

Zeitschrift:	Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural
Herausgeber:	Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)
Band:	74 (1976)
Heft:	12
Artikel:	Die Mitarbeit der Schweiz am RETRIG
Autor:	Wunderlin, N.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-228364

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.01.2026

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

deshalb nicht richtig gewesen. Nur bei extrem auseinanderliegenden Satellitenbeobachtungsstationen hätte die Berücksichtigung sinnvoll sein können, sie war aber wegen Nichtidentität der Zentren ausgeschlossen.

Mit Laserdistanzmessungen und mit Dopplermessungen werden seit kurzem wesentlich höhere Genauigkeiten als mit Richtungen erreicht. Nach Zeitungsnachrichten sollen mit Lasermessungen nach dem neuen Satelliten «Lageos» mittlere Fehler von ± 1 cm erreicht werden, also kleinere als sie im Triangulationsnetz I. Ordnung möglich sind. Könnte man daher auf allen Erster-Ordnungs-Punkten – auf den anderen natürlich auch – Laserdistanzmessungen nach dem Lageos ausführen, so würde die so mühsame Triangulation wegfallen. An der cm-Genauigkeit darf man wohl etwas zweifeln. Sicher ist jedoch, dass schon in absehbarer Zeit die meisten europäischen Satellitenbeobachtungsstationen Laserdistanzmessungen nach Satelliten ausführen werden. Erhält man für diese Stationen mittlere Fehler von einigen cm, was erreichbar scheint, so wird es richtig sein, sie bei der Ausgleichung des euroäischen Netzes erster Ordnung

als Stützpunkte einzuführen. Die bisherige Ausgleichung des RETRIG würde durch eine bessere ersetzt, bei der die bewährten Grundsätze der Geodäsie, alle Beobachtungen, auch solche verschiedenster Art zu berücksichtigen und die Netze vom Grossen zum Kleinen aufzubauen, erneut zu Ehren kämen.

Kein Zweifel kann wohl darüber bestehen, dass das Problem der Bestimmung von Erdgrösse und Erdform immer wieder aufgegriffen wird. Zurzeit bestehen ähnliche Bestrebungen wie die des RETRIG in anderen Kontinenten. Das immer weitere Suchen nach Erdform und Erdgrösse mag für die praktische Vermessung von geringer Bedeutung sein. Mehr und mehr wird es zu einem wissenschaftlichen Anliegen, dessen Bedeutung kaum unterschätzt werden kann. Es trägt dazu bei, ein Problem zu lösen, das für das menschliche Leben immer wichtiger zu werden scheint, das der Erdkrustenbewegungen.

Adresse des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. F. Kobold, Möhrlistrasse 85, 8006 Zürich

Die Mitarbeit der Schweiz am RETRIG

N. Wunderlin

Résumé

L'article décrit sommairement les travaux exécutés en Suisse pour la Triangulation Européenne RETRIG: les observations (directions, distances, azimuts de Laplace) et les calculs (compensations de station, réductions des observations, géoïde, déviations de la verticale, programmes, compensations du réseau). Quelques résultats de la phase I du RETRIG dans le réseau suisse sont discutés.

Einleitung

Im Anschluss an die Ausführungen von Prof. Kobold über Geschichte, Ziel und Stand der Arbeiten des RETRIG seien im folgenden, gleichsam als Beispiel und als Illustration, die von der Schweiz für das RETRIG geleisteten Arbeiten kurz beschrieben.

Wie alle am RETRIG beteiligten Länder ordnet die Schweiz zwei Delegierte in die RETRIG-Kommission ab, einen Vertreter der «Landesvermessung» (in der Schweiz: der Eidgenössischen Landestopographie) und einen Vertreter der «Wissenschaften» (in der Schweiz: der ETH). Ferner hatte die Schweiz die Ehre, in Prof. Kobold seit der Gründung der RETRIG-Kommission der AIG bis zum Tode von Prof. Kneissl den Vizepräsidenten und seither den Präsidenten der Kommission zu stellen.

