verbindliche Grundlage für das öffentliche Vermessungswesen vorgeschrieben wird (siehe Entwurf NVerKatG) und den Rahmen für Ordnungsmerkmale vorgibt (Punktnummerierungsbezirk, Blattschnitt der Liegenchaftskarte u. ä.), ist es für diese Zwecke als feststehend anzusehen.

Es gilt daher, nun den wichtigen zweiten Schritt zu tun:

Die Erneuerung der TP-Netze 3. und 4. Ordnung muß in möglichst kurzer Zeit zum Abschluß gebracht werden. Hierbei müssen die Feldarbeiten und die häuslichen Auswertarbeiten in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen. Eine Aufgabe (auch eine organisatorische!), die in den nächsten Jahren weitere Anstrengungen aller beteiligten Kräfte erfordern wird. Ziel bleibt, den Katasterämtern die neuen Koordinaten so früh wie möglich zur Verfügung zu stellen.

Abschließend sei ausdrücklich erwähnt, daß das neue Werk nur dank des großen dienstlichen und persönlichen Engagements aller daran Beteiligten entstehen konnte. Hierfür möchte ich auch an dieser Stelle herzlich danken.

# **Letzte Winkelmessungen im Hauptdreiecksnetz**

Von Walter Höpcke

## **Vorbemerkung**

Die ursprünglich zur Navigation der Raumfahrt u. ä. entwickelten Technologien haben nebenher der Geodäsie so zahlreiche nützliche Meßverfahren beschert, daß in jüngster Zeit in Abständen von rund 10 Jahren völlig neue und jeweils rationellere Möglichkeiten sowohl einer fundamentalen wie auch ins Detail gehenden Vermessung diskutiert werden konnten. So waren einige der neuen Möglichkeiten bereits überholt, bevor sie in größerem (z. B. nationalem) Ausmaß zum Einsatz gekommen sind.

Im gleichen Zeitraum wuchsen elektronische Rechenanlagen aus kleinen Anfängen zu hoher Leistungsfähigkeit heran.

Die Frage nach der erforderlichen Genauigkeit der TP-Netze wurde vor wenigen Jahrzehnten noch völlig anders beurteilt. Erst die Möglichkeit, hochpräzise Grundlagen bei tragbaren Kosten zu schaffen und die Folgearbeiten schnell bewältigen zu können, haben auch das Verlangen danach entstehen lassen.

Gegenwärtige instrumentelle und theoretische Entwicklungen stellen nun auch das bisher als zweckmäßig geltende System »vom Großen ins Kleine« infrage.

Der hier folgende Bericht über die niedersächsischen Arbeiten am Hauptdreiecksnetz muß also stets einen Seitenblick auf den jeweiligen technisch-wissenschaftlichen Stand gewähren.

## **Ergänzungen im Hauptdreiecksnetz**

Über den Zustand des niedersächsischen Anteils am DHDN (Deutschen Hauptdreiecksnetz) ist so oft berichtet worden (zuletzt bei AUGATH 1984), daß hier nur noch folgendes bemerkt sei: Selbstverständlich sind die Unzulänglichkeiten bereits bei der Entstehung dieser ältesten, nicht mehr erneuerten Teile des ehemals preußischen Netzes erkannt worden, traten doch Anschlußspannungen auf, die 1 m weit überstiegen. Eine spätere flächendeckende Gesamtausgleichung wäre auch bereits um die Jahrhundertwende möglich gewesen, hatte doch HELMERT bereits 1880 gerade für große, länderübergreifende Netze seine Additionstheorie für teilreduzierte Normalgleichungen bei Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen vorgeschlagen, die Methode also, nach der heute unter der Bezeichnung »Netzver-

schmelzung« ein gesamteuropäisches Dreiecksnetz ausgeglichen wird. Wenn damals nicht eine geschlossene Neuberechnung etwa für das preußische Staatsgebiet vorgenommen wurde, so hat letztlich nicht der Rechenaufwand davon abgehalten, sondern daß man absolut keine Notwendigkeit dafür gesehen hat. Schon gar nicht für den ursprünglichen Zweck, die Meßtischaufnahme, auch die Ansprüche des hinzugetretenen Katasters waren leicht zu erfüllen, wenn die Spannungen des Hauptnetzes im Zuge der Verdichtung verteilt wurden. Noch bis gegen Mitte dieses Jahrhunderts wurde das Reichsdreiecksnetz als zweckerfüllend angesehen. Von einer Änderung der Koordinaten wollte niemand etwas hören.

Der Anstoß zu neuer Aktivität kam von außen. Nach dem zweiten Weltkrieg ergriffen amerikanische Geodäten die Initiative zu einem gesamteuropäischen Dreiecksnetz, das später nach Lagerung durch eine Lotabweichungsausgleichung »Europäisches Datum 1950« (ED 1950) genannt wurde. Näheres bei WOLF 1975.

Das ED 1950 war nach BOWIE als Rahmennetz konzipiert und konnte, wie frühzeitig erkannt wurde, nicht als gute Lösung gelten. Daher brachte die Internationale Assoziation für Geodäsie 1947 in Paris die neuerliche Ausgleichung eines Europänetzes in Vorschlag, welche alle vorhandenen und alsbald anfallenden Messungen in bestmöglicher Weise verwerten sollte. Dieses RETRIG (réseau européen trigonométrique) ist ein Flächennetz. Nur wo das Grundnetz einzelner Staaten noch aus Kettenringen besteht, treten diese auch im RETRIG auf. Siehe WOLF 1975, Bild 4.

In der ersten Phase war das Material sorgfältig zu prüfen, z. B. Punktidentitäten an den Landesgrenzen zu klären, ggf. herzustellen, Netzlücken an den Grenzen oder auch im Innern waren aufzufüllen, Grundlinien und Lotabweichungen zu messen.

Für das Ausgleichsverfahren einigte man sich nach Vorschlag von WOLF auf die oben angedeutete Netzverschmelzung entsprechend HELMERT 1880.

Die Durchführung der Pariser Beschlüsse kam nur langsam in Gang. Es war meist schwierig, die erforderlichen Mittel in die Haushalte einzustellen. So kam es, daß bereits die Messungen von den neuen Verfahren eingeholt wurden und die Ausgleichungen sich auf den größer werdenden Computern leichter bewältigen ließen, als vorauszusehen war.

Als notwendige Ergänzungsmessungen hat die niedersächsische Landesvermessung Beobachtungen im Netz 1. Ordnung ausgeführt, insbesondere Winkelmessungen und Lotabweichungsbestimmungen auf den Hauptpunkten. Zudem beteiligte es sich an der Nachmessung der Grundlinien in Göttingen und Meppen, bei der das Institut für angewandte Geodäsie in Frankfurt Regie führte. Später traten dann Direktmessungen der Dreiecksseiten 1. Ordnung hinzu.

Nach kritischen Vergleichen der in den 50er Jahren bekannten Verfahren erschien die SCHREIBERsche Winkelmessung in allen Kombinationen mit der Modifikation nach WOLF zumindest für das Flachland als die beste Methode, zumal nur sie zu unkorrelierten Richtungssätzen führt. Und da lediglich Ergänzungsmessungen in einem danach beobachteten Altnetz vorzunehmen waren, blieb somit auch die Homogenität weitgehend gewahrt.

Beobachtet wurde anfangs mit einem 27 cm (Teilkreisdurchmesser)-Theodoliten von Askania. Danach wurde ein 8-cm-Wild-T3 durch Einbau eines modifizierten Strichkreuzes in seiner Leistung dem Askania-Theodoliten angeglichen. Die Strichplatte hat fünf Einstellstriche im Abstand von jeweils 667<sup>CC</sup> (siehe Bild 1 in NLVwA, Heft 5, 1974). Jedes Ziel wird auf die drei mittleren Striche eingestellt. Die zugehörigen Ableisungen bringen jeweils zwei andere Teilstriche zur Koinzidenz und die Mikrometerablesungen sind gleichmäßig über dessen Meßbereich (500<sup>CC</sup>) verteilt. Das Mittel reduziert die unperiodischen Teilkreisfehler und hebt den periodischen Mikrometerfehler auf.

Im Signalbau wurde auf die bewährte Holzbauweise des früheren Reichsamtes für Landesaufnahme zurückgegriffen, jedoch auf die sehr material- und lohn aufwendigen Sockelpfeiler 1. Ordnung verzichtet und statt dessen wurden die leichteren, früher für die 2. Ordnung vorgesehenen Vierböcke errichtet (Bild 4). Beobachtungsstände auf Gebäuden wurden möglichst auf solides Mauerwerk gegründet, auch wenn sie in Holz ausgeführt werden mußten. Damit wurde eine nahezu gleichmäßige Genauigkeit erreicht, wie die folgenden Durchschnittswerte der mittleren Richtungsfehler  $m$ , aus den Stationsausgleichungen im Wesernetz und im Deutsch-Niederländischen Verbindungsnetz belegen:

- ± 0,37<sup>CC</sup> von fünf gemauerten Beobachtungsständen auf Gebäuden,
- ± 0,44<sup>CC</sup> von sieben Vierböcken,
- ± 0,58<sup>CC</sup> von drei hölzernen Turmausbauten.

Bei der Zielerstellung haben sich die robusten, insbesondere wetterfesten Bootscheinwerfer bewährt. Mit ihnen konnte auch, wo Netzanschluß erreichbar war, mit Schaltuhren der Leuchter eingespart werden. Sie kamen daher überwiegend zum Einsatz.

Die Winkelmessungen wurden nach einem den Pariser Beschlüssen entsprechendem Plan begonnen, der unten als Anfangskonzept bezeichnet wird.

Eine an der niederländischen Grenze zwischen Leer und Bentheim bestehende Lücke war zu schließen. Im Wesernetz waren zwei Fünfecke und sechs Vierecke aufzuteilen sowie einige Dreiecke mit hohem Widerspruch neu zu messen.

Bild 1 zeigt das Anfangskonzept.

Später wurde auch die Auflösung ungünstig gestalteter und sehr großer Dreiecke an den Landesgrenzen mit Nordrhein-Westfalen und Hessen vereinbart. Siehe auch Bild 1.

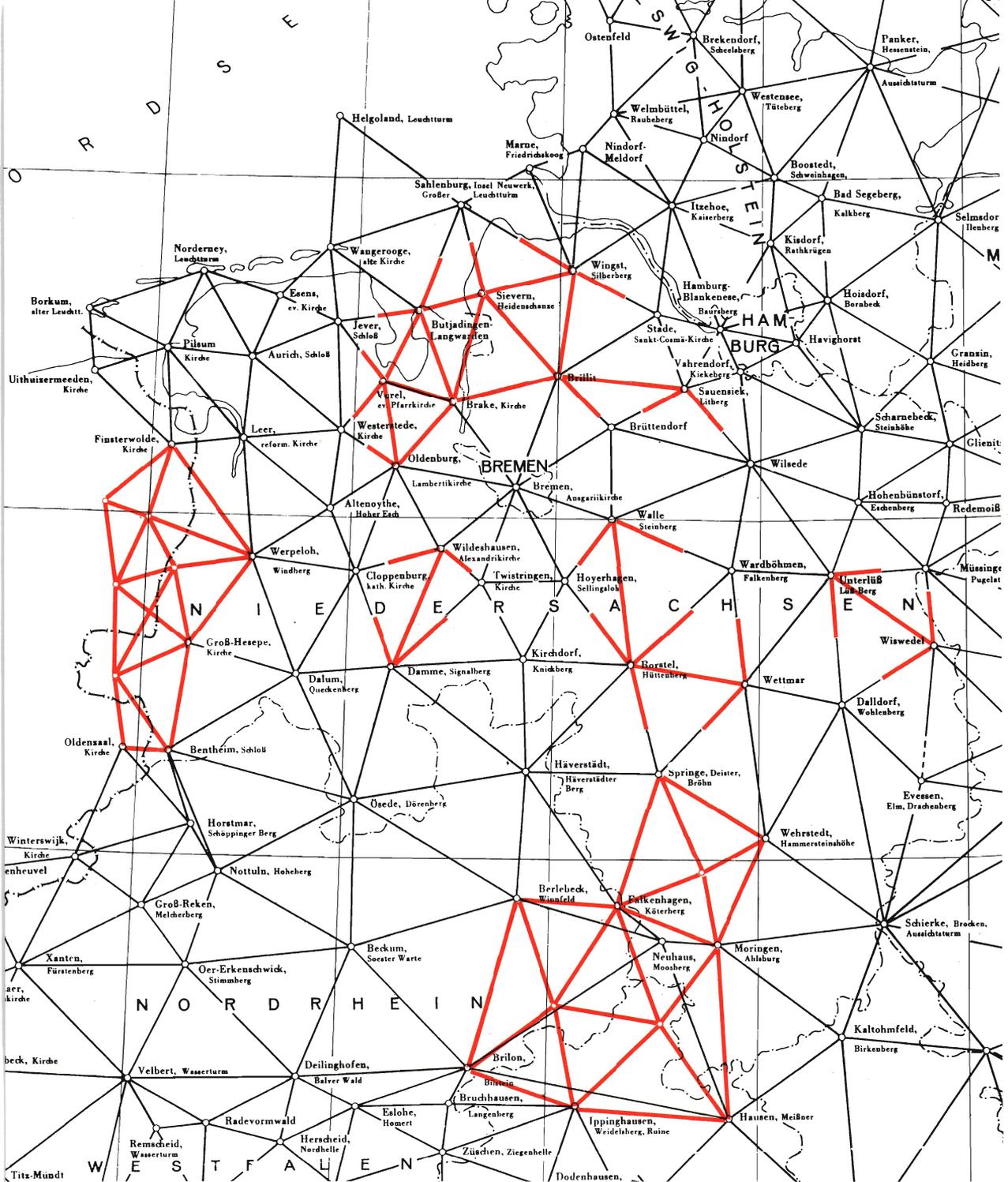


Bild 1: Anfangskonzept etwa 1955 für die Winkelmessungen im niedersächsischen Hauptdreiecksnetz und Süderweiterung.

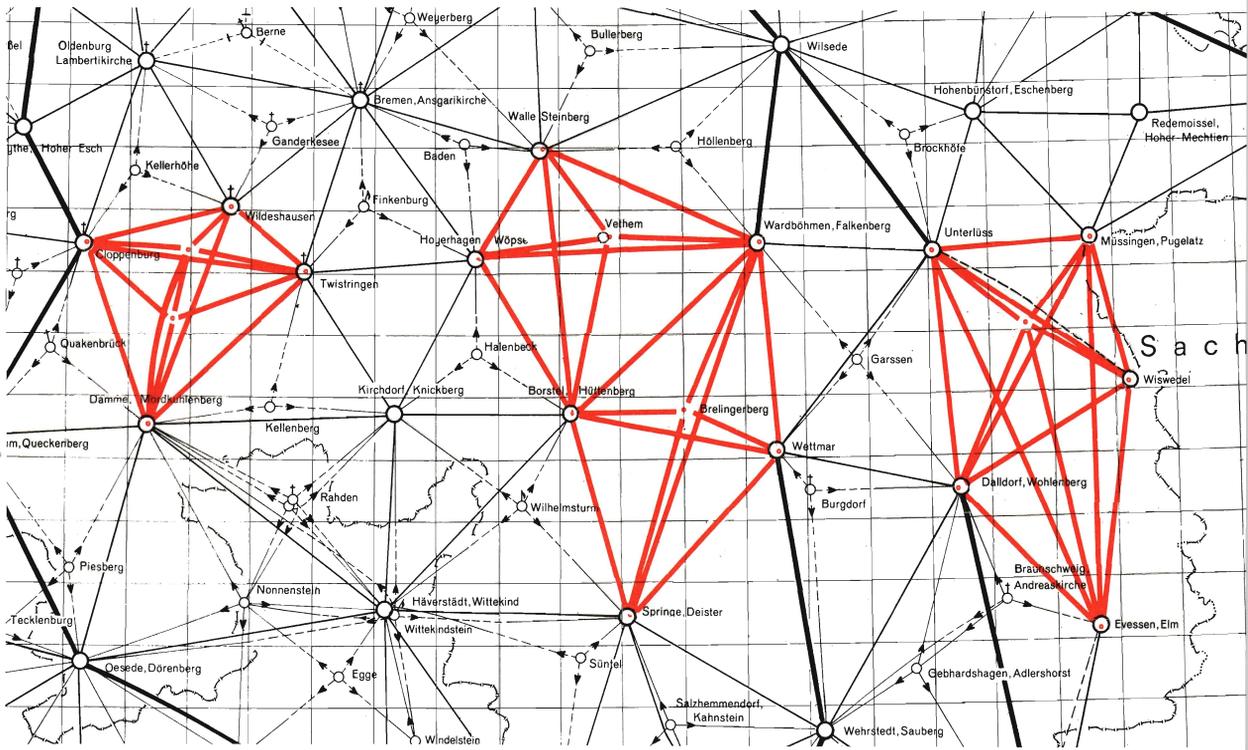


Bild 2: Streckennetze zur Aufteilung von Vierecken im Hauptdreiecksnetz 1963 bis 1966

Die Messungen begannen 1955 im Nordteil des Wesernetzes. Die Sichthindernisse, die man 1886 nicht überwunden hatte, bestanden nach wie vor. Um die fehlenden Verbindungen zu erzwingen, waren hohe Signale und schwierige Turmausbauten nötig. So wurde z. B. auf dem Kirchturm in Brake, der bis zur Spitze gemauert ist, oben auf der Kreuzblume der Instrumentenstand eingerichtet. Das Steig- und Standgerüst des Beobachters war in weit tieferen Turmluken verankert und war von hier aus frei hochgeführt (Bild 4). Für die dennoch nicht mögliche Sicht von Sievern wurde ein einmal auf einem Hochhaus in Bremerhaven gebrochener Strahl gemessen. Zum Ausgleich des Gewichtsverlustes lief diese Messung nochmals über einen zweiten Brechpunkt auf dem Hochhaus. Für die Ableitung der bei der Strahlenstreckung nötigen Entfernungen wurde der Meßpunkt auf dem Hochhaus wie ein Zwischenpunkt eingemessen. Die Strahlenstreckung ergab dann gute Dreiecksschlüsse (siehe HÖPCKE 1958, Anlage 3).

Das anschließend in Angriff genommene neue Deutsch-Niederländische Verbindungsnetz (siehe HÖPCKE 1958, Anlage 4) brachte dann die Zusammenarbeit mit der niederländischen Dienststelle Rijksdriehoeksmeeting, die Arbeiten in Südniedersachsen mit den Landesvermessungsämtern Hessens und Nordrhein-Westfalens.

# Deutsches Hauptdreiecksnetz Niedersachsen

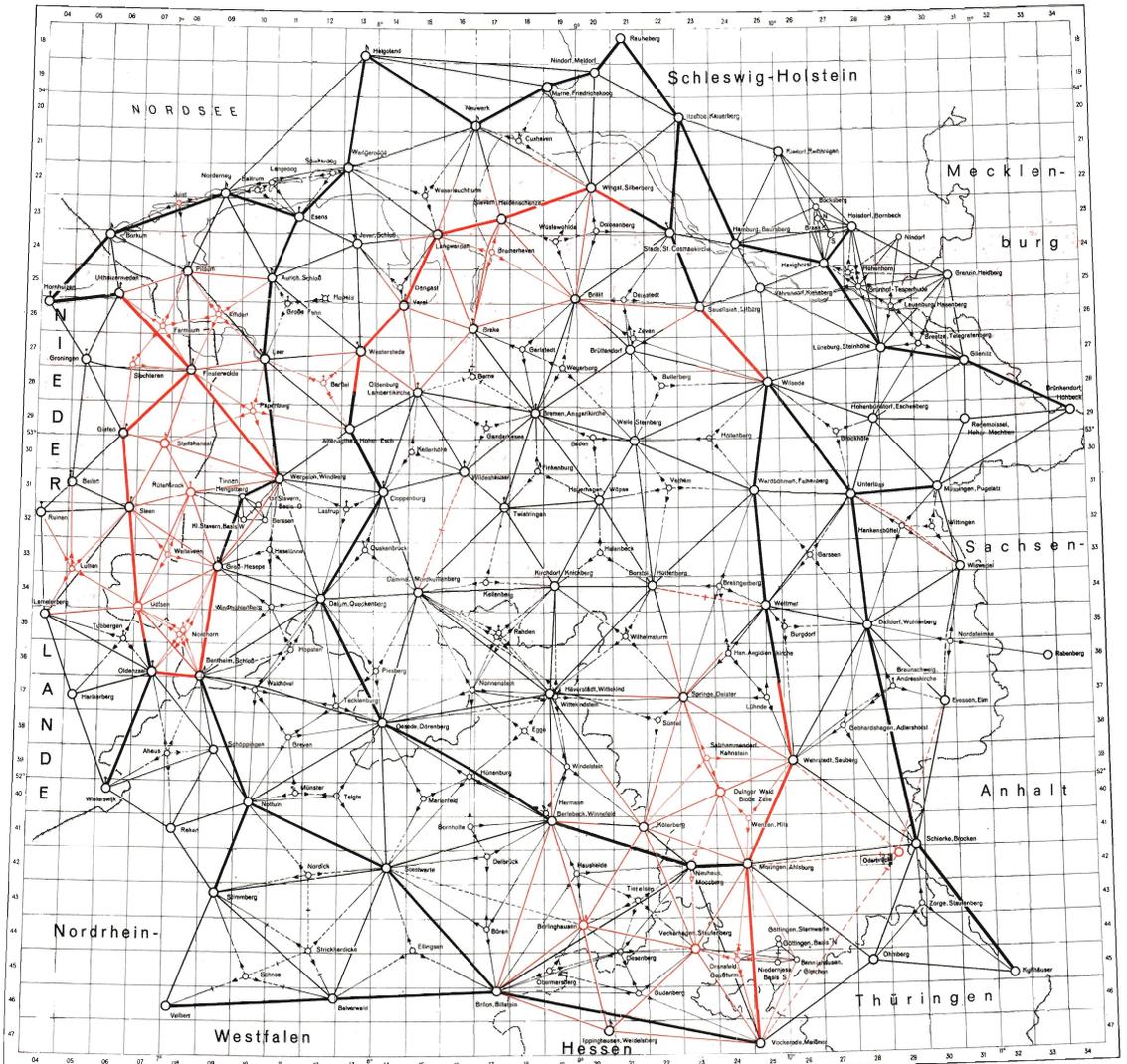


Bild 3: Winkelmessungen 1955 bis 1962 mit einzelnen späteren Ergänzungen. Übernommen aus NLVwA, Heft 5, 1974

Wo dies angebracht erschien, waren auch die den ohnehin besetzten Hauptpunkten benachbarten Zwischenpunkte 1. Ordnung durch zusätzliche Messungen verbessert oder auch neue Zwischenpunkte (z. B. Bremerhaven, Nordhorn) eingeschaltet worden.