Die Leitung der schweizerischen RETRIG-Arbeiten erfolgt durch die Schweizerische Geodätische Kommission

(SGK). Da jedoch heute die SGK auf dem Gebiet der Geodäsie ein planendes, koordinierendes, z. T. auch finanziendes, sammelndes, begutachtendes, publizierendes und die internationalen Beziehungen betreuendes Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ist und keine von ihr angestellten eigenen Ingenieure mehr besitzt, werden die für die Mitarbeit am RETRIG notwendigen *Berechnungen* heute fast ausschliesslich vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (IGP) der ETH Zürich geleistet, während die diesen Berechnungen zugrundeliegenden *Beobachtungen* aus verschiedenen Quellen stammen.

Die Beobachtungen

Richtungsbeobachtungen

Der grösste Teil der für das RETRIG benützten Richtungsbeobachtungen stammt aus der Neutriangulierung der Eidgenössischen Landestopographie von 1910–1916. Die wenigen Männer, welche diese grosse Arbeit in kurzer Zeit mit hoher Genauigkeit durchgeführt haben, verdienen es sicher, hier namentlich erwähnt zu werden (Abb. 1).

Zur Einfügung des schweizerischen Netzes 1. Ordnung ins RETRIG wurden Verbindungstriangulationen nötig, welche wieder von der L+T, zusammen mit den betreffenden Nachbarstaaten, durchgeführt worden sind:

- | | |
|-----------|---|
| 1950–1958 | längs der französischen Grenze (Beobachter Hauser/Untersee und französische Beobachter) |
| 1953–1960 | längs der italienischen Grenze (Beobachter Hauser/Spiess und italienische Beobachter) |
| 1965 | Viereck Feldberg–Hohentwiel–Lägern–Wissenberg (Beobachter Bonanomi/Jeanrichard und deutsche Beobachter) |