Bild 3 zeigt die bis 1962 durchgeführten Winkelmessungen.

Inzwischen hatten Erprobungen der neuen Entfernungsmesser mit frequenzmodulierten Mikrowellen gezeigt, daß sie im Netz 1. Ordnung den Winkelmessungen in der Genauigkeit etwa ebenbürtig, in der Wirtschaftlichkeit aber hoch überlegen sind. Daher wurden nun die vier noch verbliebenen offenen Vierecke nicht mehr durch Richtungsmessungen aufgeteilt, sondern jedes Viereck unter Einbeziehen von ein oder zwei zusätzlichen Punkten (meistens Zwischenpunkten) mit einem relativ dichten Streckennetz überzogen, aus dem nach freier Ausgleichung die nach Bild 1 noch fehlenden Richtungen abgeleitet werden konnten. Dadurch erfuhr das Anfangskonzept die erste grundsätzliche Änderung (Bild 2).

Eingesetzt wurden

3 Elektrotape-Geräte der Technischen Universität Hannover 1963, 1964, 1965,

2 Distomat-Geräte der Technischen Universität Braunschweig 1963,

2 Tellurimeter MRA 2 des Instituts für angewandte Geodäsie in Frankfurt 1964,

2 Tellurimeter MRA 3 des Instituts für angewandte Geodäsie in Frankfurt 1965, 1966,

2 Tellurimeter MRA 3 der Technischen Universität Braunschweig 1966.

Die genannten Institute haben auch die Messungen vollzogen, während dem NLVwA Erkundung, Signalbau und Zentrierungsmessungen sowie die Auswertung oblag. Da jedes dieser erweiterten Vierecksnetze zweimal gemessen wurde und zwar unabhängig mit verschiedenen Gerätesystemen und von anderen Beobachtern, konnten aus den getrennten Ausgleichungen auch unabhängige Richtungssätze auf den Endpunkten der neu eingezogenen Diagonale errechnet werden. Die Richtungen eines solchen Satzes sind zwar untereinander korreliert; weil aber die Ausgleichsprogramme anfangs nur für unabhängige Beobachtungen erstellt waren, wurden auch äquivalente Q-Matrizen in Diagonalform bereitgestellt, die dennoch die Korrelation bei der Aufstellung der Normalgleichungen korrekt berücksichtigen (NLVwA, Heft 1, 1968).



*Bild 4: Ausbau des Kirchturms in Brake*

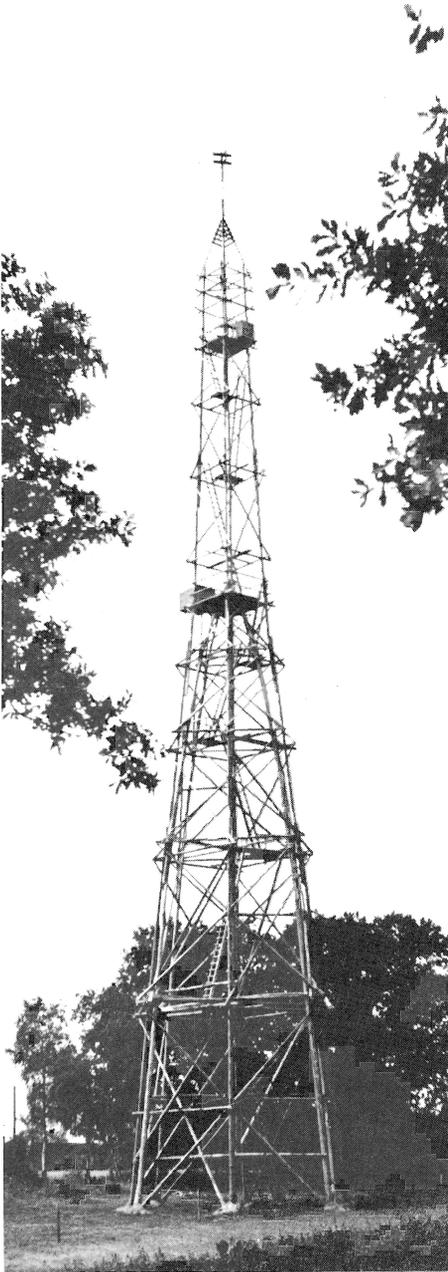


Bild 5:  
Trigonometrischer Signalhochbau: Holzturm

Diese Ableitung der Richtungsätze aus den Streckenmessungen ist als Zugeständnis an das Anfangskonzept zu verstehen. In einer 1967 durchgeführten ersten Ausgleichung des deutschen Anteils am Europanetz sind sie auch verwendet worden. (EHLERT, Teil I, 1984).

Die Leistungsfähigkeit der Rechenanlagen war mittlerweile gewaltig gewachsen. Damit trat ein alle Ausgleichungen bisher beherrschender Gesichtspunkt, nämlich die Anzahl der Unbekannten in den Normalgleichungen möglichst gering zu halten, mehr und mehr in den Hintergrund. Als nach Bereitstellung allen Materials an die Großausgleichung herangegangen werden konnte, störten kleinere Lücken im Hauptnetz nicht mehr. In der als Diagnose bezeichneten Ausgleichung des Netzes der Bundesrepublik (EHLERT 1984) schloß man die kleinen Lücken durch Herinnahme von nachgeordneten Punkten, meistens Zwischenpunkten 1. Ordnung mit ihren alten Messungen, in weitere Rechengänge gingen dann auch die Streckenmessungen ein. Für das europäische Netz dagegen bezog man zunächst nur die Strecken auf den Umfang sowie auf dem Diagonalen der Vierecke ein.

Überhaupt war klar geworden, daß ganz allgemein Schwachstellen des Winkelnetzes, auch NetZRänder, durch hier konzentrierte Streckenmessungen behoben werden konnten, ja daß möglichst viele Strecken das Netz erheblich verbessern würden. Das allgemeine Interesse wandte sich den Strecken und den

nun auch genau werdenden Satellitenmessungen zu. In Niedersachsen besteht heute ein vollständiges Streckennetz 1. und 2. Ordnung, worüber nachfolgend berichtet wird.

Das Zeitalter der Winkelmessungen in fundamentalen Netzen ist abgeschlossen. Man möge mir daher nachsehen, daß dieser Bericht über letzte Winkelmessungen kurz gehalten ist und nur dort etwas ausführlicher wird, wo er Abweichungen vom konventionellen Vorgehen gegründet.

### Schrifttum

- HÖPCKE, W. Die Arbeiten am trigonometrischen Festpunktfeld. Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 4, 1958
- WOLF, H. Das Europäische Dreiecksnetz – Ursprung, Entwicklung und Möglichkeiten. In: Geodätische Woche Köln 1975. Verlag Konrad Wittwer. Stuttgart 1975
- Niedersächsisches Landesverwaltungsamt (NLVwA). Ergänzungsmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz.  
Heft 1: Elektronische Streckenmessungen zur Ermittlung von Dreieckswinkeln 1963 bis 1966. Hannover 1968  
Heft 4: Streckenmessungen 1958 bis 1973  
Heft 5: Winkelbeobachtungen 1955 bis 1967. Hannover 1974  
Heft 6: Abrisse der niedersächsischen Hauptdreieckspunkte, Hannover, 1974.
- AUGATH, W. Die Neukoordinierung des niedersächsischen Anteils am Deutschen Hauptdreiecksnetz (DHDN) und des TP-Netzes 2. Ordnung. Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung. Heft 3, 1984
- EHLERT, D. Die Diagnoseausgleichung 1980 des Deutschen Hauptdreiecksnetzes. Heft IV, Netzausgleichung. Frankfurt am Main 1984

# Die Streckenmessungen 1. Ordnung in Niedersachsen

Von Wolfgang Pötzschner

## 1 Einleitung

In den zurückliegenden zwei bis drei Jahrzehnten stand die Landesvermessung in Niedersachsen vor der schwierigen Aufgabe, den an ein modernes Lagefestpunktfeld zu stellenden hohen Genauigkeitsansprüchen gerecht zu werden. Das TP-Feld baut sich auf dem ältesten, vor hundert Jahren von militärischer Stelle nach deren Gesichtspunkten geschaffenen Teil des Deutschen Hauptdreiecksnetzes auf. Die Hannoversche Hauptdreieckskette und das als Füllnetz dazugehörige Weserhauptdreiecksnetz waren damals zwar eine glänzende Leistung von Oskar Schreiber, die aber seitdem entsprechend den bis heute gestiegenen Anforderungen nicht weiter entwickelt worden ist. Erst als nach dem zweiten Weltkrieg im Auftrag der amerikanischen Militärregierung erstmals ein zusammenhängendes Europanetz (Europäisches Datum 1950) ED 50 erstellt war, empfahl die Internationale Assoziation für Geodäsie 1954, bald eine neue Ausgleichung folgen zu lassen, für die die an sehr vielen Stellen zu erkennenden Schwächen im Zusammenschluß und in der Konfiguration der einzelnen nationalen Netze vorher beseitigt werden sollten (Sonderheft 4, ZfV 1955). Für das Land Niedersachsen als Teil der Bundesrepublik Deutschland bedeutete das, umgehend die Schreibersche Kette mit ihrem Füllnetz zu einem modernen Flächennetz aufzuwerten und eine bessere Netzverbindung zu den Niederlanden herzustellen. Die daraufhin nach konventionellen Verfahren ausgeführten Winkelmessungen sind von Höpcke beschrieben.

## 2 Neue technische Möglichkeiten der Netzbeobachtungen 1. Ordnung

Ende der fünfziger Jahre waren dann moderne Streckenmeßgeräte, die Licht- oder Mikrowellen verwenden, so weit entwickelt, daß sie für die Landesvermessung eingesetzt werden konnten. Mit diesen Geräten, die zunächst nur bei wissenschaftlichen Instituten vorhanden waren, konnten Dreiecksseiten 1. Ordnung unmittelbar gemessen werden. Vordringlich wurden sie dazu benutzt, um die im Füllnetz vorhandenen offenen Vierecke aufzulösen.

Im Rahmen einer Kooperation mit den Universitäten Hannover und Braunschweig konnte nachgewiesen werden, daß sich die fehlenden Winkel mit glei-

cher Genauigkeit, jedoch mit erheblich geringeren Kosten aus direkt gemessenen Strecken 1. Ordnung ableiten lassen (NLVwA 1968).

Im Rahmen von Forschungsvorhaben der niedersächsischen Universitäten im Bereich der Basisvergrößerungsnetze Göttingen und Meppen sowie bei Verbindungsnetzen zwischen den alten Basen zeigte sich, daß die von Oskar Schreiber berechneten Dreiecksseiten keinen im ganzen einheitlichen Maßstab haben.

### **3      Arbeitsprogramm »Maßstabskontrollen«**

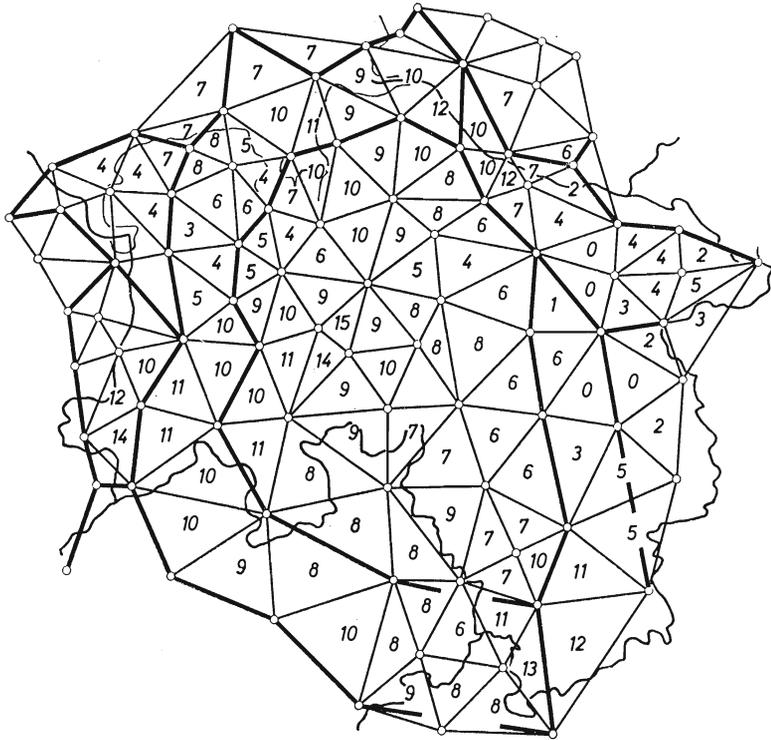
Mit Unterstützung durch alle in Norddeutschland verfügbaren Streckenmeßgeräte, zu denen sich später auch drei Geräte der Landesvermessung von Typ Distameter III der Firma Grundig gesellten, sind daraufhin innerhalb von fünfzehn Jahren bis 1973 die Längen von sämtlichen Hauptdreiecksseiten ermittelt worden. Der große Zeitbedarf rührte daher, daß das erreichte Ziel erst nach und nach festgelegt wurde, als ausreichend Haushaltsmittel, Geräte und Personal zur Verfügung standen. Das Dezernat Grundlagenvermessung hat vor den eigentlichen Beobachtungen die vorhandenen alten Festlegungen überprüft und neu gesichert, die Standpunkte auf den Bauwerken eingerichtet und die Bodenpunkte mit Vermessungstürmen oder den dazu entwickelten Beobachtungsleitern bebaut. Die Beobachtungen sowie die Eichung der Geräte übernahmen alle beteiligten Stellen selbst. Für das Meßverfahren war im Sinne der EDM-Richtlinien der AdV (1973) vorgeschrieben, jede Hauptdreiecksseite mindestens an zwei verschiedenen Tagen mit möglichst völlig verschiedener Wetterlage zu messen. In Niedersachsen wurden deshalb grundsätzlich zwei getrennte Meßdurchgänge im Frühjahr und im Herbst durchgeführt. Alle die Strecken, für die trotz hoher Bebauung der Endpunkt keine Verbindung zu erhalten war, wurden durch Zwischenpunkte unterteilt. Zum Schluß war damit das Land Niedersachsen mit einem geschlossenen Streckennetz 1. Ordnung überdeckt.

Alle Strecken sind nur mit Mikrowellengeräten gemessen worden, da hierfür eine Bebauung mit Beobachtungsleitern ausreichte. Für die mit Lichtwellen arbeitenden Geodimeter sind dagegen die gleichen festen Beobachtungsstandpunkte wie für die Winkelmessung nötig. Da hierfür wesentlich höhere Baukosten anfallen und auch viel mehr Zeit gebraucht wird, sind die Geodimeter für Hauptdreiecksseiten oder Teilstrecken davon nur an wenigen Stellen, z. B. im Harz und auf der Satellitentraverse Tromsö-Catania zwischen Lüneburg und Göttingen eingesetzt worden.

### **4      Ergebnisse**

Mit den Streckenmessungen konnte eine klare Aussage über die Maßstabsverhältnisse 1. Ordnung gegeben werden (NLVwA 1974). Die Legalmeterkorrektur trifft danach nur für die Umgebung der Grundlinien Göttingen und

Meppen zu und nimmt nach Norden und Osten bis in den Raum Lüneburg bis etwa zum Wert Null ab (Pötzschner 1977).



*Bild 1: Maßstabsverhältnisse im niedersächsischen Anteil am DHDN  
Die Streckenverbesserung variiert zwischen 0 und  $14 \cdot 10^{-6}$*

Das Ergebnis der mehr als viertausend einzelnen Streckenmessungen, das in fast 800 Streckenmitteln zusammengefaßt wurde, ist veröffentlicht und für wissenschaftliche Arbeiten auch außerhalb der Landesvermessung frei zugänglich (NLVwA 1974). So ist es auch als wesentlicher neuer Beitrag zusammen mit den alten Winkelmessungen 1. Ordnung in die schon 1954 vorgesehene neue Ausgleichung des Europaneetzes von 1979 (ED79) eingegangen (DGFi, 1980). Weiter sind die Werte für die Diagnoseausgleichung des Deutschen Hauptdreiecksnetzes benutzt worden (Ehlert 1982, Schmidt 1982), aus der die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen allerdings leider keine Folgerungen abgeleitet hat.

Da das Deutsche Hauptdreiecksnetz eine Angelegenheit ist, die alle Bundesländer gemeinsam betrifft, hat das Land Niedersachsen lange Zeit gezögert, im Alleingang neue Koordinaten für TP 1. Ordnung einzuführen. Dies konnte nur dort geschehen, wo Hauptdreieckspunkte zerstört (Bremen) oder die Erhaltung der Festlegungen unsicher (Haeverstedt, Oldenburg) waren.

## 5 Wertung der Beobachtungsmaterialien

Bei der kritischen Durchsicht des Ergebnisses der Streckenmessungen 1. Ordnung ist festzustellen, daß das gesamte Material wegen der Beteiligung unterschiedlicher Geräte und wechselnder Beobachter der Institute und Dienststellen etwas uneinheitlich ist und auch Zeichen der raschen technischen Weiterentwicklung trägt. Das kommt darin zum Ausdruck, daß die mehrmals in verschiedenen Jahren gemessenen Strecken in Einzelfällen bis zu  $10 \times 10^{-6}$  m/km abweichen. Weiter wurde bei den Messungen erkannt, daß es schwierig ist, für lange Strecken die meteorologischen Daten sicher zu erfassen. Um den Zeitaufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, waren diese Daten nur am Anfang und am Ende der Strecken ermittelt worden. Auf Bauwerken sind die Werte für Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit aber gegenüber denen auf der freien Strecke oft sehr abweichend. Für die Berechnung eines freien Streckennetzes war es darüber hinaus schmerzlich, daß keine übergreifenden Diagonalen beizubringen waren.

Aus diesen Erfahrungen wurde deutlich, daß mit den bequem zu handhabenden Mikrowellengeräten die erstrebte hohe Genauigkeit nur erreichbar ist, wenn Strecken zugrunde gelegt werden, die kürzer als die Hauptdreiecksseiten sind und die Beobachtungen ausschließlich auf freistehenden Beobachtungsleitern ausgeführt werden.

Alle diese Erkenntnisse führten im Jahre 1972 dazu, für die anstehende Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung ein gemeinsames Lagegrundnetz 1. und 2. Ordnung zu beobachten und dafür nur eigene Beobachter und einheitliche eigene Geräte einzusetzen. Dieses dann völlig homogene Netz wird durch eine große Zahl von Netzdiagonalen versteift und erreicht eine hohe innere Stabilität. Aus ihm lassen sich indirekte Beobachtungen 1. Ordnung ableiten (Heide, Heinecke 1985), die besser und zuverlässiger sind als die vorher ausgeführten Winkel- und Streckenmessungen. Sie machen außerdem die Grundlinienmessungen überflüssig. Auch wird die Kombination von Beobachtungen vermieden, zwischen denen fast hundert Jahre liegen, und in denen rezente Bewegungen der Eroberfläche nicht auszuschließen sind.

## 6 Literatur

- AdV: Richtlinien für die elektromagnetischen Distanzmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz. Wiesbaden – Mainz, 1973
- Berichte zur X. Generalversammlung der IUGG – IAG – im September 1954 in Rom, Sonderheft der ZfV, Heft 4, 1955
- DGF: Subcommission for the new adjustment of the European Triangulation (RETrig), Publication No 13, The European Datum 1979 (ED79), Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München 1980

- Ehlert, D.: Diagnoseausgleichung des Deutschen Hauptdreiecksnetzes, Band 1: Richtungen. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Nr. 262, Frankfurt 1982
- Heide, D. und Heineke, U.: Die Auswertung der Beobachtungen des TP-Netzes 2. Ordnung. Erscheint in Heft 3/1985 der Nachrichten aus der Niedersächsischen VuKV
- NLVwA: Ergänzungsmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz, Schriftenreihe des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Landesvermessung -  
 Heft 1: Elektronische Streckenmessungen zur Ermittlung von Dreieckswinkeln 1963 bis 1966, Hannover 1968  
 Heft 4: Streckenmessungen 1958 bis 1973, Hannover 1974
- Pötzschnner, W.: Die Anpassung des Lagefestpunktfeldes an die heutigen Genauigkeitsansprüche, ZfV 102, S. 157, 1977
- Schmidt, R.: Diagnoseausgleichung des Deutschen Hauptdreiecksnetzes, Band 1: Problemstellung. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Nr. 262, Frankfurt 1982

# Astronomisch-geodätische Arbeiten in Niedersachsen

Von Jürgen Geßler

- 1 **Allgemeine Vorbemerkungen**
- 2 **Lotabweichungsbestimmungen**
  - 2.1 *Meßverfahren*
    - 2.1.1 *Beobachtung mit Ni 2 – Astrolabium*
    - 2.1.2 *Beobachtung mit TZK1*
  - 2.2 *Arbeitsprogramme*
    - 2.2.1 *Beobachtungen im DHDN*
    - 2.2.2 *Beobachtungen im TP-Netz 2. Ordnung*
- 3 **Azimuthbestimmungen**
- 4 **Ausblick**
- 5 **Literatur**

## 1 **Allgemeine Vorbemerkungen**

Astronomisch-geodätische Beobachtungen dienen dazu, die Lotrichtungsparemeter des Beobachtungsortes (= astronomische-geographische Breite und Länge) und astronomische Azimute durch Richtungsmessungen zu den Gestirnen zu bestimmen (TORGE 1975). Die Ermittlung dieser Daten gehört zu den klassischen Aufgaben einer Landesvermessung. So können mit Hilfe der astronomisch-geodätischen Beobachtungsgrößen absolute Bezugssysteme für die Erd- und Landesvermessung (z. B. bestanschließende Erdellipsoide) definiert, terrestrische geodätische Beobachtungen auf derartige Bezugssysteme zum Zwecke einer einheitlichen Berechnung der Festpunktfelder reduziert und transformiert sowie die geodätischen Festpunktfelder räumlich orientiert werden. Eine ganz wesentliche Rolle spielt dabei auch die Geoidbestimmung z. B. durch astronomisches Nivellement, welche die Verknüpfung von Lage- und Höhennetzen im Hinblick auf dreidimensionale Bezugssysteme ermöglicht.

Dagegen ist die Bedeutung der astronomisch-geodätischen Beobachtungen für die Ortsbestimmung auf Punkten für topographische und photogrammetrische Zwecke zurückgetreten.

Ein neuer Aufschwung steht jedoch den astronomischen Arbeiten zukünftig bevor durch die rasante Entwicklung der modernen Satellitenverfahren, wie z. B. dem amerikanischen Navigationsverfahren NAVSTAR – GPS (SEEGER 1984). Hierfür sind umfangreiche Umrechnungen zwischen den verschiedenen geodätischen Bezugssystemen erforderlich. Ein möglichst engmaschiges Netz astronomisch-geodätischer Beobachtungsstationen bietet dazu die besten Voraussetzungen.

## 2 Lotabweichungsbestimmungen

Um das Deutsche Hauptdreiecksnetz (DHDN) in ein Europäisches Hauptdreiecksnetz einbeziehen zu können, waren umfangreiche Ergänzungsbeobachtungen, u. a. auch die Bestimmung von Lotabweichungen auf den Hauptdreieckspunkten, sowie Azimutbeobachtungen erforderlich. Diese Beobachtungen wurden vom Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut und in Niedersachsen in Zusammenarbeit mit der Landesvermessung ausgeführt.

Die zweite Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes hatte bis 1965 auf 24 niedersächsischen Hauptdreieckspunkten die Lotabweichungskomponenten bestimmt (SCHRICK 1962, 1963a, 1963b, 1966, ZIMMERMANN 1966, 1967, RÖDDE 1969). Für die restlichen Punkte wurden die astronomischen Beobachtungen von der Abteilung Landesvermessung des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes in den Jahren 1966 bis 1968 ausgeführt (NLVwA-LV-1971). Daran anschließend wurden diese Arbeiten noch auf weitere etwa 50 Stationen im Testnetz Harz ausgedehnt, um die von den Universitäten Hannover und Braunschweig betriebenen Forschungsarbeiten für ein dreidimensionales geodätisches Netz sowie für Geoidbestimmungen zu unterstützen (NLVwA-LV-1974). Die daraus erhaltenen Ergebnisse führten dann dazu, auch im übrigen niedersächsischen Landesgebiet mit der Verdichtung des bestehenden Netzes von Lotabweichungsstationen zu beginnen, um auf diese Weise die Grundlage für eine detaillierte astrogeodätische Geoidbestimmung zu schaffen.

### 2.1 Meßverfahren

Bei den niedersächsischen Beobachtungen zur Bestimmung von Lotabweichungen kamen zunächst die klassischen Verfahren mit dem herkömmlichen Instrumentarium zum Einsatz. Ab 1976 wurden jedoch die Messungen ausschließlich mit der inzwischen neu entwickelten und feldverwendungsfähigen transportablen Zenitkamera TZK1 des Instituts für Erdmessung der Universität Hannover durchgeführt.

### 2.1.1 Beobachtung mit Ni 2 – Astrolabium

Die niedersächsische Landesvermessung führte die astronomischen Beobachtungen der Jahre 1966 bis 1973 nach dem Höhenstandlinienverfahren aus, nach dem bereits seit 1957 das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut mit Erfolg arbeitete (ZIMMERMANN 1966, 1967, RÖDDE 1969).

Danach wurden zur simultanen Breiten- und Längenbestimmung zunächst auf jeder Station an zwei aufeinander folgenden Nächten je 60 Sterndurchgänge beobachtet. Zu Beginn und am Ende jeder Beobachtungsperiode wurde zur Ausschaltung eines systematischen Längenfehlers auf einer Referenzstation beobachtet. Später wurde dieses Verfahren in der Weise umgestellt, daß erst alle Stationen einmal, dann die Referenzstation und schließlich alle Stationen ein zweites Mal beobachtet wurden.

Als Beobachtungsinstrument stand ein Zeiß Ni 2 – Astrolabium zur Verfügung, dessen Fadenkreuz zunächst nur 3 horizontale Fäden hatte. Nach den niedersächsischen Erfahrungen der ersten Beobachtungsperioden wurde ein neu angefertigtes Fadenkreuz mit 5 Horizontalfäden benutzt (NLVwA 1971). Der exakte Beobachtungszeitpunkt wurde mit Hilfe eines auf Sternzeit regulierten Boxchronometers in Verbindung mit einer Stoppuhr ermittelt, die jedoch schon bald durch einen Papierstreifenchronographen ersetzt wurde. Für den Uhrenvergleich wurden spezielle Zeitzeichenempfänger (HBG, DCF 77 u. a.) eingesetzt. Bei den Beobachtungen im Testnetz Harz konnte die Zeithaltung durch eine transportable Quarzuhr anstelle eines Boxchronometers wesentlich verbessert und so die Zahl der Zeitzeichenvergleiche erheblich reduziert werden.

Die Vorausberechnung der Sterndurchgangszeiten wurde ebenso wie die gesamte Auswertung der Beobachtungsdaten auf der Rechenanlage des Instituts für angewandte Geodäsie ausgeführt. Der mittlere Fehler eines Sterndurchgangs betrug im Jahre 1966 noch  $M_{\sigma} = \pm 1,9$  und verkleinerte sich durch das verbesserte Instrumentarium bzw. die verbesserte Beobachtungstechnik auf  $M_{\sigma} = \pm 0,9$  im Jahre 1968.

Aus dem gesamten Beobachtungsmaterial von 1966 bis 1973 lassen sich folgende Genauigkeitsangaben ableiten:

Mittlere Fehler einer einzelnen Beobachtungsnacht für die Breitenbestimmung  $m_{\varphi} = \pm 0,3$  und für die Längenbestimmung  $m_{\lambda} = \pm 0,6$ .

Das schlechtere Ergebnis der Längenbestimmung ist auf persönliche Fehler bei der Zeitnahme zurückzuführen, mit dem das Standlinienverfahren behaftet ist. Außerdem ist zu bemerken, daß zur Gewinnung einer Nacht mit 60 Sterndurchgängen relativ viele (50%) der insgesamt beobachteten Nächte wegen Unvollständigkeit verworfen werden mußten.

### 2.1.2 Beobachtung mit der TZK1

Seit etwa 20 Jahren wird an der Universität Hannover die Entwicklung von Zenitkameras betrieben (PILOWSKI 1973), die zum Aufbau feldverwen-

dungsfähiger Systeme führte. Diese Zenitkamarasysteme wurden von GESSLER (1975) und WISSEL (1984) ausführlich beschrieben. Seit 1976 wird die transportable Zenitkamera TZK1 für die Lotabweichungsbestimmungen auf niedersächsischen Stationen eingesetzt.

Die Zenitkamera ist eine langbrennweitige ( $f = 800 \text{ mm}$ ) und lotrecht aufgestellte photographische Kamera mit einem Öffnungsverhältnis von  $1 : 5$ . Das Beobachtungsprinzip besteht in der Photographie des zenitalen Sternfeldes in zwei sich im Azimut um  $180^\circ$  unterscheidenden Lagen auf demselben Aufnahmeträger. Während dieser Aufnahmen werden zwei mit der Zenitkamera fest verbundene elektronische Libellen abgelesen oder automatisch registriert, die die Neigung der Drehachse gegenüber der Lotrichtung anzeigen. Der exakte Belichtungszeitpunkt wird auf einem Druckchronographen in Verbindung mit einer transportablen Quarzuhr und einem Zeitzeichenempfänger registriert. Die Sternaufnahmen werden später häuslich an einem Präzisionskomparator ausgemessen. Die dabei ermittelten rechtwinkligen Komparatorkoordinaten führen über einen entsprechenden Transformationsansatz zu sphärischen Koordinaten der Richtung der Kameradrehachse bzw. mittels der festgestellten Libellenwerte auf die sphärischen Koordinaten des Zenitpunktes  $\alpha_z$  und  $\delta_z$  im astronomischen Koordinatensystem. Damit und mit der bekannten Aufnahmezeit  $\theta_0$  (wahre Sternzeit Greenwich) lassen sich dann unmittelbar die Lotrichtungsparameter  $\varphi = \delta_z$  und  $\lambda = \theta_0 - \alpha_z$  ableiten.

Mit der TZK1 wurden zunächst 10 Punkte des DHDN in je 2 verschiedenen Nächten beobachtet. Dabei wurden in jeder Nacht mindestens 4 auswertbare Aufnahmen belichtet, die eine durchschnittlich anmeßbare Zahl von 30 Sternen aufwiesen. Aufgrund der auf diese Weise erhaltenen guten Ergebnisse wurde bei den übrigen Lotabweichungsstationen auf die zweite Beobachtungsnacht zugunsten eines zügigen Arbeitsfortschrittes verzichtet. Aus dem so gewonnenen Beobachtungsmaterial konnten folgende durchschnittliche Werte für die Genauigkeit berechnet werden: Mittlerer Fehler einer einzelnen Nacht für die Breitenbestimmung  $m_\varphi = \pm 0,2$  und für die Längenbestimmung  $m_\lambda = \pm 0,3$ .

Die mit der Zenitkamera gegenüber dem Astrolabium erreichbare höhere Genauigkeit bei weniger Beobachtungsaufwand liegt vor allem im Ausschluß persönlicher Fehler sowie auch in der Kleinhaltung äußerer, z. B. durch Refraktion bedingte Fehlereinflüsse. Weitere Vorteile liegen in der besseren Ausnutzung der astronomischen Beobachtungsmöglichkeiten, die es der Zenitkamera erlauben, auch bei teilweise bewölktem Himmel zu beobachten. Außerdem konnten infolge der sehr kurzen Beobachtungszeiten bis zu vier Stationen in einer Nacht bearbeitet werden.

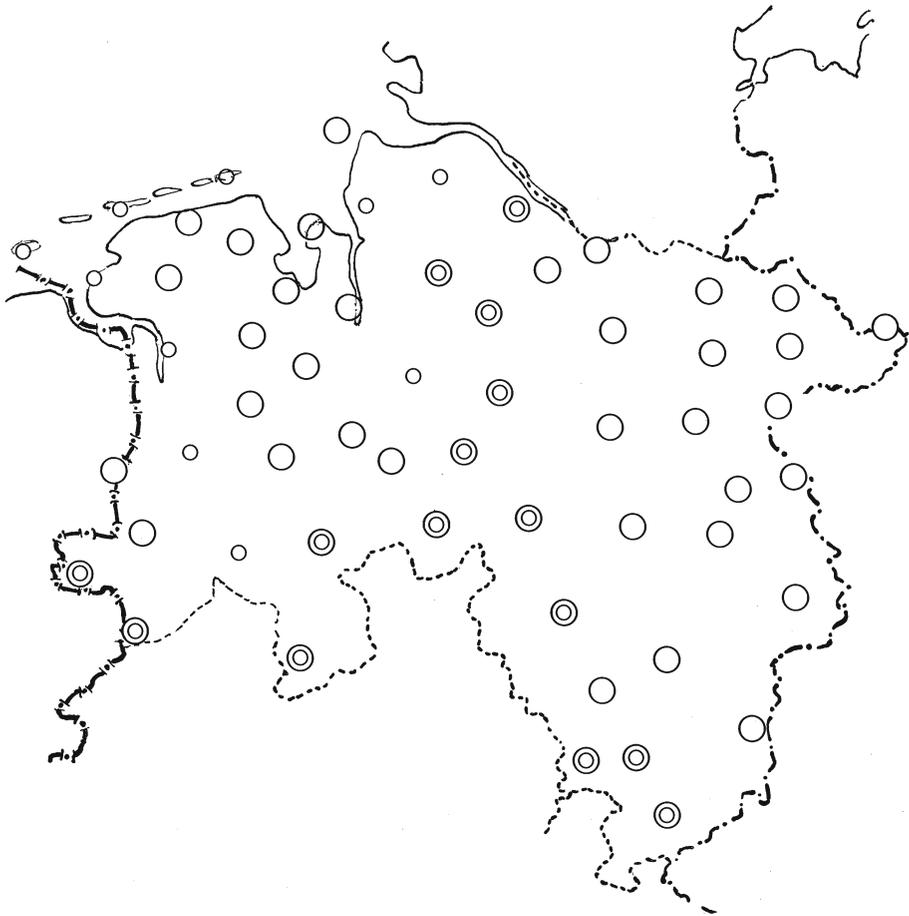
## 2.2 *Arbeitsprogramme*

Die Durchführung der bisherigen niedersächsischen Lotabweichungsbestimmungen hing stets im großem Maße von den anstehenden Arbeiten in den trigonometrischen Netzen 1. und 2. Ordnung ab. So standen am Anfang die

Ergänzungsbeobachtungen im DHDN im Vordergrund, nach deren Abschluß der Aufbau des neuen niedersächsischen TP-Netzes 2. Ordnung die weitere Entwicklung der astronomisch-geodätischen Beobachtungen bestimmte.

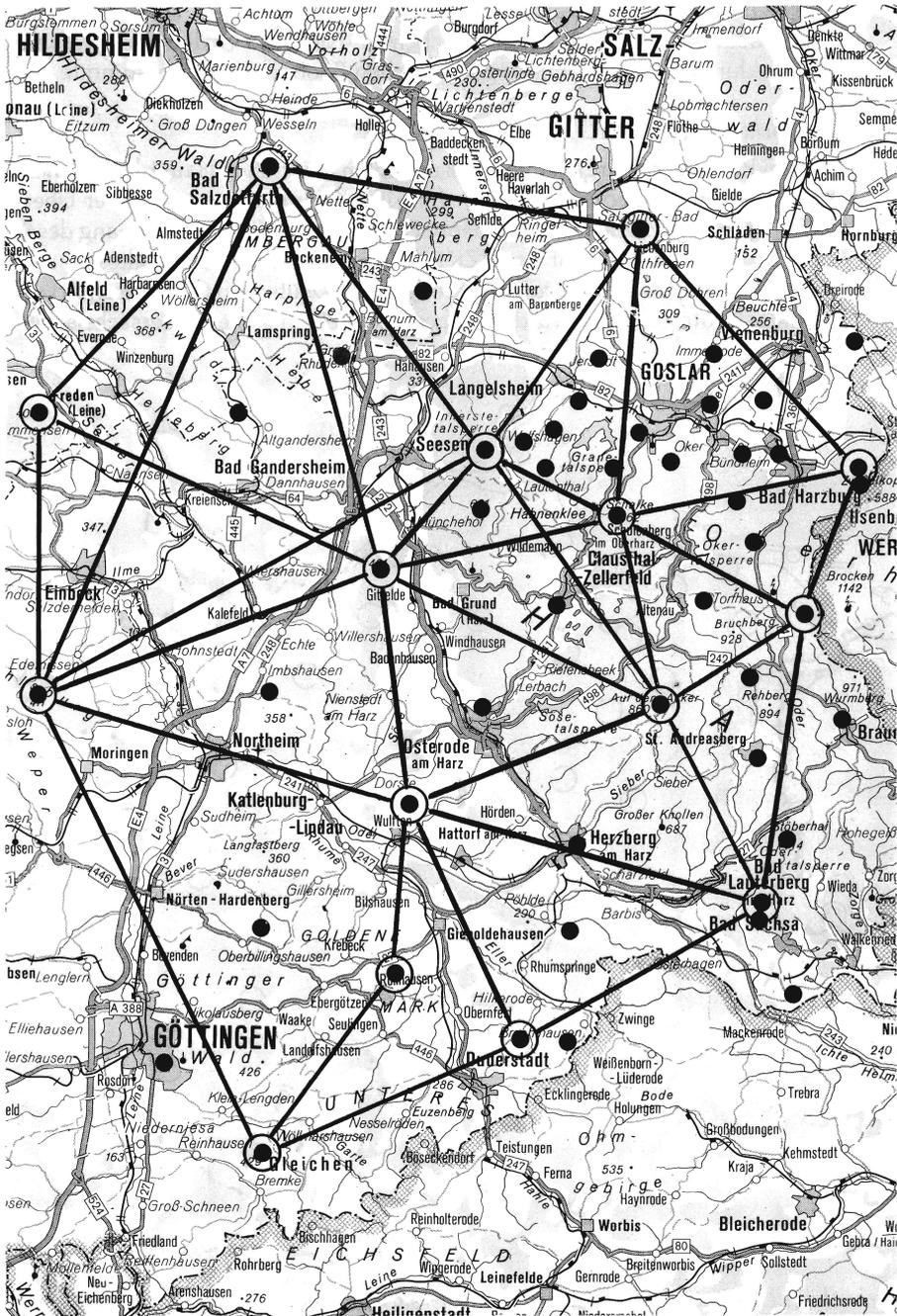
### 2.2.1 Beobachtungen im DHDN

Die im Rahmen der Ergänzungsmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz ausgeführten astronomischen Arbeiten sind zusammenfassend in der Übersicht 1 dargestellt. Nach der Neubeobachtung von 10 Stationen entlang des 9. und 10. Längengrades mit der TZK1 im Jahre 1977, womit die ältesten und weniger zuverlässigen Astrolabmessungen des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts ersetzt wurden, liegen nunmehr für alle niedersächsischen



Übersicht 1: Lotabweichungsstationen im niedersächsischen Anteil des DHDN

- beobachtet vom Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung-
- beobachtet vom DGFI



Übersicht 2:

● Lotabweichungsstationen im Testnetz Harz



Übersicht 3: Lotabweichungsstationen im TP-Netz 2. Ordnung, beobachtet mit Zenitkameras

Stationen des DHDN moderne, maximal 20 Jahre alte Lotabweichungsbestimmungen vor.