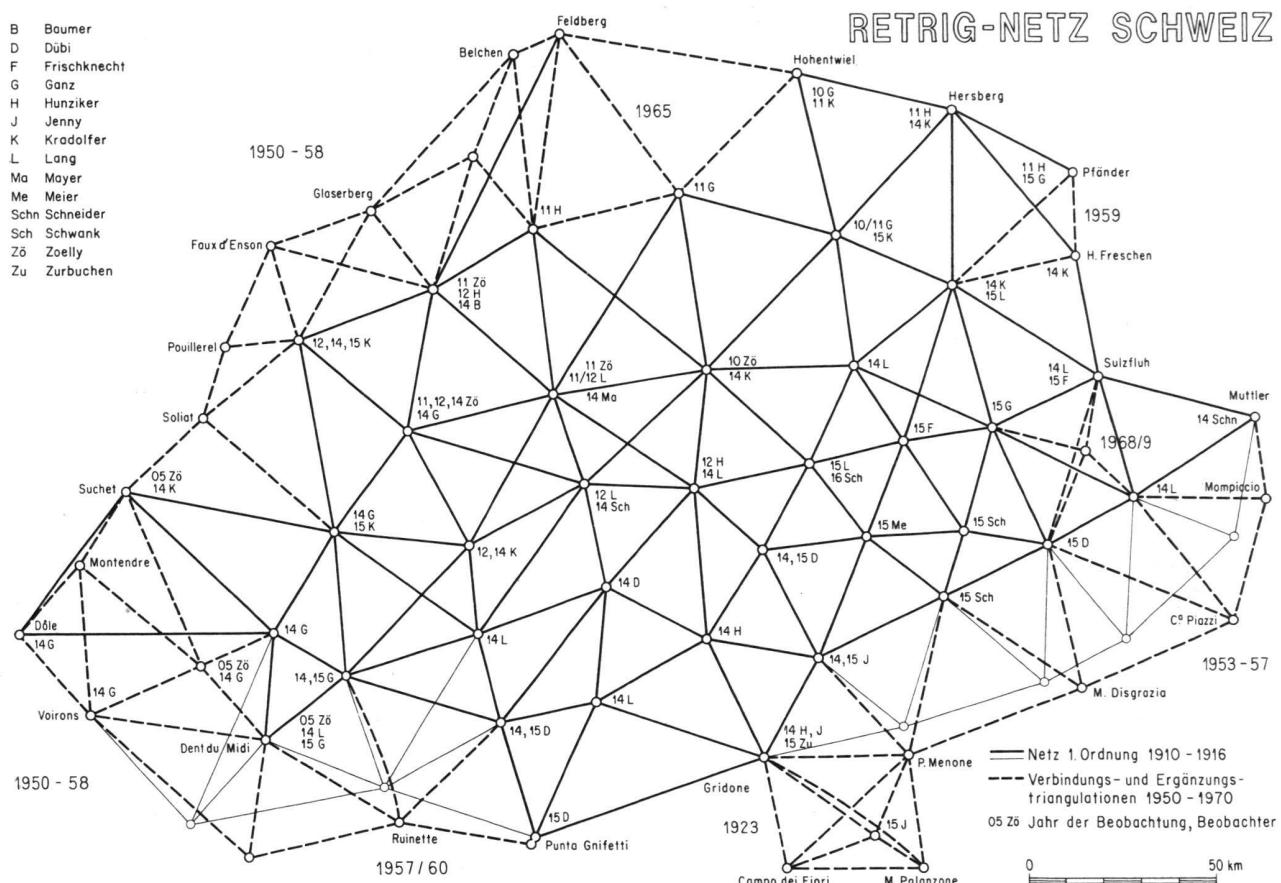


Abbildung 1

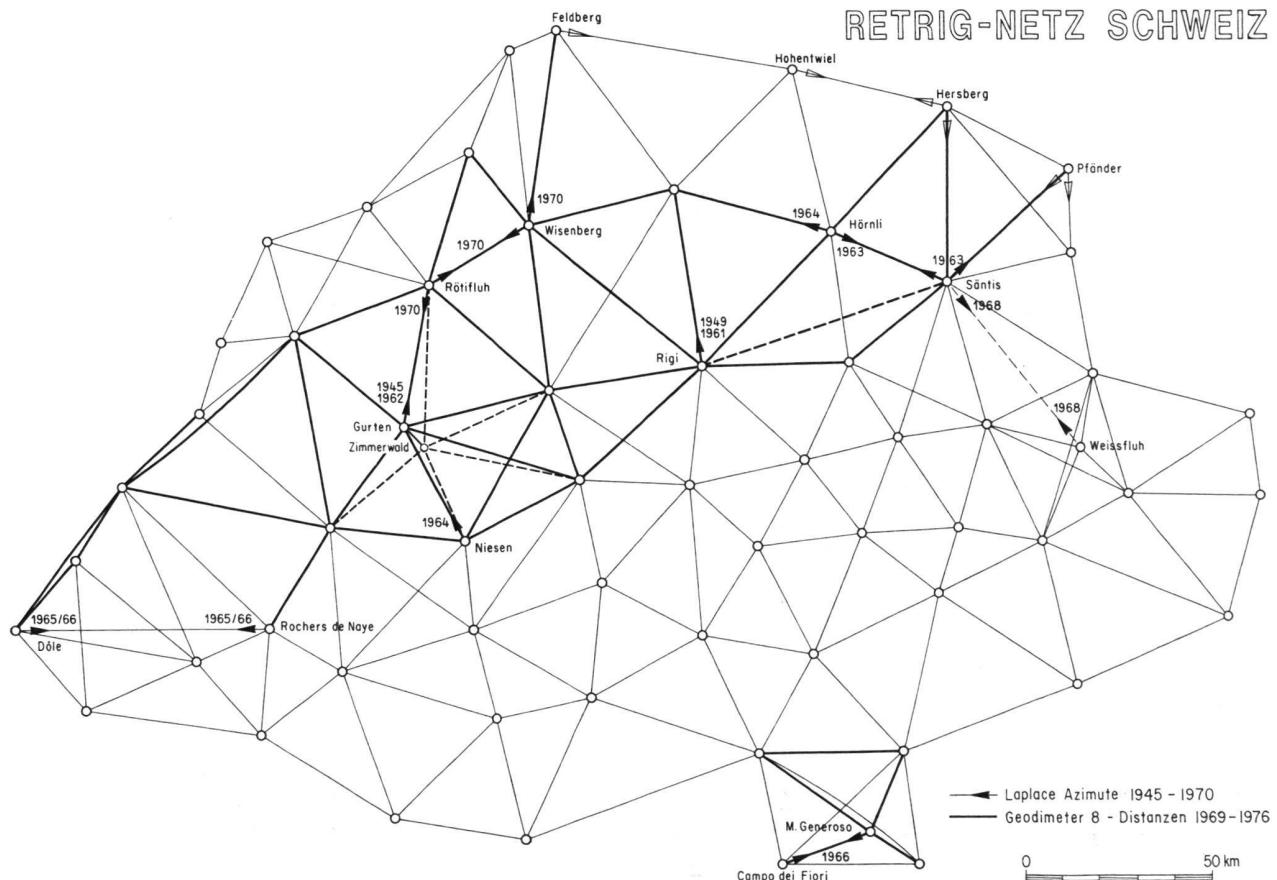


Abbildung 2

Einige Neu- und Ergänzungsmessungen schliesslich brachten das Netz auf den heutigen Stand:

- | | |
|---------|---|
| 1923 | Einschaltung des (späteren) Laplace-Punktes Monte Generoso (Beobachter Zurbuchen) |
| 1959 | Richtungsbeobachtungen in Zusammenhang mit der Basismessung Heerbrugg |
| 1968/69 | Einschaltung des Laplace-Punktes Weissfluh (Beobachter Eggenberg/Gubler) |

Astronomische Beobachtungen

Die für das RETRIG (erst in Phase II benötigten) zur Verfügung stehenden astronomischen Azimut- und Längenbestimmungen (Laplace-Azimute) sind in Abb. 2 dargestellt. Mit Ausnahme der beiden «alten» Azimute Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern, die 1945 und 1949 noch von der SGK (Dr. Hunziker) nach der «Niethammer-Methode» beobachtet wurden, sind alle folgenden Beobachtungen von Mitarbeitern des IGP der ETHZ nach der Polarsternmethode (Azimut) und mit Meridian-durchgängen (Länge) durchgeführt worden. Durch ihre Referenzbeobachtungen auf Punkten des schweizerischen Längennetzes (SGK 1912–1930) stützen sich die Längenbestimmungen auf dieses Längensystem. Die Laplace-Azimute besitzen etwa die gleiche Genauigkeit wie die Richtungsbeobachtungen (etwa $1,5^{\circ}$).