### 2.2.2 Beobachtungen im TP-Netz 2. Ordnung

Richtungsweisend für eine über die Möglichkeiten des DHDN hinausgehende detailliertere astro-geodätische Geoidbestimmung in Niedersachsen waren die positiven Erfahrungen der wissenschaftlichen Untersuchungen im Testnetz Harz, zu denen auch die niedersächsische Landesvermessung durch Lotabweichungsbestimmungen nicht unerheblich beigetragen hatte (Übersicht 2).

Um das Ziel einer hohen Geoidauflösung zu erreichen, war es erforderlich, die zunächst nur auf das Testnetz begrenzten astronomischen Beobachtungen nunmehr auf ganz Niedersachsen auszudehnen. Als Lotabweichungsstationen kamen hierfür weitere ausgewählte Punkte des inzwischen neu geschaffenen TP-Netzes 2. Ordnung infrage.

Dieses umfangreiche Meßvorhaben – ca. 160 Lotabweichungsstationen wurden vorgesehen – konnte nur sinnvoll in die Tat umgesetzt werden durch die Bereitschaft des Instituts für Erdmessung der Universität Hannover, hierfür transportable Zenitkameras einzusetzen. Diese Beobachtungsinstrumente verfügen neben einer großen Leistungsfähigkeit über eine hohe Wirtschaftlichkeit, so daß auch bei nur geringem Einsatz von Haushaltsmitteln bereits gute Arbeitsfortschritte zu verzeichnen sind. Mittels Zenitkameramessung sind in den Jahren seit 1978 auf den in Übersicht 3 dargestellten Stationen Lotabweichungen bestimmt worden.

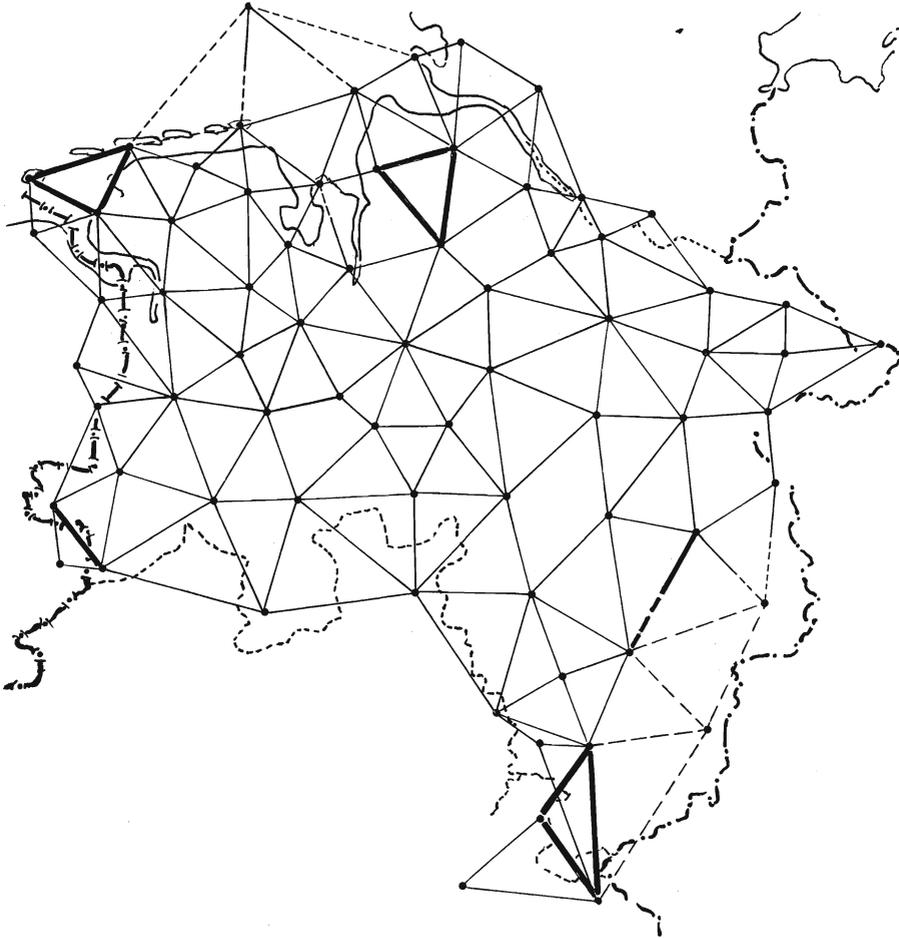
### 3 Azimutbestimmungen

Der Umfang astronomischer Azimutbestimmungen ist im Vergleich zu den Lotabweichungsbestimmungen im allgemeinen wesentlich geringer. Das liegt daran, daß prinzipiell ein Azimut zur Orientierung eines Dreiecksnetzes bereits genügt, wie z. B. beim DHDN. Für die Einpassung des DHDN in das Europäische Hauptdreiecksnetz reicht jedoch die Genauigkeit eines einzigen Azimutes nicht aus. Aus diesem Grunde wurden in den Jahren 1956 bis 1967 vom Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut auf 12 in den Randbereichen Niedersachsens liegenden Hauptdreieckspunkten 11 Azimute und 10 Gegenazimute astronomisch beobachtet (WERMANN 1957, SCHRICK 1962, 1963b, 1966).

Wie in Übersicht 4 dargestellt, wurden die Azimutmessungen so angeordnet, daß drei Dreiecke vollständig geschlossen werden konnten. Von der niedersächsischen Landesvermessung wurden bislang keine eigenen Azimutmessungen ausgeführt. Die Beobachtungen des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts wurden jedoch in erheblichem Maße durch Arbeiten der Landesvermessung insbesondere beim Ausbau der Beobachtungsstationen unterstützt.

Während zunächst sechs Azimute nach dem bekannten Polaris-Verfahren ermittelt wurden, konnten die übrigen Azimute mit Erfolg aus der Beobachtung von Sterndurchgangszeiten im Vertikal des Erdziels bestimmt werden. Diese Methode hat den Vorteil, daß keine Teilkreisablesungen notwendig sind und somit die Gefahr möglicher Teilkreisfehler ausgeschaltet ist. Als Beobachtungsinstrumente wurden für das Polaris-Verfahren ein Universal-, ansonsten Passageinstrumente in Verbindung mit Kontaktmikrometer, Schreibchronograph und Zeitzeichenempfänger eingesetzt. Die durchschnittlich erreichte Genauigkeit der Azimutbestimmungen lag etwa bei  $\pm 0,2$ .

Das aus der Unsicherheit der Azimutbestimmung resultierende Risiko einer Netzverbiegung erscheint heute für Präzisionsstreckennetze und in Anbetracht genauerer Orientierungsmöglichkeiten durch großräumige Satellitenverfahren zu hoch (BÄUMKER 1984). Astronomisch bestimmte Azimute haben deshalb in Zukunft kaum noch Bedeutung.



Übersicht 4: Azimutbestimmungen in Niedersachsen

#### 4 Ausblick

Für die in den TP-Netzen 1. und 2. Ordnung insgesamt vorgesehenen 220 Lotabweichungsstationen liegen derzeit für etwa 160 Stationen die Lotabweichungen ausgewertet vor. Bei einem jährlichen Beobachtungsfortschritt von etwa 20 Stationen wäre mit der endgültigen Fertigstellung bereits im Jahre 1988 zu rechnen. Dieser Zeitpunkt fiel ungefähr zusammen mit dem Beginn der in Aussicht gestellten Vollnutzungsphase der in Entwicklung begriffenen Satelliten-Navigationsverfahren. Es könnten dann dafür rechtzeitig moderne astronomisch-geodätische Grundlagen zur Verfügung gestellt werden.

## 5 Literatur

- 1 BÄUMKER, M. Zur dreidimensionalen Ausgleichung von terrestrischen und Satellitenbeobachtungen. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Uni Hannover, Nr. 130, Hannover 1984
- 2 GESSLER, J. Entwicklung und Erprobung einer transportablen Zenitkamera für astronomisch-geodätische Ortsbestimmungen. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Uni Hannover, Nr. 60, Hannover 1975
- 3 NLVwA-LV Ergänzungsmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz, Heft 2. Schriftenreihe NLVwA-LV, Hannover 1971
- 4 NLVwA-LV Ergänzungsmessungen im Deutschen Hauptdreiecksnetz, Heft 3. Schriftenreihe NLVwA-LV, Hannover 1974
- 5 PILOWSKI, K. Zur Konstruktion und Theorie und zur Verwendung transportabler Zenitkameras für die geographische Ortsbestimmung und für die fundamentale Positionsastonomie. Monographie Hannover 1973
- 6 RÖDDE, A. Simultanbestimmungen der Lotabweichungskomponenten  $\xi$  und  $\eta$  mit den Prismenastrolabium VII. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 163, Frankfurt a. M. 1969
- 7 SCHRICK, K.-W. Astronomisch-geodätische Messungen. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 85, Frankfurt a. M. 1962
- 8 SCHRICK, K.-W. Längen- und Breitenbeobachtungen. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 101, Frankfurt a. M. 1963
- 9 SCHRICK, K.-W. Astronomisch-geodätische Beobachtungen 1960. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 102, Frankfurt a. M. 1963
- 10 SCHRICK, K.-W. Astronomisch-geodätische Beobachtungen 1962. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 129, Frankfurt a. M. 1966
- 11 SEEBER, G. Die Rolle des NAVSTAR Global Positioning Systems für die Lösung geodätischer Aufgaben. ZfV, Jahrgang 109, Heft 1, Stuttgart 1984
- 12 TORGE, W. Geodäsie, Verlag de Gruyther, Berlin und New York 1975
- 13 WERMANN, G. Azimut- und Breitenbeobachtungen 1955 und 1956. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 38, München 1957
- 14 WISSEL, H. Zur Leistungsfähigkeit von transportablen Zenitkameras bei der Lotabweichungsbestimmung. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Uni Hannover, Nr. 107, Hannover 1982

- 15 ZIMMERMANN, G. Simultanbestimmungen der Lotabweichungskomponenten  $\xi$  und  $\eta$  mit dem Prismenastrolabium II. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 127, Frankfurt a. M. 1966
- 16 ZIMMERMANN, G. Simultanbestimmungen der Lotabweichungskomponenten  $\xi$  und  $\eta$  mit dem Prismenastrolabium III. Veröffentlicht DGK Reihe B, Heft 128, Frankfurt a. M. 1967

# Die Messungsarbeiten bei der Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung in Niedersachsen

Von Eberhard Meliß und Jürgen Umbach

## 1 Einleitung

Die Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung, über die hier berichtet werden soll, fällt in den Zeitraum 1972 bis 1982 und erfolgte ausschließlich durch Trilateration.

In der Zeit vor 1972 wurde im klassischen Triangulationsverfahren in jeweils abgeschlossenen Gebieten Netzerneuerung betrieben. Hierunter fallen die seit 1954 erneuerten Netzteile an der Elbe, im Raum Hannover, im Harz und im Emsland. Bei einer Jahresleistung von 10 TP (2) lagen bis 1971 für etwa 200 TP(2) moderne Beobachtungen vor. Die Forderung der Benutzer nach einwandfreien Koordinaten in allen TP-Netzen verlangte jedoch eine Steigerung der bisherigen jährlichen Leistungen um ein Vielfaches, um einen zeitlich angemessenen und überschaubaren Erneuerungszeitraum zu erreichen.

Die Voraussetzungen, dieses Ziel zu verwirklichen, waren 1972 durch das Angebot leistungsstarker Mikrowellenentfernungsmesser vom Typ SIAL MD 60 gegeben, die eine besonders wirtschaftliche Anwendung des Trilaterationsverfahrens ermöglichten.

Vorteile und Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens gegenüber dem Triangulationsverfahren standen fest (Pötzschnier 1974, 1985):

- Verzicht auf stabile Hochbauten, dafür Einsatz transportabler Beobachtungsleitern (vergl. 4.1.2);
- Ersatz zeitaufwendiger von Sicht und Luftzustand abhängiger Richtungsbeobachtungen durch wetterunabhängige Messungen mit Mikrowellenentfernungsmessern (vergl. 4.4).

Über die mit dem Trilaterationsverfahren zu erzielende Genauigkeit lagen jedoch im Entfernungsbereich 2. Ordnung noch keine aussagekräftigen Erfahrungswerte vor.

So wurde das neue Meßverfahren 1972 im Versuchsnetz »Braunschweig« einem Praxistest mit ca. 40 TP (2) unterzogen. Hierbei offenbarte sich die hohe Meßgenauigkeit und die große Wirtschaftlichkeit der »Streckenmessung mit Mikrowellengeräten« im Entfernungsbereich 7 bis 20 km. Eine Erneuerung des gesamten Landes konnte in Angriff genommen und 1982 termingerecht zum Abschluß gebracht werden.

Die dabei durchgeführten Außendienstarbeiten sollen nachstehend beschrieben werden.

## 2 Häusliche vorbereitende Arbeiten

Die Außendienstarbeiten mußten vorab häuslich vorbereitet werden. Dazu war einmal ein neuer Netzaufbau zu entwickeln, für jedes Jahresprogramm eine häusliche Punktauswahl vorzunehmen und ein häuslicher Netzentwurf zu fertigen.

### 2.1 Neuer Netzaufbau

Bei der Anlage des neuen TP-Netzes 2. Ordnung galt es vorab die Anordnung der Punktlagen und die Verteilung der Netzbeobachtungen neu zu überdenken.

#### Punktlagen der neuen TP (2)

Zur Minimierung des Vermarktungsaufwandes wurden vorhandene TP (2) grundsätzlich in das neue Netz übernommen. Auf diese Weise konnten auch bereits erneuerte Netzteile 3. und 4. Ordnung ohne umfangreiche Ergänzungs- und Anschlußmessungen in das neue Netz integriert werden.

Aus der im TP-Erlaß (MI 1969) vorgegebenen Punktdichte von 1 TP (2) pro 50 bis 100 km<sup>2</sup> ergeben sich mittlere Punktabstände von 7 bis 10 km. Genauigkeitsvergleiche zwischen dem neuen TP-Netz 2. Ordnung und den ebenfalls zu erneuernden TP-Netzen 3. und 4. Ordnung zeigen, daß das TP-Netz 2. Ordnung seine Funktion als »Grundnetz« am ehesten mit Punktabständen von 10 km erfüllt (Augath 1976).

Beide oben dargelegten Gesichtspunkte konnten nicht gleichzeitig bei Anlage des neuen Netzes uneingeschränkt Eingang finden.

Das Alte Netz weist oftmals aus historischen Gründen sehr unterschiedliche Punktabstände, auch teilweise unter 7 km Entfernung, aus (siehe Abb. 1). Da der Grundnetzfunktion Vorrang gegenüber dem Erhalt alter Punktlagen zu geben ist, konnte zwangsläufig ein Teil ehemaliger TP (2) nicht in neue Netze übernommen werden. Als Ersatz dienten günstig gelegte TP der 3. und 4. Ordnung, mitunter auch Neupunkte.

#### Verteilung der Netzbeobachtungen

Die Anforderungen an das neue TP-Netz 2. Ordnung sind im Sinne der Gewichtsoptimierung mit geringst möglichem Aufwand zu erfüllen. Üblicherweise ist dabei zwischen Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsanforderungen zu unterscheiden. Die *Genauigkeitsforderungen* ergeben sich aus der Funktion des TP-Netzes 2. Ordnung als »Grundnetz« gegenüber den TP-Netzen 3. und 4. Ordnung. Letztere erreichen im Entfernungsbereich 7 bis 10 km je nach Netzaufbau eine Standardabweichung abgeleiteter Strecken von  $\pm 10$  bis 20 mm (Augath 1976). Die Genauigkeitsforderung an das neue TP-Netz 2. Ordnung ist deshalb im betragsmäßig unteren Teil dieses Wertebereichs anzusiedeln.

Das Meßverfahren »Streckenmessung mit Mikrowellengeräten« gehört auch im Entfernungsbereich 7 bis 20 km noch vom Ansatz her wegen der generellen Abhängigkeit der Meßgenauigkeit von Modellfehlern bei der Erfassung der meteorologischen Parameter zu den weniger zuverlässigen Meßverfahren (Augath 1984). Deshalb ist neben meßtechnischen Vorkehrungen (vergl. 4.2) auch die Verteilung der Netzbeobachtungen nach *Zuverlässigkeitskriterien* vorzunehmen.

Zur Beurteilung der Auswirkungen dieser beiden Forderungen auf das neue TP-Netz 2. Ordnung konnte auf umfangreiche Untersuchungen zur Netzoptimierung zurückgegriffen werden, die jedoch den Zielsetzungen der praktischen Landesvermessung anzupassen waren. Während die Ansätze der Genauigkeitsoptimierung immer ganz bestimmte, vorher nicht erkennbare Beobachtungen bevorzugen, ergeben sich aus den Ansätzen der Zuverlässigkeitsoptimierung eher gleichmäßige Beobachtungsverteilungen. Für beide Kriterien gilt jedoch, daß stark verknüpfte Netze (viele Diagonalen) zu bevorzugen sind (Augath 1976). Da der überwiegende Teil der Diagonalverbindungen beim gleichzeitigen Einsatz von 4 bis 8 Meßtrupps praktisch »nebenbei« ohne Mehrkosten mit gemessen werden kann, wurde von dieser Möglichkeit reger Gebrauch gemacht (siehe Abb. 2). Zusätzlich wurde in den ersten Jahren jeder Netzentwurf nach der häuslichen Erkundung einer rechnerischen Genauigkeitsuntersuchung unterzogen.

## 2.2 Häusliche Punktauswahl

### 2.2.1 Kartenunterlage

Zur Fertigung des häuslichen Netzentwurfes bedarf es einer geeigneten Kartenunterlage, aus der ohne zeitaufwendige Profilzeichnungen und Sichtstrahlberechnungen in einfachster Vorgehensweise eine mögliche Sichtverbindung zwischen zwei bebauten Netzpunkten abzulesen ist.

Diese Voraussetzungen erfüllen im idealen Maße die farbigen Blätter der Topographischen Karte 1:50 000.

Durch eine farblich differenzierte übersichtliche Darstellung des Karteninhalts und das Vorhandensein der Höhenlinien, lassen sich Bodenbewachung und Geländehöhenänderungen längs des Meßstrahles verfolgen und nach Abschätzen der erforderlichen Meßstrahlhöhe die Signalbauhöhen der Streckenendpunkte festlegen.

### 2.2.2 Signalbauhöhen

Zur Bebauung der Streckennetze standen etwa 2000 laufende Meter Baumaterial Beobachtungsleitern zur Verfügung.

Die Bauhöhen der Beobachtungsleitern lassen sich beliebig variieren und sind nach den Vorschriften der Montageanleitung bis zu 45 m Beobachtungshöhe

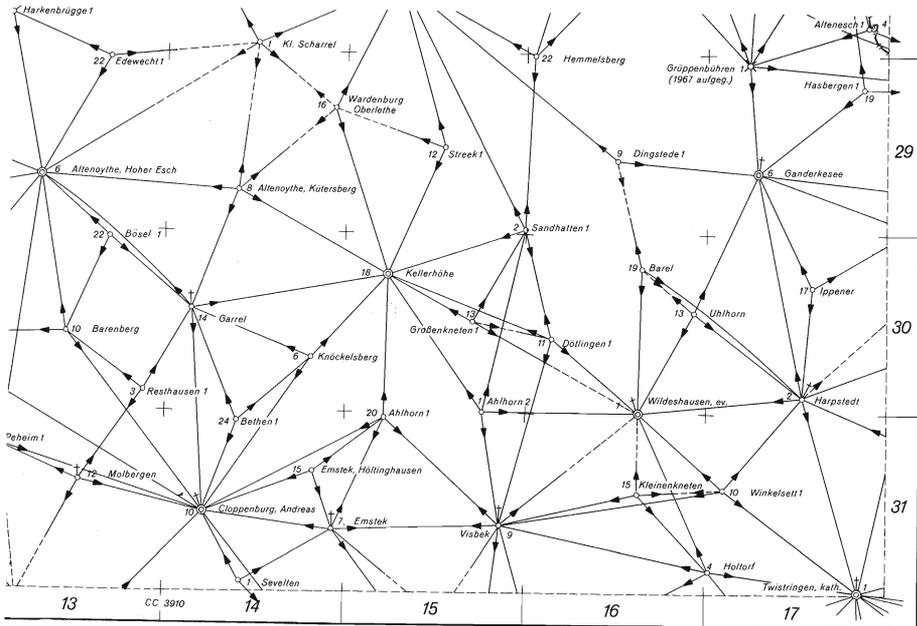


Abb. 1: TP-Netz bild 2. Ordnung der Preussischen Landesaufnahme von 1888

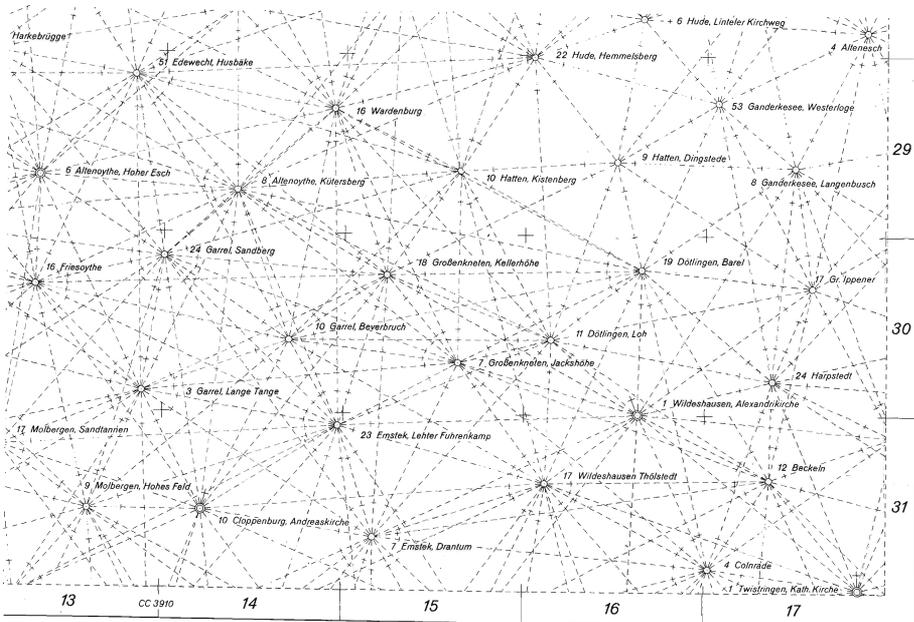


Abb. 2: TP-Netz bild 2. Ordnung des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Landesvermessung - von 1972

zulässig (Mi, 1982). Bei Beobachtungsleitern ab 40 m Höhe nimmt der Signalaufwand schon erheblich zu und die Standfestigkeit der Signale ab. Ferner ist durch Abloten (siehe 4.2.3) sehr hoher Signale mit einem Genauigkeitsverlust der Streckenzentrierung zu rechnen. Von daher war es sinnvoll, bei Auswahl der Netzpunkte darauf zu achten, daß Signalbauten über 40 m Höhe Ausnahmen blieben.

### 2.2.3 Meßstrahlverlauf

Um einen repräsentativen Brechwert  $N$  der Luft längs des Strahlenweges, gemittelt aus den  $N$ -Werten an den Streckenendpunkten, zu erhalten, war die Erkundung darauf auszurichten, daß der Mikrowellenweg mindestens 5 m über Boden, Bewachung oder Besiedlung verläuft. Dafür war, zumindest für längere Netzdiagonalen der entfernungsabhängige »scheinbare Durchhang« des Meßstrahles zu berücksichtigen.

Auf die elektronische Streckenmessung wirken sowohl die Refraktion als auch die meteorologisch bedingte Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen ein.

Infolge der Refraktion erhält man als Meßergebnis nicht die geradlinige Verbindung der Streckenendpunkte, sondern die Länge einer Raumkurve.

Da die Refraktion der Erdkrümmung entgegenwirkt und der Einfluß beider in dem Ausdruck  $K = 0,059$  für Mikrowellen vereinigt ist, errechnet sich der in Streckenmitte vorhandene maximale »scheinbare Durchhang« nach:

$$\text{(Faustformel)} \quad d \approx \frac{\frac{S}{2} \cdot \frac{S}{2} \text{ [km]}}{17} \text{ [m]}$$

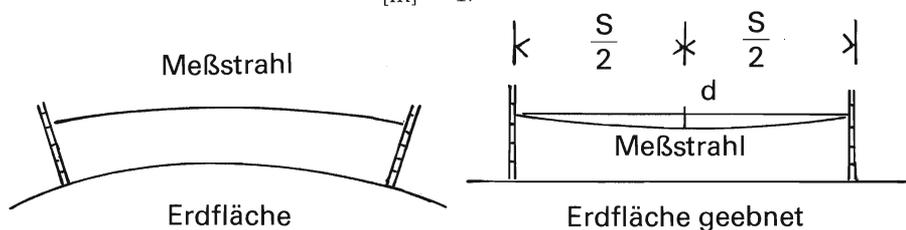


Abb 3: Meßstrahlberechnung im verebneten Modell

Diese  $d$  Werte bleiben bis zu Entfernungen von 10 km unter 1,5 m, sie steigen bei 14 km auf 3 m, bei 18 km auf 5 m an.

Im großen und ganzen sind diese Beträge für Strecken im Netz 2. Ordnung unerheblich und konnten von daher vernachlässigt werden. Bei längeren Netzdiagonalen allerdings waren sie schon von Bedeutung und wurden bei Abschätzung des Meßstrahlverlaufes berücksichtigt.

In denjenigen Fällen, wo bereits die Kartenerkundung zu Schwierigkeiten führte, blieb eine Untersuchung der einzelnen Hindernisse, Feststellung von Baumhöhen usw. einer örtlichen Besichtigung vorbehalten.

## 2.3 *Landschaftsabhängige Entwurfsinhalte*

### Flachland

Die Anlage des häuslichen Netzentwurfes bereitete in den flachen Gegenden des nördlichen Niedersachsens kaum Schwierigkeiten.

Den geringsten planerischen Aufwand erforderten die Netzteile unmittelbar an der Küste. Diese Netze verbinden die ostfriesischen Inseln mit dem Festland und setzen sich unter Einbeziehung von Seezeichen (Leuchttürme) über Ems-Jade-Weser – und Elbmündung fort, wo sie an das niederländische bzw. schleswig-holsteinische Netz anbinden.

Aber auch in den nach Süden anschließenden Marsch- und Geestlandschaften gestalteten sich die Netzentwurfsarbeiten einfach, weil hier kaum Baumbestände über 30 m Höhe vorkommen und die Landschaft größtenteils eben ist.

Unter 30 m bleiben auch die Baumhöhen in den ausgedehnten Waldgebieten der Heidelandschaft. Allerdings war mit dem Übergang zu hügeligem Gelände bei der Punktauswahl kritischer auf gegenseitige Sichtverbindung zu achten.

In diesen nördlichen Netzteilen kam der Signalbau daher überwiegend mit 30 bis 35 m hohen Beobachtungsleitern aus. Arbeitsaufwendiger wurden die Entwurfsarbeiten je weiter das Netz nach Süden hin zu bearbeiten war.

### Mittelgebirge

Im Bereich des Mittelgebirges gab es weniger Schwierigkeiten in den großflächigen Gebieten wie beispielsweise im Solling. In diesen Netzen fällt lediglich ein größerer Anteil an höheren Signalbauten auf.

Probleme gab es dort, wo aus der Ebene wallartige Gebirgszüge auftreten, die unverzichtbare Netzverbindungen trotz Signalbaues nicht möglich machen. Als anschauliches Beispiel hierfür seien im Raum Osnabrück die beiden parallel verlaufenden schmalen Gebirgszüge des Wiehengebirges und des Teutoburger Waldes erwähnt.

Erwartungsgemäß waren auf ihren höchsten Erhebungen die TP (2) des alten Netzes zu finden. In den meisten Fällen wurden diese TP schon wegen ihrer exponierten Lage als Streckennetzpunkte wiederverwendet. Es entstanden Netzvierecke, in denen nur eine der beiden Diagonalen meßbar war. Die zweite, senkrecht zum Höhenrücken verlaufende Diagonale konnte, – wie in Abbildung 4 dargestellt –, nur durch Einschalten eines weiteren Netzpunktes, etwa im Schnittpunkt der Diagonalen, abgeleitet werden. In solchen Netzteilen war es wegen des dazwischenliegenden Gebirgszuges generell schwierig, übergreifende Netzdiagonalen zu erzwingen.

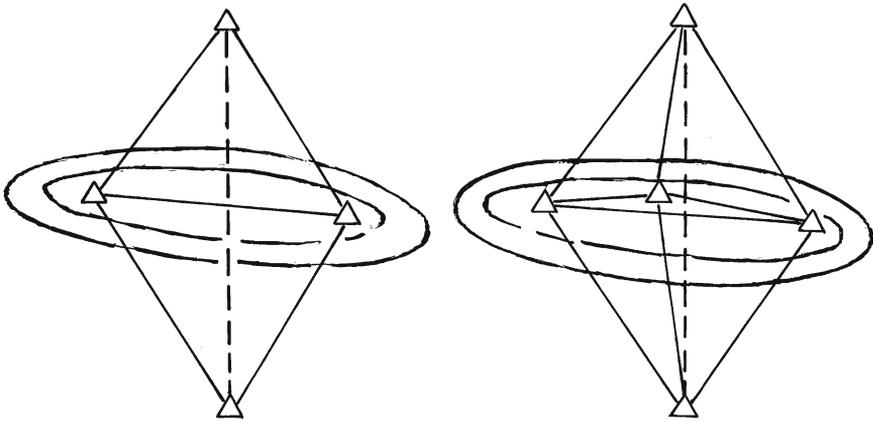


Abb. 4: Indirekte Diagonalenableitung in topographisch schwierigem Gelände

### 3 Örtlich vorbereitende Arbeiten

#### 3.1 Erkundung

Dem häuslichen Entwurf schloß sich die örtliche Erkundung des Netzes an. In einem Feldarbeitsjahr wurden drei bis vier Netzteile in der entsprechenden Reihenfolge, wie sie später auch bebaut und beobachtet werden sollten, vorbereitet.

Mit der Erkundung sollten die der Kartenunterlage entnommenen Daten örtlich geprüft und durch zusätzliche Informationen ergänzt werden.

Folgende grundsätzliche Überlegungen und Zwänge waren dabei ausschlaggebend:

- 1) Um Flurschäden gering zu halten und den TP vor Beschädigung durch landwirtschaftliche Maschinen zu schützen, wurden in vielen Fällen die bisherigen Punktlagen aufgegeben und der TP aus dem Acker an einen »günstigeren Ort« verlegt. Dabei bestand nicht selten das Problem darin, für den TP einen solchen »günstigeren Ort« zu finden.

Als »günstigerer Ort« ist etwa der Rand eines nahegelegenen Waldstückes, ein toter Winkel einer Wirtschaftsparzelle oder auch der Platz auf oder besser direkt neben einer Grundstücksgrenze anzusehen (Pötzschner 1974).

- 2) Grundsätzlich war die zentrische Bebauung der TP anzustreben. Sprachen technische Gründe dagegen oder waren die Kosten für zu erwartenden Flurschaden nicht zu vertreten, wurde an anderer Stelle ein geeigneter Leiterstandort ausgewählt. Dabei war anzustreben, die Exzentrizität so gering wie möglich zu halten.

- 3) Führten Licht- oder Starkstromleitungen in unmittelbarer Nähe des TP vorbei, so war unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstandes zu der Leitung entweder die Verlegung des TP vorzusehen oder die Auswahl eines exzentrischen Leiterstandortes zu treffen.

Bei Mikrowellenmessungen ist ein besonderer Wert auf möglichst gute Bestimmung des Brechungsindex der Luft längs des Meßstrahles zu legen.

Auf Kirchen oder anderen Gebäuden erfaßte Wetterdaten sind durch Abstrahlungseffekte verfälscht und geben oftmals nicht die meteorologischen Verhältnisse längs des Meßstrahles wieder.

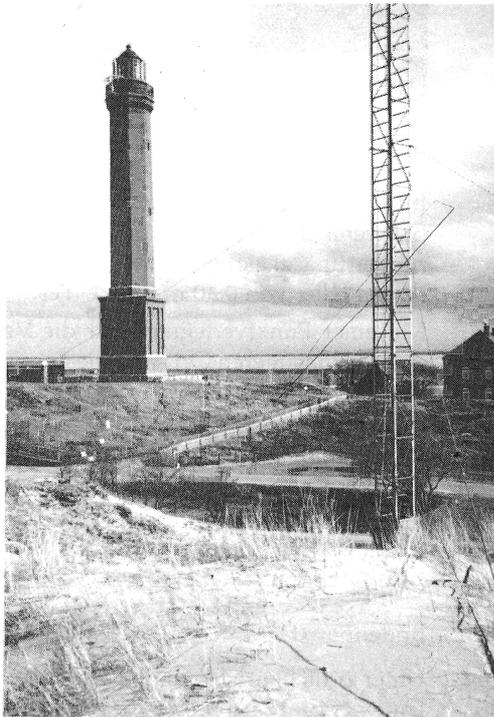
Aus diesem Grunde wurden Hochpunkte wie Kirchen, Aussichtstürme, Wassertürme usw. bis auf geringe Ausnahmen nicht als Beobachtungspunkte wieder verwendet. Als Ersatzpunkt diente ein geeigneter benachbarter Bodenpunkt der niedrigeren Ordnung.

Das gleiche Problem trat bei denjenigen Hauptdreieckspunkten auf, die Hochpunkte darstellen, auf die als Netzanschlußpunkte aber nicht verzichtet werden konnte.

(Ein Drittel der 60 niedersächsischen Hauptdreieckspunkte sind Hochpunkte).

Bei der Auswahl des Leiterstandortes war darauf zu achten, daß sich eine Zentrierung in einfachster Form ergab und daß keine abgehende Netzrichtung durch das in der Nähe stehende und oft höhere Bauwerk beeinträchtigt wurde.

Mit Abschluß der örtlichen Erkundungsarbeiten für ein Netzteil lagen der endgültige Netzaufbau und die Signalbauhöhen vor.



*Abb. 5: Beobachtungsleiter als exzentrische Beobachtungseinrichtung bei Hochpunkten*

### 3.2 Vermarkung der TP (2)

Die Festlegung 2. Ordnung besteht aus einer quadratischen Granitplatte von etwa 0,60 m Seitenlänge und 0,10 m Stärke und aus einem Granitpfeiler von etwa 0,90 m Länge und 0,16 m Stärke

– ältere Pfeiler sind etwas stärker. Das Gesamtgewicht von Platte und Pfeiler beträgt rund 200 kg (siehe Abbildung 6).



Abb. 6: Vermarkungsmaterial einer TP-Festlegung 2. Ordnung

Inzwischen gehören etwa ein Drittel der TP (2) als Schwerfestpunkte dem Scherenetz 2. Ordnung an und erhielten, um den an sie gestellten Anforderungen (u. a. geeignete Aufstellfläche des Gravimeters) zu genügen, einen massiven Pfeiler von 0,30 m Stärke (Festlegung 1. Ordnung).

Mit einer Punktverlegung war die Vermarkung einer neuen Festlegung an einem »günstigeren Ort« und die Beseitigung des Pfeilers der ehemaligen Festlegung verbunden.

Die Platte, auf der in der Regel Polygonzüge, mitunter auch TP-Züge 3. und 4. Ordnung abschlossen, wurde im alten Zentrum belassen und als zusätzlicher Sicherungspunkt der Station bei der örtlichen Vermessung neu koordiniert.

### 3.3 Örtliche Messungen

#### Bodenpunkte

Unter örtlichen Messungen werden die zur Bestimmung der gegenseitigen Lage der Stationspunkte erforderlichen Arbeiten verstanden.

Mit Hilfe der Messungselemente werden exentrisch gemessene Netzstrecken auf den Ausgleichungspunkt der Station zentriert und im Anschluß an die Netzausgleichung für die übrigen Stationspunkte die Koordinaten gerechnet.

Diese Messungen schlossen sich den Vermarktungsarbeiten unmittelbar an und konnten auf vielen Netzpunkten an einem Tage erledigt werden.

Die örtlichen Messungen waren auf den jeweiligen Netzpunkten von Art und Aufwand her unterschiedlich.

Die arbeitsaufwendigsten Messungen fielen bei Hochpunkten (Kirchen usw.) an und waren in der Regel mit einer Herablegungsmessung und der Zentrierung des Leiterstandpunktes verbunden. Diese Arbeiten beanspruchten gewöhnlich mehr als einen Arbeitstag.

Um die in der Grundlagenvermessung allgemein bei örtlichen Messungen gestellte Genauigkeitsanforderung, nämlich Millimeterbeziehung zwischen den Stationspunkten zu erreichen, war ein entsprechender Messungsaufwand erforderlich: So wurden für Zentrierungsarbeiten nur justierte optische Lote verwendet. Zur optimalen Streckenbestimmung wurde im Nahbereich grundsätzlich mit geprüftem Meßband oder der vermeintlich nicht mehr zeitgemäßen Basislatte gearbeitet.

Elektrooptische Distanzmesser HP 3808 A wurden erst ab jenem Entfernungsbereich eingesetzt, in dem herkömmliche und elektrooptische Streckenbestimmungen gleiche Genauigkeiten erreichen.

Die Stationswinkel wurden in drei Vollsätzen mit einem Präzisionstheodolit gemessen.

Zur Orientierung der örtlichen Messung war auf jedem Netzpunkt die Richtung nach mindestens einem koordinierten Fernziel zu beobachten.

Auf einer großen Anzahl von Netzpunkten schien dies aber nicht ohne weiteres möglich zu sein. Vor allem flaches und bewaldetes Gelände bot dafür ungenügend freie Sicht. Blieb der Versuch, von einem exzentrischen Standort aus zu beobachten, erfolglos, wurden die Messungen bis zur Bebauung der benachbarten Netzpunkte mit Beobachtungsleitern zurückgestellt.

Blieben die Bemühungen um eine Anschlußrichtung weiterhin erfolglos, wird die Orientierung der örtlichen Messung im Rahmen der Erneuerung des TP-Netzes 3./4. Ordnung nachgeholt, die zur Zeit durchgeführt wird.

### Hochpunkte

Im Gegensatz zu Bodenpunkten gestalteten sich die örtlichen Messungen an Hochpunkten wegen der indirekten Ableitung der Zentrierelemente grundsätzlich aufwendiger. Ihr Aufwand war sehr unterschiedlich und von den örtlichen Gegebenheiten abhängig, je nachdem, ob das Bauwerk (Kirche usw.) eine offene dörfliche Bauweise oder ein eng bebauter Stadtkern umgab.

Danach richteten sich Schwierigkeitsgrad und Arbeitsaufwand der Herablegungsmessung. Mit der Herablegungsmessung sollen die am Bauwerk unzugänglichen hochgelegenen Stationspunkte (Knopf, Helmstange usw.) durch

indirekte Bestimmung der Messungselemente zu den am Boden befindlichen Sicherungspunkten in geometrischen Bezug gebracht werden. Die Herablegungsfigur, insbesondere die Grundlinie muß so gewählt werden, daß der – oft Änderungen unterworfenen – Hochpunkt (Knopf usw.) in seiner Lage vom Boden aus überprüft und gegebenenfalls neu koordiniert werden kann.

Zur Orientierung der Herablegungsfigur bestand im Gegensatz zu den Bodenpunkten in jedem Falle Gelegenheit, nötigenfalls durch Ausbau einer Beobachtungseinrichtung im oberen Gebäudeteil, ein Fernziel anzumessen.

Hochpunkte wurden bei Anlage des alten Netzes durch einen am unteren Teil des Bauwerkes eingebrachten Turmbolzen gesichert. Diese Turmbolzen haben erstaunlicherweise mit wenigen Ausnahmen den hundertjährigen Zeitraum unversehrt überdauert. TP-Festlegungen sind damals an Hochpunkten jedoch nicht vermarktet worden. Dies wurde für alle Hochpunkte im Rahmen dieser Netzerneuerung nachgeholt.

Damit besteht neben dem Turmbolzen als Sicherungspunkt ein weiterer und zwar vom Bauwerk getrennter und auch zugänglicher Stationspunkt.