Über die für die Lotabweichungs- und Geoidbestimmungen benützten astronomischen Beobachtungen werden im betreffenden Abschnitt Literaturangaben folgen.

Distanzmessungen

Für das RETRIG finden nur die mit dem Laser-Geodimeter 8 gemessenen Distanzen (seit 1969) Verwendung, während die früheren Mikrowellenmessungen (1963–69) wegen ihrer wesentlich geringeren Genauigkeit nicht benutzt werden. Die bis heute gemessenen Strecken im RETRIG-Netz sind in Abb. 2 dargestellt. Diese Messungen wurden von Mitarbeitern des IGP der ETHZ unter Leitung von W. Fischer durchgeführt. Der mittlere Fehler einer ein Mal gemessenen Geodimeter-8-Distanz beträgt etwa ($5 \text{ mm} + 10^{-6} \text{ D}$).

Weitere Distanzmessungen sind für die nächsten Jahre vorgesehen, z. B. ein Streckenzug Rigi–Titlis–Basodino–Gridone über die Alpen.

Die aus den Basismessungen (Aarberg 1880, Weinfelden und Bellinzona 1881, Heerbrugg 1959) abgeleiteten 1.-Ordnungs-Seiten konnten bis jetzt wegen ihrer zu geringen Genauigkeit, deren Grund nicht in der zu wenig genauen Basismessung, sondern in der zu unsicheren Übertragung Basis/Vergrösserungsseite liegt, noch nicht verwendet werden. Durch zusätzliche Distanzmessungen in den Übertragungsnetzen können diese wahrscheinlich in genügendem Masse verstärkt werden, so dass in Phase III des RETRIG die aus den Basen abgeleiteten Längen der vier Vergrösserungsseiten mit genügend hohem Gewicht eingeführt werden dürfen.