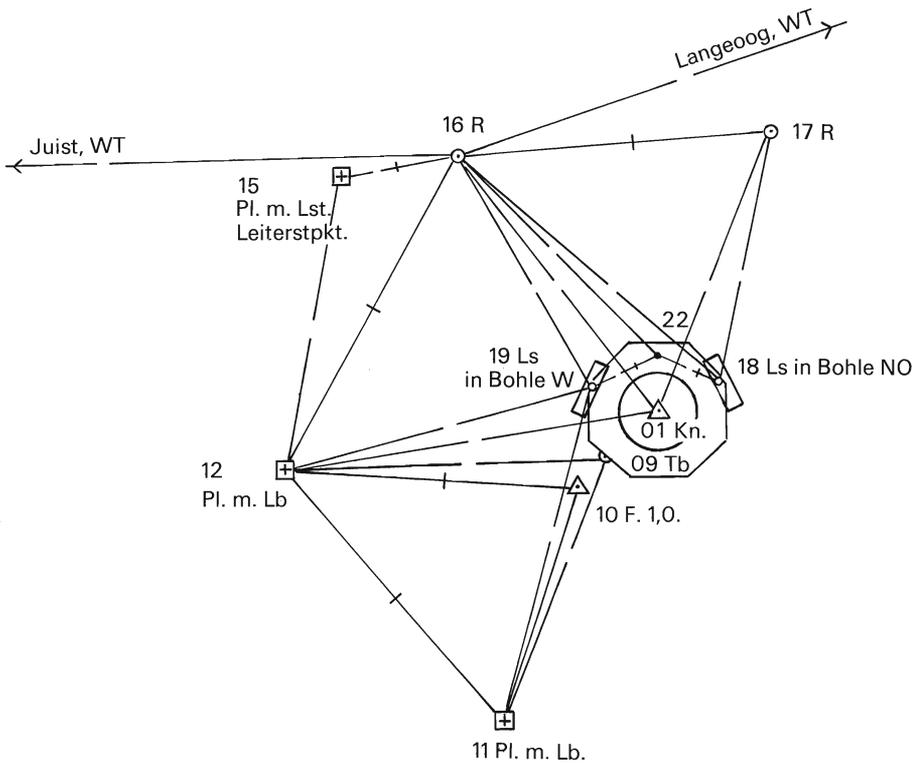


Abb. 7: Herablegung und Zentrierungsmessung TP (I) 2209/1 Norderney, Leuchtturm (1978)

## 4 Netzbeobachtungen

### 4.1 Signalbau

#### 4.1.1 Allgemein

Mit dem Einsatz von Mikrowellen-Distanzmessern konnte der Signalbau wesentlich vereinfacht werden.

Meßverfahren der Triangulation stellen bekanntlich hohe Anforderungen an die Standfestigkeit der Signale. Da während der Messung weder Pendel- noch Torsionsbewegungen auftreten dürfen, müssen – soweit die Messungen nicht von Kirchen oder anderen Hochbauten ausgeführt werden können – Doppeltürme aus Holz oder Stahl errichtet werden. Dieser Signalbau ist mit hohem zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden. So benötigt ein 9köpfiger Bautruppp für den Aufbau eines Holzturmes mit 28 m Beobachtungshöhe etwa sechs bis acht Wochen und ein 6köpfiger Bautruppp für den Auf- bzw. Abbau eines entsprechenden Stahlturmes etwa eine Woche.

Bei der Messung mit Mikrowellengeräten konnten Beobachtungsleitern aus Stahl verwendet werden, die von einem eingeübten Bautruppp, zu dem laut Montageanleitung fünf Signalbauer und ein Kraftfahrer gehören, an jeweils einem Tag auf- bzw. abgebaut werden können.

#### 4.1.2 Beobachtungsleiter

Die vom ehemaligen Reichsamt für Landesaufnahme eingesetzten hölzernen Erkundungsleitern waren in Zusammenarbeit mit der Firma Louis Eilers, Hannover, zu stählernen Beobachtungsleitern weiterentwickelt worden und standen seit 1966 zur Verfügung.

Für die Zwecke der Streckenmessungen in TP-Netzen 2. Ordnung wurden die Beobachtungsleitern 1974 aufgrund eines Verbesserungsvorschlages umgebaut.

Die ursprüngliche Konstruktion der Beobachtungsleitern sah vor, daß der Beobachter in der Leiter stand und die Messung von einem um die Leiter herumführenden Tisch erfolgte (siehe Abbildung 8). Dieses hatte den Nachteil, daß bei Messungen in verschiedene Richtungen in den Tischbohlen u. U. mehrere Exzentren durch sogenannte Leuchtschrauben markiert und bei Abweichungen von mehr als 50 cm vom Zentrum am Leiterfuß koordiniert werden mußten. Hierzu war der relativ zeitaufwendige Abbau der Sicherheitsverkleidung der Leiter erforderlich.

Beim Umbau der Leitern wurde der Leiterkopf zu einem Beobachtungskorb umkonstruiert (siehe Abbildung 9), der es ermöglichte, von einem zentralen Beobachtungstisch die Messungen in alle Richtungen auszuführen. Im Gegensatz zu der alten Leiterkonstruktion, bei der der Bau neben der Bodenvermarkung erfolgen mußte, konnten die neuen Leitern zentrisch über dem Beobach-

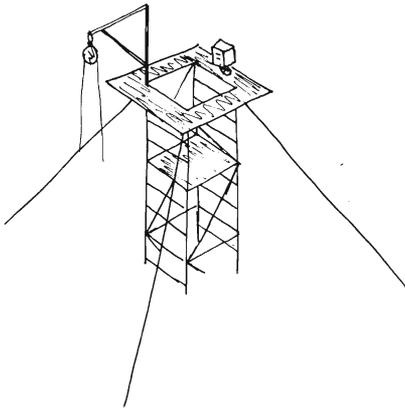


Abb. 8: Leiterkopf alter Bauweise

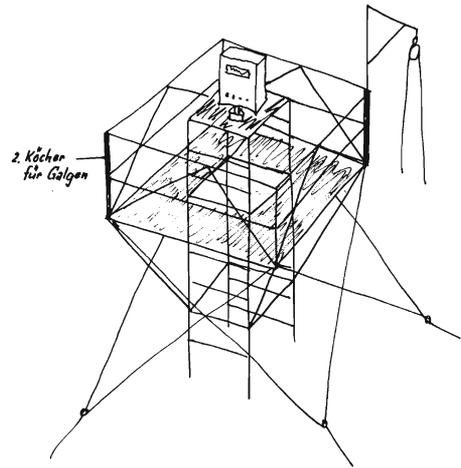


Abb. 9: Leiterkopf neuer Bauweise

tungspunkt gebaut werden. In der Bodenplatte der Beobachtungsleiter wurde hierfür ein Loch vorgesehen, welches so dimensioniert war, daß die Platte über den TP-Pfeiler gelegt werden konnte.

Wichtig ist es, durch die Art der Abspannung Pendelbewegungen der Leiter in Torsionsbewegungen umzuwandeln, die für die Messung mit Mikrowellengeräten relativ unschädlich sind. Bei der alten Leiterkonstruktion wurden die Abspanndrähte jeweils direkt an den Leiterecken angeschlagen. Bei der neuen Leiterkonstruktion ist die obere Abspannung so abgeändert worden, daß sie mit einer Zwillie (das heißt Teilung der Abspannung in zwei 3 m lange Teile) am Beobachtungskorb angeschlagen wird. Diese Art der Abspannung setzt selbst stärkere Bewegungen der Leiter in Torsionsbewegung um. Die Praxis hat hierbei auch gezeigt, daß die oberen Abspannungsdrähte nicht zu stark angezogen zu werden brauchten, was für die Standfestigkeit der Bodenanker in weichem Boden gut war.

Einschränkend sei gesagt, daß die vorgenannte Art der Leiterabspannung dann nur bedingt geeignet ist, wenn von einer Beobachtungsleiter Messungen mit elektrooptischen Entfernungsmeßgeräten ausgeführt werden sollen.

## 4.2 Beschreibung des Meßverfahrens

### 4.2.1 Eichung

#### 4.2.1.1 Bestimmung der Additionskonstante der SIAL MD 60

In den ersten Jahren der Messung mit Mikrowellen-Entfernungsmeßgeräten wurden vor und nach jeder Meßkampagne die Additionskonstante auf einem durch die Universität Hannover im Jahre 1955 in Northen bei Hannover ange-

legten Grundliniennetz bestimmt. Auf einer 100 m langen Strecke wurden dabei alle Geräte untereinander verglichen.

Die Messung auf der Eichbasis hatte den Nachteil, daß die einzelnen Meßpunkte nicht durch überirdische Pfeiler mit einer Zwangszentrierung sondern mit unterirdischen Festlegungen vermarktet waren. Die Messung mußte somit von Stativen aus erfolgen. Eine geringe Zentrierungsgenauigkeit konnte dabei nicht ausgeschlossen werden.

Im Laufe der Jahre zeigte sich, daß die Additionskonstanten der einzelnen Geräte unverändert bei  $\pm 2$  bis 3 mm lagen. Eine Überprüfung wurde deshalb nur noch am Anfang und Ende eines Jahres – bzw. wenn ein Gerät im Laufe des Jahres zur Reparatur war – durchgeführt.

Bei den Messungen zur Ermittlung der Additionskonstanten ist wichtig, die Stative so niedrig wie möglich – d. h.  $< 50$  cm über Boden – aufzustellen, um Bodenreflexionen auszuschalten. Auch ist zu beachten, daß zwischen den Beobachtungspunkten sich gewachsener Boden und keine asphaltierte oder gepflasterte Straßendecke oder eine Wasseroberfläche befindet, da auch dieses zu unkontrollierbaren Reflexionen führt.

#### 4.2.1.2 Überprüfung der Meßfrequenzen der SIAL MD 60

Eine ständige Kontrolle der Meßfrequenzen ist erforderlich. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es nicht genügt, die Frequenzen nur vor und nach einer Meßkampagne zu überprüfen. Es wurden verschiedentlich erhebliche Sprünge in den Meßfrequenzen festgestellt (siehe Abbildung 10), die, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt werden, zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führen ( $14 \text{ Hz} = 1 \cdot 10^{-6}$ ). Wenn sie rechtzeitig erkannt und zeitlich eingegrenzt werden können, ist eine rechnerische Berücksichtigung bei der Auswertung der Messungsergebnisse möglich (Heide/Heineke 1985). Die Feinmeßfrequenz der SIAL MD 60 wurde deshalb zusätzlich am Morgen eines jeden Meßtages kontrolliert und, falls erforderlich, auf die Sollfrequenz getrimmt.

Die Frequenzen wurden mit einem Frequenzzähler der Firma NEUWIRTH geprüft, der vor jeder Meßkampagne mit einem Normalfrequenzempfänger geeicht wurde.

Zwischen den einzelnen Meßkampagnen lagen meist mehrere Wochen. In dieser Zeit wurden die Geräte nicht aufgeheizt. Vor der Anfangseichung ist es erforderlich, die Geräte mehrere Tage regelmäßig aufzuheizen. Nach den bisherigen Erfahrungen genügt es nicht, nach längerer Standzeit die Geräte nur unmittelbar vor der Eichung aufzuheizen. Die Frequenzen haben dann nicht die Stabilität, die zur Erzielung einer optimalen Meßgenauigkeit erforderlich ist.

#### 4.2.1.3 Barometer

Die für die Erfassung des Luftdrucks eingesetzten Präzisionsbarometer der Firma Thommen / Schweiz wurden vor jeder Meßkampagne beim Wetteramt

## Frequenzvergleich

Sollfrequenz A = 14 984,830 kHz

	574	583	584	589	590	662	663	772	
2.6.81	830	836 830	832	831	829	837 830	830	832	gemessen getrimmt
3.6.81	836 830	831	833	830	836 830	832	832	839 830	
4.6.81	830	835 830	833 830	832	829	836 830	834 830	830	
5.6.81	830	829	829	835 830	830	830	830	830	
9.6.81	830	825 830	830	830	830	825 830	831	830	
10.6.81	831	832	829	830	829	831	829	830	
11.6.81	830	836 830	829	830	828	835 830	831	832	
12.6.81	835 830	829	830	829	829	830	831	832	
22.6.81	826 830	822 830	830	825 830	829	823 830	830		
23.6.81	830	836 830	831	832	829	835 830	832		
24.6.81	830	830	830	829	831	831	834 830		
25.6.81	834 830	831	832	834 830	830	832	830		
26.6.81	829	830	831	827 830	830	830	829		
29.6.81	828	825 830	830	822 830	828	822 830	828		
30.6.81	829	827 830	829	828	825 830	828	826 830		
1.7.81	830	837 830	831	830	831	835 830	830		
2.7.81	830	831	834 830	832	833 830	833 830	832		
3.7.81	830	830	829	830	830	827 830	831		

Das Gerät Nr. 772 wurde ab 22.6.81 nicht mehr eingesetzt.

Abb. 10

des Flughafens Hannover-Langenhagen geeicht. Außerdem erfolgte am Morgen jeden Messungstages am gemeinsamen Abfahrtsort der Meßtrupps ein Vergleich der Luftdruckangaben. Die Angaben wurden notiert und Differenzen gegebenenfalls bei der Auswertung berücksichtigt (HEIDE / HEINEKE 1985).

#### 4.2.2 Temperaturerfassung

Die Temperaturerfassung während der Messungen erfolgte in der Regel mit elektrisch betriebenen Aspirations-Psychrometern nach Assmann sowohl auf der Master- als auch der Remote-Station. Die Trocken- und die Feuchttemperaturen wurden dabei bei jeder einzelnen Messung auf  $0,1^\circ$  abgelesen. Eine genaue Temperaturerfassung ist für eine möglichst genaue Bestimmung der Brechungsindizes aus den meteorologischen Daten der Streckenendpunkte sehr wichtig. Die Abhängigkeit der Meßgenauigkeit von der Erfassung der Temperatur macht es erforderlich, am Anfang und Ende eines Jahres die in dem Psychrometern eingesetzten Thermometer zu eichen und die ermittelten Verbesserungen bei den abgelesenen Temperaturen anzubringen.

Probleme ergaben sich bei Messungen von Hochbauten (Kirchen, Hochhäuser, Silos u. ä.) (siehe auch 3.1). Durch die Temperaturabstrahlung von z. B. Mauern und Teerdächern ist es hier sehr schwierig, unverfälschte Werte zu erhalten. War der Bau einer Beobachtungsleiter für die Erfassung der meteorologischen Daten nicht möglich, bot sich in diesen Fällen als Ausweg die Temperaturerfassung mit einem Fernthermometer (Thermophyl und Hygrophyl) an. Die Temperaturfühler wurden an bis zu einer Länge von ca. 8 m ausziehbaren Teleskopmasten befestigt.

Während in den ersten Jahren der Messungen für die Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung zwangsweise infolge nicht genügend vorhandenen Leitermaterials auf Hochbauten ausgewichen werden mußte, sind in den letzten Jahren die Messungen fast ausschließlich von Beobachtungsleitern aus durchgeführt worden. Die vorgenannten Unsicherheiten bei der Temperaturerfassung konnten somit weitgehend ausgeschaltet werden.

#### 4.2.3 Abloten

Parallel zu den Streckenmessungen ist die Ermittlung der Exzentrizität des Beobachtungsstandortes des Meßgerätes erforderlich. Dieses erfolgte mittels eines Theodolits, Lotbretts und einer Ablotespinne.

Bei den in den ersten Jahren eingesetzten Beobachtungsleitern alter Bauart, die neben dem vermarkten Meßpunkt aufgestellt wurden und wo das Zentrum nach dem Leiterbau hochgelotet und durch eine Leuchtschraube im Tisch festgelegt wurde, wurde auf ein über dem Meßpunkt aufgestelltes Stativ abgelotet. Die 1974 umkonstruierten Beobachtungsleitern konnten zentrisch über die Vermarkung gebaut werden. Die Ablotung erfolgte auf eine oberhalb der

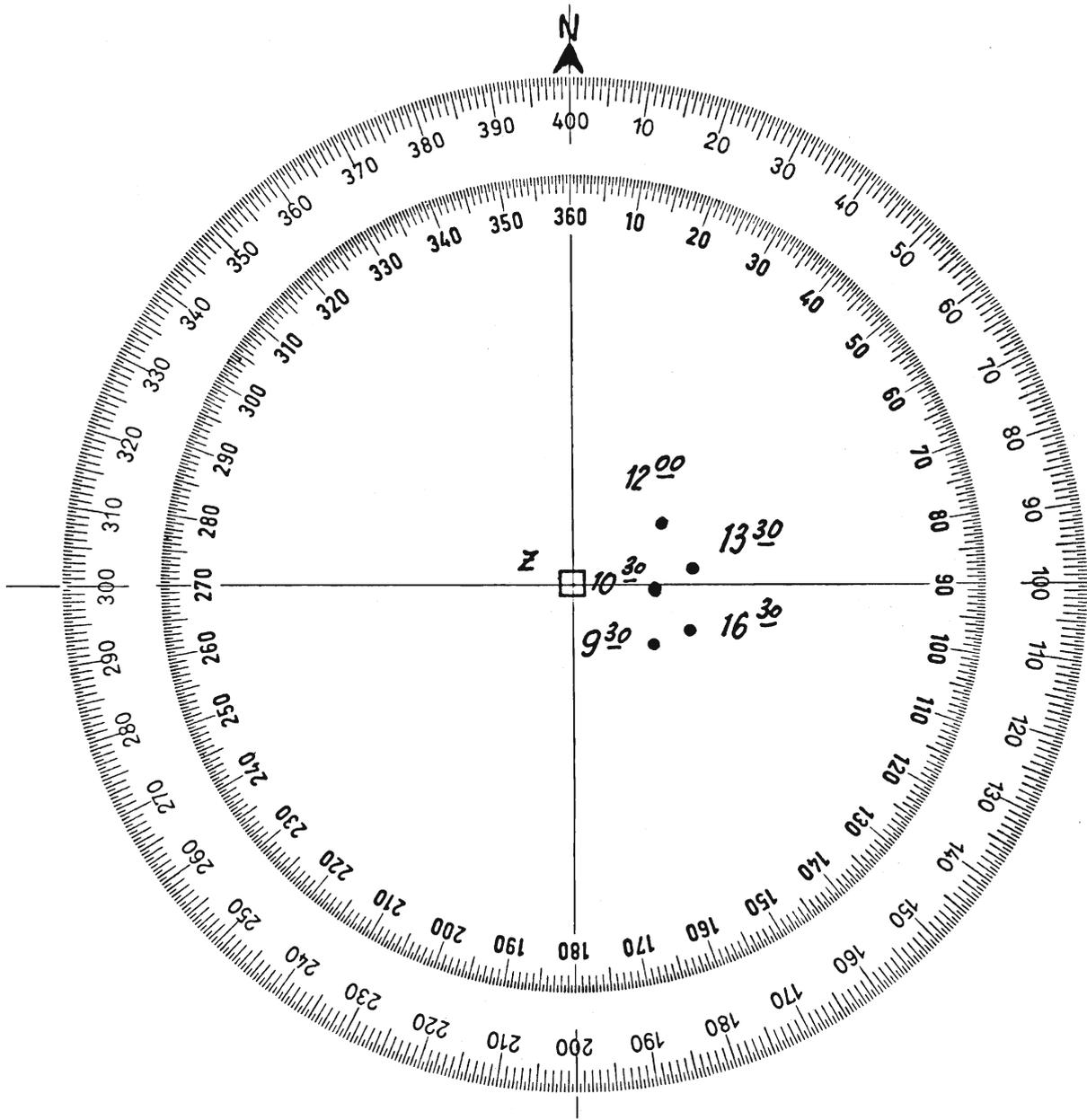


Abb. 11: Veränderung der Ablotungen

Sicherungsverkleidung in die Leiter eingespannte Ablotebrücke, welche mit einer Zwangszentrierung versehen ist. Der Dreifuß für die Aufnahme des Lotbrettes kann somit zentrisch über die Vermarkung gebracht werden.

Untersuchungen haben ergeben, daß es nicht genügt, die Lotung bei längerer Verweildauer auf einem Meßpunkt nur einmal durchzuführen. Die Beobachtungsleitern unterliegen – ähnlich wie Stahlbetontürme – tagesperiodischen Bewegungen infolge der Sonneneinstrahlung. Außerdem machen sich Windinflüsse, insbesondere eine Änderung des Winddruckvektors, negativ bemerkbar (siehe Abbildung 13). Es sollte deshalb parallel zu jeder Messung, mindestens aber im Abstand von einer Stunde abgelotet werden.

#### 4.2.4 Meßanordnung

Das jährlich bei der Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung zu messende Gebiet wurde so aufgebaut, daß sich vier Blöcke mit jeweils ca. 40 Beobachtungspunkten ergaben. An den Grenzen der einzelnen Blöcke wurden Verzahnungszonen in jedem Block gemessen, so daß einige Beobachtungsleitern u. U. für die Messung in mehreren Blöcken stehenbleiben bzw. mehrfach aufgebaut werden mußten.

Es wurde im allgemeinen mit sechs Beobachtungstrupps gemessen (siehe auch 4.3). Mit diesen Trupps konnten sechs benachbarte TP's besetzt und in dem Sechseck alle Strecken mit Ausnahme von Streckenverbindungen, die über einen dritten TP direkt hinweggingen, gemessen werden. Anschließend blieben einige Trupps auf ihren Beobachtungspunkten sitzen, während die restlichen Beobachtungstrupps umzogen und andere Punkte besetzten, so daß sich ein neues Sechseck ergab, in dem wieder alle sinnvollen Streckenverbindungen gemessen wurden.

Am Ende eines Messungsdurchganges (= ca. 2 bis 3 Wochen) war so jeder Block mit einem dichten Streckennetz überzogen. Die vielfach mitgemessenen Überbestimmungen haben sich bei der Auswertung als sehr wertvoll erwiesen. Jede Strecke wurde von jedem Punkt aus mindestens zweimal gemessen. Bei zu großen Differenzen –  $> 1$  cm – zwischen den beiden Messungen, Unreinheiten im Meßton des Geräts oder sonstigen Zweifelsfällen, wurden zur Sicherheit auch mehrere Messungen durchgeführt.

Die Messung des gesamten Blockes wurde in gleicher Weise bei möglichst geänderten meteorologischen Verhältnissen im Abstand von einigen Tagen ein zweites Mal gemessen.

In Sonderfällen, z. B. bei den Messungen im Küstenbereich unter Einsatz von Hubschraubern, wurden gleichzeitig acht Meßtrupps eingesetzt.

#### 4.2.5 Probleme beim Messen

Insgesamt gesehen, arbeiteten die eingesetzten SIAL MD 60 C während des gesamten ca. 10jährigen Messungszeitraumes für die Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung problemlos. Erhebliche Schwierigkeiten ergaben sich lediglich

beim Messen über Wasserflächen bzw. Feuchtgebieten. Hier war es in einigen Fällen, insbesondere im Nordseeküstengebiet, nicht möglich, mit Mikrowellengeräten die sichtbare Verbindung zweier TP's zu messen.

Wie auch Untersuchungen der Universität Hannover (KULPE 1982) gezeigt haben, ist die Ursache dieser Schwierigkeiten in Reflexionen des Meßstrahles auf der Wasserfläche zu suchen.

Weitere Probleme traten bei Messungen in der Nähe von Radaranlagen bzw. Sendern der Rundfunkanstalten auf. Hier waren Messungen mit den SIAL MD 60 nur möglich, wenn die Sendeanlagen abgeschaltet waren.

In einigen wenigen Fällen waren Strecken über Land nicht meßbar, trotzdem sich keine topographischen Hindernisse auf den Strecken und keine erkennbaren Sendeanlagen in der Nähe befanden. Leider konnten die Ursachen hierfür aus zeitlichen Gründen nicht näher untersucht werden. Vermutet wurde, daß durch ungünstige Bodenprofile Reflexionen auftraten, die eine Messung verhinderten.

#### 4.3 Wirtschaftlichkeit

Für die Messungen zur Erneuerung des TP-Netzes 2. Ordnung in Niedersachsen standen insgesamt sieben Mikrowellenentfernungsmeßgeräte SIAL MD 60 C zur Verfügung. Aus personellen Gründen konnten meist nur sechs Meßtrupps eingesetzt werden. Bei Messungen mit mehr als sieben Meßtrupps wurden zusätzliche Geräte von der Universität Hannover ausgeliehen.

Wie AUGATH (1976) schon ermittelt hat (siehe Abbildung 12), ist es bei der Netzerneuerung großer Gebiete am wirtschaftlichsten, dieses unter Einsatz von sechs Meßtrupps durchzuführen. Praktische Untersuchungen haben

#### *Streckenmessung mit Mikrowellengeräten Abhängigkeit der Kosten von der Zahl der Meßtrupps*

Zahl der Meßtrupps	2	3	4	5	6	8
Figur						
	1	3	6	8 - 10	11 - 15	16 - 28
Strecken pro Meßtrupp	9,5	1	1,5	2,0	1,8 2,5	2,0 3,5
Kosten pro Strecke	600	300	200	150	160 - 120	150 - 85

Abbildung 12

gezeigt, daß z.B. mit sechs Trupps eine ca. 30% höhere Leistung gegenüber dem Einsatz von fünf Trupps erreicht wird. Sicherlich lassen sich mit dem Einsatz von mehr als sechs Trupps theoretisch noch höhere Leistungen erzielen. Die Effektivität beim Einsatz einer größeren Zahl von Trupps leidet aber darunter, daß es unter Umständen organisatorische Schwierigkeiten beim Umsetzen einzelner Trupps gibt, zumindest dann, wenn – wie bei den Messungen in Niedersachsen – der für die Organisation des Messungsablaufes zuständige Bedienstete gleichzeitig als Meßtruppführer tätig ist.

#### 4.4 Geräte

Rückblickend kann gesagt werden, daß die als Kompaktgerät eingesetzten Mikrowellen-Distanzmesser SIAL MD 60 C sich bewährt haben. Mit elektrooptischen Entfernungmeßgeräten und einem vergleichbaren Personalaufwand wäre es mit Sicherheit nicht gelungen, in einem Zeitraum von nur rund 10 Jahren den größten Teil des TP-Netzes 2. Ordnung in Niedersachsen zu erneuern.

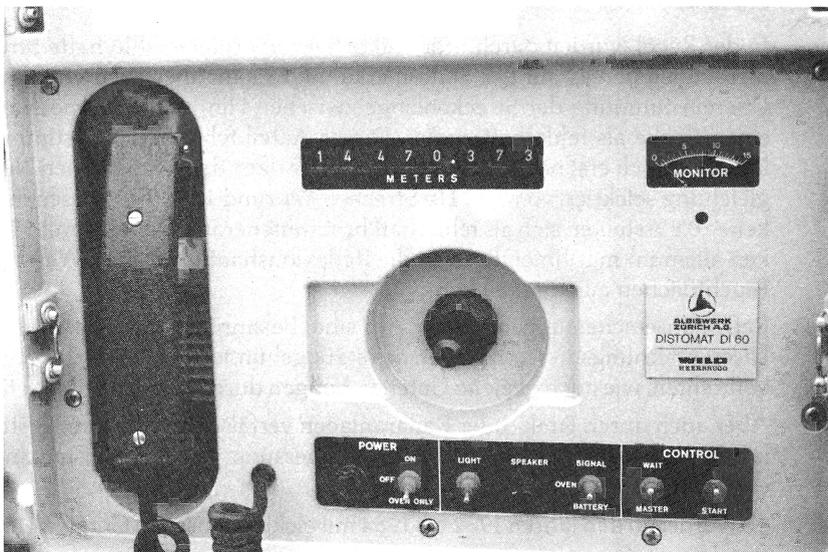


Abb. 13:

Erfahrungen mit der zweiteiligen Geräteversion SIAL MD 60 S, wie sie in Rheinland-Pfalz erfolgreich unter erheblichen Einsparungen im Signalbau eingesetzt wird, konnten nicht gemacht werden.

Die hiesigen Erfahrungen haben aber gezeigt, daß es für die Genauigkeit der Messungen wichtig ist, durch Kippen das Gerät visuell höhenmäßig auf die Gegenstation auszurichten. Die Geräte wurden deshalb im Eigenbau mit einer

Kippvorrichtung und einem Diopter versehen. Bei den Geräten ohne Kippvorrichtung besteht – insbesondere bei Messungen in bergigem Gelände – die Gefahr, daß wegen zu großer Höhenunterschiede die Gegenstation nicht genau genug anvisiert werden kann. Beim Ausrichten nur über die relativ träge Monitoranzeige der Geräte können derartige Zielfehler, unter Umständen auch Messungen über eine Nebenkeule, nicht ausgeschlossen werden.

Die auch im Firmenprospekt der Firma Siemens-Albis propagierte Messung bei Regen ist mit dem SIAL MD 60 sicherlich theoretisch möglich. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß der Gerätekörper nicht so dicht ist, daß er Regen längere Zeit unbeschadet übersteht. Vereinzelt kam es vor, daß die Geräte bei Messungen im Regen ausfielen und nur das Austrocknen bei geöffnetem Gerätekörper mittels eines Föns die SIAL MD 60 wieder funktionsfähig machten.

Die Stromversorgung der Meßgeräte und der Aspirations-Psychrometer erfolgte mit NiCad-Batterien der Firma VARTA bzw. dry-fit-Batterien der Firma Sonnenschein. Beide Batterietypen haben sich bewährt.

#### 4.5 *Nachmessungen*

In der Regel wurden durch Störeffekte hervorgerufene fehlerhafte Streckenmessungen bereits auf der Station erkannt. Es kam aber auch vor, daß trotz Übereinstimmung der Streckenlänge zwischen Hin- und Rückmessung sich eine Strecke als fehlerhaft erwies. Dieser Anteil fehlerhafter Bestimmungen konnte jedoch erst nach Auswertung und Vorlage der zwangsfreien Netzausgleichung selektiert werden. 116 Strecken der rund 15 000 gemessenen Strecken = 0,8% stellten sich als fehlerhaft bestimmt heraus. Dabei ist mit 59 Strecken allein im maritimen Bereich die Reflexionshäufigkeit über Wasser- oder Feuchtflächen augenscheinlich.

Reflexionserscheinungen dieser Art sind bekanntlich bei Messungen mit Laserentfernungsmessern wegen des stark gebündelten Meßstrahles nicht zu befürchten, wie auch gezielte Untersuchungen durch Kulpe (1982) bestätigen. Aber auch durch Funk- oder Radaranlagen verfälschte Mikrowellenstrecken lassen eine erfolgversprechende Nachmessung mit Laserdistanzmessern erwarten.

So wurden in den Jahren 1982 bis 1984 mit elektrooptischen Geräten 116 Netzstrecken nachgemessen.

Die Hälfte der Strecken lagen im Küstenbereich, damit blieb der Signalbauaufwand in Grenzen.

Entweder standen Seezeichen (Leuchttürme) zur Verfügung oder erhöhte Standpunkte auf den Deichen und Inseln ermöglichten die optische Verbindung auch ohne Einsatz von Signalen.

Die Messungen wurden als Parallelmessungen mit den Laserentfernungsmessern Rangmaster II und HP 3808 A durchgeführt, die Reflektoren bestanden aus 7 oder 19 Prismen.

Warte- und Ausfallzeiten infolge wetterabhängiger Sichtverbindungen blieben für den in Frage kommenden Entfernungsbereich von 7 bis 15 km in einem vertretbaren Rahmen.

Über lange Distanzen war es oft schwierig, den Reflektor der Gegenstation auszumachen, vor allem dann, wenn dieser sich nicht auf einem herausragenden Signal sondern auf einem Bodenpunkt befand.

Das sichtbare und stark gebündelte Licht des Rangemasters II half den Suchvorgang allerdings zu verkürzen.

Die als Parallelmessung erhaltenen Streckenergebnisse differierten entfernungsunabhängig um  $<1$  cm.

## **5 Zeitlicher Ablauf bis zur flächendeckenden Erneuerung**

In Abbildung 14 ist der Arbeitsfortschritt der Netzerneuerung 2. Ordnung jahresabschnittsweise dargestellt.

Die kleinste Fläche überdeckt das 1972, im 1. Jahr des Erneuerungszeitraumes angelegte Versuchsnetz im Raume Braunschweig.

Durch Vergrößerung der Signalbaukapazität und der Anzahl der Meßtrupps bis zu einer vertretbaren Ausbaustufe konnte in den darauf folgenden Jahren die Arbeitsleistung gesteigert werden. Entsprechend vergrößerte sich die jährlich erneuerte Netzfläche. Mit den bis 1975 erneuerten Netzteilen wird der Südosten Niedersachsens überdeckt. Im Westen wurde ein länderübergreifender Anschluß an das hessische und nordrhein-westfälische Netz herbeigeführt, im Osten war der Netzabschluß durch den Verlauf der Grenze zur DDR vorgegeben. Ausgespart wurde der in den Jahren 1963 bis 1966 in der »Gebietswiederherstellung Harz« klassisch triangulierte Netzteil.

Hier sind jedoch in jüngerer Zeit im Rahmen des »Testnetzes Westharz« genügend zusätzliche Meßdaten angefallen, die zu einer ausreichenden Stabilität des Netzes geführt haben.

In den Jahren 1976 bis 1977 wurde das Netz nördlich bis zur Elbe hin weitergeführt.

Die für 1978 vorgesehene Neubestimmung des TP(1) Helgoland erforderte u. a. den Aufbau von Beobachtungsleitern über den Hauptdreieckspunkten an der niedersächsischen Küste bzw. den ostfriesischen Inseln. Den Signalbau für das Netz 2. Ordnung nutzend, wurde deshalb für das Jahr 1978 die Erneuerung des Küstennetzes vorgesehen. Es entstand ein ausgedehntes Netz von der Elbe bis nach Norddeich, das Seezeichen der Weser- und Jademündung sowie die Netzpunkte auf den Inseln einbezieht.

Die Netze 1979 und 1980 stellen die Verbindung zu dem benachbarten niederländischen Netz her. Im Küstenbereich wurde auf Wunsch der Holländer das Netz über mehrere niederländische Inseln nach Westen hin ausgedehnt.

Deutsches Hauptdreiecksnetz  
Niedersachsen  
einschl. Zentralpunkte

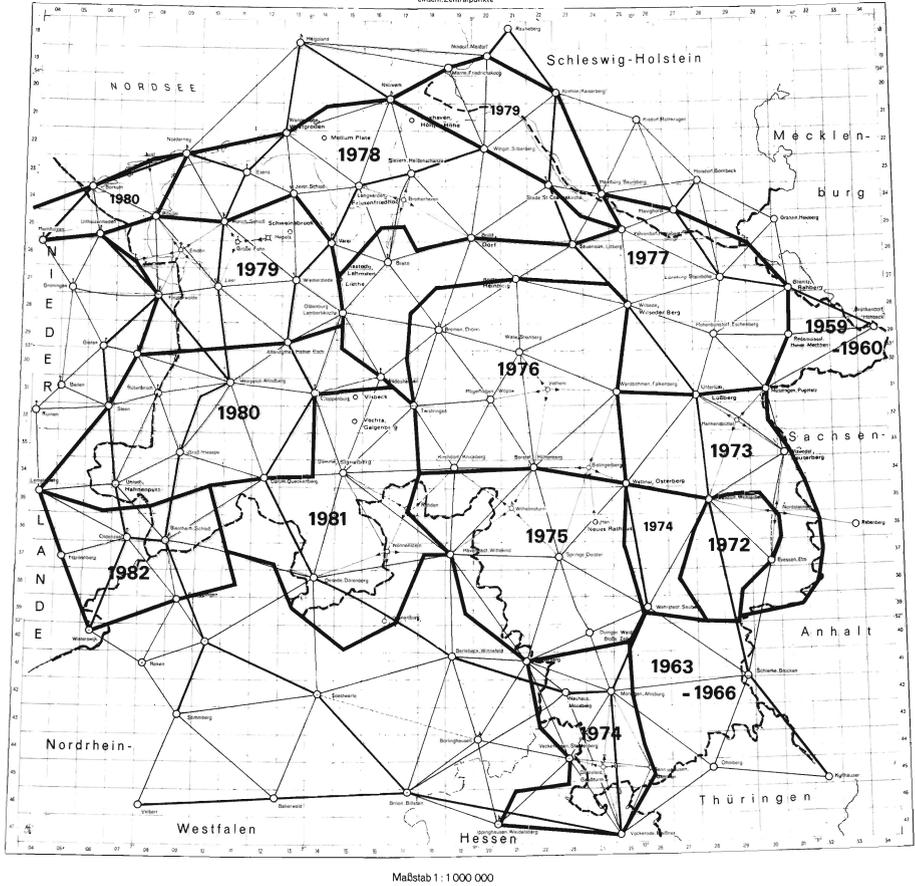


Abb. 14: Jahresprogramme der TP-Netzerneuerung 2. Ordnung

Im letzten größeren Netz fällt die lange gemeinsame Landesgrenze mit Nordrhein-Westfalen auf.

Dieses Netz wurde in Zusammenarbeit mit dem Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen 1981 bebaut und beobachtet. Nordrhein-Westfalen verfügt für die Erneuerung seines TP-Netzes 2. Ordnung über das gleiche Signallaugerät (Beobachtungsleitern) und bedient sich gleicher Verfahrensabläufe wie Niedersachsen.

Für 1982 war ein kleiner Netzteil übriggeblieben, der zusammen mit dem südlich anschließenden nordrhein-westfälischen Netz an die holländischen Hauptdreieckspunkte angebunden werden konnte.

## 6 **Ausblick**

Die Neubeobachtung des niedersächsischen TP-Netzes 2. Ordnung wurde 1982 meßtechnisch abgeschlossen.

Mit der konsequenten Anwendung und Weiterentwicklung des Meßverfahrens »Streckenmessung mit Mikrowellengeräten im Entfernungsbereich 5 bis 20 km« konnte dabei in allen Landesteilen gleichermaßen eine hohe Beobachtungsgenauigkeit erzielt werden. Für die anschließende durchzuführende Neukoordinierung der niedersächsischen TP(1) und TP(2) stand somit ein hervorragendes Beobachtungsmaterial zur Verfügung.

## 7 **Literatur**

- Augath, W.: Untersuchungen zum Aufbau geodätischer Lagenetze. Schriftenreihe des Niedersächsischen Landesverwaltungsamtes - Landesvermessung - Hannover, 1976
- Augath, W.: Optimierungskriterien und deren Auswirkung in Netzen der Landesvermessung. In PELZER, H. (Hrsg.) Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung. Stuttgart, 1980
- Augath, W.: On the application of Criteria for Reliability in Levelling Networks. In: Pelzer/Niemeier (Hrsg.): Precise Levelling, p.381-389, Dümmler Verlag, Bonn 1984

- Kulpe, H.-R.: Der Einfluß der Mehrwegeausbreitung auf die Streckenmessung mit frequenzmodulierten Mikrowellen im maritimen Bereich  
– Wissenschaftl. Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 17, Hannover 1982
- MI: Montageanleitung für Beobachtungsleitern im Lagefestpunktfeld, 1982
- Pötzschnier, W.: Hundert Jahre trigonometrisches Festpunktfeld – Das Werk Schreibers und seine Erneuerung –  
Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 4/1974
- RfL: Vorschrift für den Signalbau, 1935
- RfL: Anweisung für die Feldarbeiten 2. Ordnung der Trig. Abt. des Reichsamtes für Landesaufnahme, Berlin 1934

**»Weitere Beiträge zur Erneuerung der TP-Netze 1. und 2. Ordnung erscheinen in Heft 3 / 1985«.**

# Mobile Datenverarbeitung im vermessungstechnischen Außendienst

Von Wilhelm Tegeler

## 1 Einführung

Seit etwa 10 Jahren werden in der NVerKatVw im vermessungstechnischen Außendienst Taschenrechner mit Magnetkartenprogrammen eingesetzt [H. Gerigk 1975]. Der Preis für einen programmierbaren Taschenrechner – z. B. HP 65 mit 0,2 KB RAM – betrug 1975 etwa 3000 DM; ein Vermessungstrupp-Tag kostete etwa 700 DM. Heute kostet ein Taschen»computer« – z. B. HP 71 B mit 17,5 KB RAM – etwa 1500 DM; die Kosten für den Außendienst-Tag sind dagegen auf etwa 1100 DM angestiegen. Diese Entwicklung macht es notwendig, die örtlichen Vermessungsarbeiten – aber auch Vorbereitung und Auswertung – optimal durch den Einsatz von Taschenrechnern zu unterstützen.

## 2 Einsatzgebiete

Aus der reinen Taschenrechner-Funktion ist inzwischen eine Mobile Datenverarbeitung (MDV) geworden, die für folgende Aufgaben geeignet sein sollte:

### 2.1 Erfassung von Tachymeterdaten

(Tachymeter-Schlüsselzahl, Punktkennzeichen, Meßwerte),

- bei Vermessungen im Aufnahmenetz (Netzvermessung, Sicherungsvermessung) mit örtlicher Kontrolle der Meßwerte,
- bei Objektpunkt-Aufnahmen.

### 2.2 Berechnungen im vermessungstechnischen Außendienst

(soweit notwendig oder zweckmäßig).

### 2.3 Speicherung von Punktdaten

für Übertragungen / Wiederherstellungen und örtliche Berechnungen.

Die Datenerfassung beim Nivellement soll hier nicht behandelt werden, dazu siehe [Geßler 1979] und [Heineke 1980].

### 3 Datenübertragung

#### 3.1 Tachymeterdaten-Erfassung

Zukünftig werden überwiegend Digital-Tachymeter mit RS 232C-(V24)-Schnittstellen angeboten, an die entsprechende Rechner angeschlossen werden können. Die Meßwerte können hier automatisch übertragen werden. Für Hewlett-Packard-Rechner ist allerdings teilweise noch das spezielle Interface HP ZI 41 erforderlich.

Bei elektrooptischen Tachymetern müssen alle Tachymeterdaten manuell erfaßt werden.

#### 3.2 Datenübertragung zwischen MDV-Geräten und Mehrzweckrechenzentren

##### 3.2.1 Intelligente Terminals

Die Datenübertragung zwischen MDV-Geräten (mit RS 232C) und den Mehrzweckrechenzentren ist einmal mit Hilfe intelligenter Terminals – z. B. WANG 2200 T – möglich.

##### 3.2.2 Protokoll-Konverter

Wenn für die Datenfernübertragung keine intelligenten Terminals zur Verfügung stehen, müssen die MDV-Geräte z. Z. noch direkt oder über einen Protokoll-Konverter [Strerath 1983] an den Schnittstellenvervielfacher angeschlossen werden. Bei Siemens ist auch ein bitserieller Anschluß für Mehrfachsteuerungen geplant.

Die Datenübertragung für HP 71B-Rechner konnte mit Protokoll-Konvertern (ca. 4900 DM) der Firma Computer-Systeme realisiert werden. Die Übertragung der maximal 12 000 Zeichen / (Tag x MDV-Gerät) ist im Stapel, zu Beginn oder nach der Dialogzeit vorgesehen.

### 4 Anforderungen an das MDV-System

#### 4.1 Der Rechner sollte

- die Größe und das Gewicht eines *handlichen* Taschenrechners haben, damit er auch vom Beobachter bedient werden kann;
- andererseits aber auch eine außendienstgerechte Tastatur mit num. Tastenblock und mindestens 25 KB RAM besitzen;
- über eine ausreichende LCD-Anzeige (mindestens 2 x 20 Zeichen) und
- günstige Verarbeitungs- und Zugriffszeiten verfügen.

#### 4.2 Als Peripheriegeräte

sollten anschließbar sein:

- Digital-Kassettenlaufwerke mit schnellem Zugriff, einfacher Organisation der Datenspeicherung und zuverlässiger Übertragung;

- DIN-A-4-Drucker mit gut geordneten und gut erläuterten Ausdrucken für Zwischenberechnungen und Kontrollauswertungen.

#### 4.3 *Das HP 71B-System*

wird diesen Anforderungen insbesondere gerecht; der Taschen»computer«-Preis liegt allerdings zwischen denen »einfacherer« Rechner und teurerer Spezialanfertigungen.

### 5 **Programme für das MDV-System HP 71B**

#### 5.1 *Allgemeines*

Der Rechner ist z. B. mindestens 10mal so schnell wie der HP 41 und verfügt zur Zeit über maximal 128 KB RAM. Mit 19 cm x 10 cm x 2,5 cm und 350 g ist er sehr handlich.

Als Hardware-Grundausrüstung sind erforderlich:

- HP 71B und zwei 4KB-Speichererweiterungs-Module (auf einem Modul können 125 Zeilen Tachymetrie oder 160 Koordinaten gespeichert werden),
- Digital-Kassettenlaufwerk (für IL-System) für die externe Speicherung von Programmen und Daten (auf einer Kassette können 128 KB gespeichert werden),
- Drucker (für IL-System)

Folgende Programme stehen zur Zeit im Dezernat Neuvermessung zur Verfügung:

#### 5.2 *Punktdaten-Verwaltungsprogramm »PUNKT1«*

Dieses Systemprogramm ist Voraussetzung für den Einsatz der meisten Anwendungsprogramme. Es beinhaltet Spezialfunktionen, Grundfunktionen zur Punktdaten-Verwaltung und eine Sammlung von Unterprogrammroutinen, die in den jeweiligen Anwendungsprogrammen benötigt werden. Die Assembler-Version dieses Programms ermöglicht eine größere Punktzahl und schnellere Zugriffszeiten.

#### 5.3 *Tachymeterdaten-Erfassung bei AP-Netzvermessungen »TAP711«*

Mit Hilfe dieses Anwendungsprogramms können auf der Rechner-Grundversion (mit zwei zusätzlichen Modulen) die Tachymeterdaten auf ca. 16 Aufnahmepunkten erfaßt werden. Bei einer größeren Anzahl von AP müssen die Daten auf eine Kassette übertragen werden.

Die Datenerfassung wird durch eine Benutzerführung unterstützt.

Die örtliche Kontrolle der Meßwerte besteht aus

- einem satzübergreifenden Vergleich der reduzierten Richtungen,

- der Berechnung der Richtungs-Standardabweichung,
- einem Vergleich der gemessenen Strecken (auch Hin- und Rückmessung).

Modifizierte Versionen für getrennte Richtungs- und Streckenmessungen »TAP712« und für HP 41 CV-Rechner sind vorhanden.

Die Daten können über eine zweite Kassette oder einen Ausdruck gesichert werden.

#### 5.4 *Sicherungsvermessung von Aufnahmepunkten »SIVERM1«*

Mit dem Programm können die Daten bei indirekten Sicherungsvermessungen mit elektrooptischen Tachymetern erfaßt und ausgewertet werden. Da die Sicherungsvermessungen vor der AP-Bestimmung durchgeführt werden müssen, können die örtlichen Koordinaten-(Kontroll-)Berechnungen nur im System einer AP-Strecke vorgenommen werden.

#### 5.5 *Tachymeterdaten-Erfassung für Objektpunkte »TOP711«*

Dieses Anwendungsprogramm dient der Erfassung von Tachymeterdaten für Objektpunkte – entsprechend Verm.-Vordruck 65 – und kontrolliert die Anschlußrichtungen. Auf der Rechner-Grundversion (mit zwei zusätzlichen Modulen) können 580 Datenzeilen gespeichert werden.

#### 5.6 *Objektpunkt-Vermessungen »OPVERM1«*

Dieses Programm wird kombiniert mit dem

- Punktdaten-Verwaltungsprogramm »PUNKT1«.

»OPVERM1« besteht aus:

- Tachymeterdaten-Erfassung für Objektpunkte »TOP1« und
  - Berechnungen im vermessungstechnischen Außendienst »BAD1«:
1. Polare Absteckung (und Aufnahme) über frei gewählte Standpunkte
    - 1.1 Frei gewählte Standpunkte
      - 1.1.1 Werte für Instrumente, Korrekturen und Reduktionen;
      - 1.1.2 Punktnummern und Meßwerte (mit Berichtigungsmöglichkeit) für Anschlußpunkte (AN);
      - 1.1.3 Vier-Parameter-Transformation ( $AN \geq 3$ ) oder
      - 1.1.4 Drei-Parameter-Transformation ( $AN \geq 2$ );
      - 1.1.5 Ausscheiden/Einfügen von Anschlußpunkten.
    - 1.2 Absteckung von Punkten
      - 1.2.1 - mit Richtung und Strecke zum Sollpunkt;
      - 1.2.2 - mit linearer Verbesserung (auf Zielstrahl) vom Näherungspunkt *oder*
      - 1.2.3 - mit orthogonaler Verbesserung vom Näherungspunkt.

1.3 Aufnahme von Punkten (nur für örtliche Berechnungen) ohne Speicherung der Meßwerte

1.3.1 Koordinatenberechnung für polar aufgenommene Punkte.

2. Sonstige vermessungstechnische Berechnungen

2.1 Flächenberechnungen aus Koordinaten,

2.2 Flächenberechnung aus polaren Meßwerten (mit fortlaufender Spannmaßberechnung);

2.3 Koordinatenberechnung für orthogonal aufgenommene Punkte,

2.4 Koordinatenberechnung für durch Schnitte aufgenommene Punkte;

2.5 Transformation auf Vermessungslinie.

Die Datenkapazität bei »OBVERM1« beträgt 50 Punkte und 120 Datenzeilen Tachymetrie für die Rechner-Grundversion (mit 2 Modulen).

5.7 *Datenumsetzung zwischen Dateien für HP 41 und HP 71 »DUS4171«*

Dieses Anwendungsprogramm ermöglicht in Verbindung mit dem Systemprogramm »PUNKT1« und dem Berechnungsprogramm »AUDI III, Vers. 6« für HP 41-Rechner das Umsetzen von Punktdateien zwischen den Systemen HP 41 und HP 71.

5.8 *Kartierungen zur Unterstützung der Vorbereitung und Auswertung von Objekt-punkt-Vermessungen »PLOT1«.*

Für das HP 71B-System (siehe 5.1) steht ein DIN-A-4-Plotter zur Verfügung, mit dem ausreichend genaue Kartierungen und in begrenztem Umfang auch Digitalisierungen (Austausch Zeichenstift – Lupe) vorgenommen werden können.

In Gebieten mit Flurkarten in Maßstäben kleiner 1:1000 kann mit dem Programm »PLOT« die Vorbereitung bzw. Auswertung unterstützt werden

- bei Herstellung von Lageplänen 1:500;
- bei der Darstellung topographischer Objekte in Lageplänen, wenn die Objekte nicht im Flurkartenwerk dargestellt werden;
- bei kleineren Liegenschaftsvermessungen.

Das Anwendungsprogramm »PLOT« kann nur in Verbindung mit dem Systemprogramm »PUNKT« eingesetzt werden. Eine modifizierte Programmversion ist auch für HP 41 CV-Rechner erstellt worden, sie arbeitet jedoch erheblich langsamer.

## 6 Folgerungen

Die schnelle Entwicklung bei den MDV-Geräten macht einen einheitlichen Einsatz der Hardware notwendig, damit die Programmerstellung wirtschaftlich bleibt.

Die innere Zuverlässigkeit der Vermessungen im Aufnahmenetz wird durch den Einsatz der MDV so gesteigert, daß grobe Fehler in den Meßwerten fast ausgeschlossen sind.

## 7 Literatur

- Gerigk, H.-U.: Absteckung nach Koordinaten im Felde, Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung 1975, Seite 7.
- Geßler, J.: Stand und Entwicklungstendenzen der automationsgerechten Datenerfassung und -verarbeitung bei Präzisionsnivellements, Veröffentlichung Geodätisches Institut TH Aachen (1979), Nr. 26, Seite 43-66.
- Heineke, U.: Automatischer Datenfluß beim Nivellement in der Niedersächsischen Landesvermessung, Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung 1980, Seite 49.
- Strerath, M.: Mobile Datenverarbeitung bei Liegenschaftsvermessungen, AVN 1983, Seite 315.

## **Fortbildungsveranstaltung Nr. 7 / 1984**

der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung

Bodenordnung nach dem Bundesbaugesetz – insbesondere Theorie und Praxis der Grenzregelung

Fortbildungsveranstaltungen der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung zur »Bodenordnung« haben inzwischen eine langjährige Tradition erlangt. Vom 22. bis 24. Oktober 1984 wurde die Veranstaltung am Rande des Südharzes, in Osterode, durchgeführt. Die bisweilen beklagte Abgeschlossenheit des Harzstädtchens bot in diesem Falle den sechsendreißig Teilnehmern aus allen Teilen Niedersachsens gute Voraussetzungen, um sich den gestellten Themen intensiv widmen zu können.

Diesen Umständen trug auch Ministerialrat Schulte in seiner Begrüßung und Einführung Rechnung. Er hob das Bemühen des Veranstalters hervor, derartige Fortbildungsmaßnahmen dezentral durchzuführen und bedankte sich beim durchführenden Amt, das mit seiner Bereitschaft diesem Bestreben entgegengekommen war. Zur Veranstaltung selbst unterstrich Ministerialrat Schulte, daß das Grenzregelungsverfahren nach dem Bundesbaugesetz (BBauG) erstmalig zum Gegenstand einer speziellen Fortbildungsveranstaltung gemacht worden ist. Damit böte sich die Gelegenheit, alle Aspekte möglicher Anwendungen und Durchführungen ausführlich zu besprechen.

Vermessungsobererrat Engelke vom Katasteramt Göttingen untersuchte in seinem Vortrag die in § 80 BBauG genannten Voraussetzungen für Grenzregelungen. Dabei stellte er ein Prüfformular vor, in dem die im vorgenannten Paragraphen enthaltenen Bedingungen abgefragt werden. Dieses Prüfformular konnte in der Gruppenarbeit bei der Erörterung praktischer Grenzregelungsfälle erprobt werden. Es wurde deutlich, daß der § 80 verschiedene unbestimmte Rechtsbegriffe, wie »ordnungsgemäße Bebauung« oder »im öffentlichen Interesse geboten« enthält. Dazu ist höchststrichterliche Rechtsprechung bisher sehr dürftig und auch die Fachliteratur hat sich dem Thema Grenzregelung wegen der fehlenden Bedeutung nur wenig gewidmet.

Anhand eines Ablaufplanes erläutert Vermessungsdirektor Meyne die Gesamtheit aller Maßnahmen in einem Grenzregelungsverfahren. Vermessungsamtmann Weltling vom Katasteramt Hannover beschäftigte sich in seinem Vortrag mit der grundbuchmäßigen Abwicklung der Grenzregelung. Insbesondere wurde die Behandlung von Rechten und Baulasten untersucht. Darüber hinaus behandelte er die Berichtigung des Grundbuches. Dabei stellte er heraus, daß dem Grundbuchamt keine Kontrollfunktion zusteht. Weder Rechtmäßigkeit noch Prüfung der Voraussetzungen unterliegen der Kompetenz des Grundbuchamtes.

Verfahrensfragen in der Grenzregelung behandelte Vermessungsamtman Kienker vom Katasteramt Osnabrück. Er beantwortet u. a. die Frage, wer Beteiligter des Umlenungsverfahrens ist, und nahm zu Form und Inhalt des Grenzregelungsbeschlusses Stellung. Schließlich gab er Auskunft über die Zustellungsform des Beschlusses sowie Inkrafttreten und den Abschluß des Verfahrens. Alle Maßnahmen wurden mit Beispielen durchgeführter Grenzregelungen belegt.

Die besondere Problematik einer Wertermittlung im Grenzregelungsverfahren schilderte Vermessungsoberrat Schmalgemeier vom Katasteramt Osnabrück.

Alle Fachvorträge sollen in der Info-Mappe Bodenordnung wiedergegeben werden.

Dem Katasteramt Osterode wurde die Möglichkeit gegeben, seine Bodenordnungsmaßnahmen vorzustellen. Seit 1960 hat die große Zahl bodenordnerischer Maßnahmen dazu geführt, daß mehr als 2% aller Flurstücke des Amtsbezirks durch Umlenungs- oder Grenzregelungsverfahren entstanden sind.

Ein Vertreter des städtischen Bauamtes Osterode gewährte Einblick in die bauleitplanerische Aufgabe der Kreisstadt. Ausgehend von der Gründung wurde zunächst die städtebauliche Entwicklung aufgezeigt, um daraus dann Konsequenzen für die gegenwärtige Bauleitplanungsaufgabe abzuleiten. Ein Schwerpunkt galt der Verkehrsentwicklung, die er den auswärtigen Gästen mit zahlreichen Dias erläuterte. Ein Rundgang durch die Innenstadt vertiefte die gewonnenen Eindrücke.

Als Mitorganisator der Veranstaltung darf ich abschließend hoffen, daß Veranstalter und Teilnehmer zufrieden mit dem Verlauf der Osteroder Tage waren. Vielleicht wäre dann der Grundstein für eine Tradition in Osterode als Fortbildungsstätte gelegt . . .

*B. Schneider*

## Buchbesprechung

Hake, Günter: Kartographie II

Sammlung Göschen 2166, Walter de Gruyter, Berlin, 1985,  
3., neubearbeitete Auflage, 382 Seiten, 29,80 DM

Professor Dr.-Ing. Günter Hake, der derzeitige Sachwalter der Kartographie in der Sammlung Göschen, hat die ursprünglich knappe, auf ein verhältnismäßig dünnes Büchlein komprimierte Darstellung seit 1970 zu einer umfassenden Beschreibung dieser vielseitigen wissenschaftlichen, technischen und künstlerischen Disziplin ausgebaut, die für alle Ebenen der kartographischen Ausbildung und Berufsausübung zur Standardliteratur geworden ist. Seit dieser Zeit wird der Stoff auch auf zwei stattliche Bände verteilt, die in bewundernswert kurzen Abständen regelmäßig neu erscheinen.

So ist der Band »Kartographie I« (Allgemeines zur Kartographie und zur Karte, Herkunft und Erfassung von Informationen, Kartennetzentwürfe, Merkmale und Mittel kartographischer Gestaltung, Topographische Karten) zuletzt im Jahre 1982 in 6., neubearbeiteter Auflage erschienen (vergleiche die Besprechung in Heft 3 / 1982 der »Nachrichten«).

Nunmehr konnten Autor und Verlag in 3., ebenfalls neubearbeiteter Auflage den Band »Kartographie II« vorlegen. Dieser enthält die Teilgebiete Thematische Karten (95 Seiten), Atlanten (11 Seiten), Kartenverwandte Darstellungen (27 Seiten), Kartenredaktion und Kartentechnik (87 Seiten), Rechnergestützte Kartenherstellung (56 Seiten), Kartenauswertung (24 Seiten) und Geschichte der Kartographie (19 Seiten).

Der Vergleich mit der vorhergehenden Auflage zeigt, daß der Umfang dieses Bandes nicht nur um ein Viertel zugenommen hat, sondern daß darüber hinaus auch kaum ein Abschnitt unverändert geblieben ist. (Man spricht davon, daß etwa 80% des Textes neu geschrieben seien!) Dies liegt einerseits daran, daß der Autor seine Erfahrungen als Hochschullehrer genutzt hat, den Stoff noch besser aufzubereiten und noch systematischer zu gliedern; andererseits sind die Fortschritte der Kartographie in den vergangenen neun Jahren voll in die Neubearbeitung eingeflossen.

Man erkennt das besonders an der Ausweitung der Kapitel über Kartentechnik und rechnergestützte Kartenherstellung. Letzteres ist um 70% gewachsen und bietet eine systematische Übersicht über Grundlagen und Anwendungen dieser zukunftsorientierten Technologie, wie sie zur Zeit in keinem anderen Werk zu finden ist. Daneben zeigt die neue Überschrift dieses Kapitels (das früher »Automation in der Kartographie« hieß) auch eine gewisse Verringerung der Erwartungen, die an die »neue Kartographie« geknüpft werden.

Der Buchtext wird – wie gewohnt – durch 120 hervorragende einfarbige Abbildungen ergänzt; außerdem enthält der Band wieder 11 farbige Anlagen mit instruktiven Aus-

schnitten aus Atlanten und amtlichen Karten, die vom Bebauungsplan bis zum Satellitenbild reichen. Ein Literaturverzeichnis mit nahezu 500 Titeln ermöglicht dem interessierten Leser vielfältige Ansätze zur Vertiefung des dargebotenen Stoffes.

Dem Vermessungsingenieur, der sich nur gelegentlich mit kartographischen Fragen beschäftigen muß, bietet die knappe, ungemein präzise Sprache Hakes eine ideale Hilfe, sich schnell in Einzelfragen einzuarbeiten. Da kartographische Arbeiten in der Vermessungs- und Katasterverwaltung längst nicht mehr auf die Landesvermessungsbehörden beschränkt sind, gehört ein Standardwerk wie der »Hake« ohnehin auf jedes Katasteramt. Dort wird es nicht nur in der Ausbildung gute Dienste tun, sondern auch beim gelegentlichen Entwurf thematischer Karten (z. B. im Bereich der Grundstücksbewertung) oder bei der eingehenderen Beschäftigung mit Fragen der Kartentechnik ein unentbehrlicher Ratgeber sein. Der mittlerweile auf fast 30 DM angestiegene Preis dieses Göschen-Bandes sollte niemanden abschrecken; auch die neue »Kartographie II« ist dieses Geld uneingeschränkt wert.

*D. Grothenn*

## **Einsendeschluß für Manuskripte**

Heft 1 .....	10. November
Heft 2 .....	10. Februar
Heft 3 .....	10. Mai
Heft 4 .....	10. August

## **Anschriften der Mitarbeiter dieses Heftes**

Konrad Stelloh, Regierungsvermessungsobersinspektor a.D., Bismarckstraße 14, 2838 Sulingen

Dr.-Ing. Botho Wendt, Abteilungsdirektor im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Prof. em. Dr.-Ing. Walter Höpcke, Gerdingstraße 2A, 3000 Hannover 72

Dr.-Ing. Wolfgang Pötzschner, Ltd. Vermessungsdirektor a. D., Mattäikirchstraße 50, 3000 Hannover

Dr.-Ing. Jürgen Geßler, Vermessungsoberrat im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Eberhard Meliß, Vermessungsoberamtsrat im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Jürgen Umbach, Vermessungsoberamtsrat im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Dr.-Ing. Wilhelm Tegeler, Vermessungsdirektor im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1

Bernd Schneider, Vermessungsamtsmann beim Katasteramt Osterode am Harz, Berliner Straße 6, 3360 Osterode

Dr.-Ing. Dieter Grothenn, Ltd. Vermessungsdirektor im Niedersächsischen Landesverwaltungsamt - Landesvermessung -, Warmbüchenkamp 2, 3000 Hannover 1