Die Berechnungen

Stationsausgleichungen der Richtungsbeobachtungen

Unter den vorbereitenden Arbeiten für die eigentlichen RETRIG-Berechnungen sind besonders zu erwähnen die neuen Stationsausgleichungen aller schweizerischen

Winkelmessungen (nach der Sektorenmethode beobachtet), wobei auch die Winkel zwischen 1. Ordnungs- und 2. Ordnungsvisuren und solche zwischen 2. Ordnungsvisuren miteinbezogen wurden. Diese Neuausgleichungen, von F. Jeanrichard (L+T) und W. Keller (ETHZ) 1967/68 durchgeführt, befinden sich unter den ersten Computeranwendungen des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich. Es wurden mehr als 10 000 einzelne Winkelmessungen bearbeitet, eine grosse und schöne Arbeit, der grossen Leistung der Beobachter angemessen.

Für den mittleren Fehler einer einzelnen Winkelbeobachtung ergab sich ein Durchschnitt von $m_e = 4,5^{\circ}$, wobei aber die kleinsten Werte bei $2,5^{\circ}$, die grössten bei etwa 9° liegen. Die mittleren Fehler, die sich daraus für die stationsausgeglichenen Richtungen ergeben, schwanken wegen der äusserst ungleichen Anzahl der Richtungen und der Wiederholungszahlen von Station zu Station, aber auch von Richtung zu Richtung derselben Station sehr stark, von etwa $0,5^{\circ}$ bis etwa 2° . In die RETRIG-Ausgleichungen sind allerdings die Richtungen gleichgewichtig und unkorreliert eingeführt worden, mit dem Gewicht $p = 0,45$ (entsprechend $m = 1,5^{\circ}$).

Probeausgleichungen

Zum Auffinden von Irrtümern und groben Fehlern, zur Bestimmung von mittleren Fehlern und Gewichten der Beobachtungen, zur Ausprüfung von Programmen usw. sind immer wieder Probe-Netzausgleichungen durchgeführt worden, sogar Probe-Zusammenschlüsse mit anderen RETRIG-Blöcken. Einige der wichtigsten seien im folgenden kurz erwähnt:

- | | |
|-----------|--|
| 1968 | Erste Ausgleichung des gesamten Landesnetzes (nur Richtungsbeobachtungen) auf dem Ellipsoid (in München, da noch kein schweizerisches Programm bestand) und im schweizerischen Projektionssystem mit Programmen der ETH Zürich (Ehlert/Keller) |
| 1971 | Ausgleichung und erster Zusammenschluss des RETRIG-Blockes CH mit dem Block D Deutschland (nur Richtungen) in Frankfurt/Darmstadt mit deutschen Programmen (Ehlert/Wunderlin) |
| 1969–1974 | Probeausgleichungen mit Einführung von Lotabweichungskorrekturen, mit Einführung der Distanzbeobachtungen, mit Laplace-Azimuten, mit Reduktion der Distanzen auf das Ellipsoid (statt auf das Geoid), mit verschiedenen Versionen des Computerprogrammes, zum Studium der Übertragungsnetze Basis/Vergrösserungsseite usw. (Elmiger/Fischer/Wunderlin am IGP der ETHZ) |

Programmierung

Während ursprünglich gewisse Berechnungen noch im schweizerischen Projektionssystem mit damals schon existierenden Netzausgleichungsprogrammen (Aeschlimann/Elmiger) durchgeführt wurden und später auf dem Ellipsoid zuerst noch mit deutschen Programmen (Ehlert, Frankfurt) gerechnet wurde, besitzt die Schweiz

seit 1972 eigene Programme für die RETRIG-Arbeiten. Das eigentliche Netzausgleichungsprogramm ist ein von A. Carosio an der ETHZ geschaffenes Programm, das neben vielen anderen Vorteilen die Möglichkeit zur Behandlung korrelierter Beobachtungen bietet (KONETZ). Es musste durch den Berichterstatter etwas abgeändert (Rechnung auf dem Ellipsoid statt in einer Projektionsebene) und ergänzt werden (Zusammenschluss zweier Teilnetzausgleichungen zu einer Gesamtausgleichung und Einfügung der Helmert-Transformation in die Netzausgleichung). Hinzu kommen zwei Hilfsprogramme:

1. Bildung der «teilreduzierten» Normalgleichungen der Nahtunbekannten zur Ablieferung an die Rechenzentren für die Zusammenschlüsse mit anderen Landesblöcken.
2. Berechnung der «inneren» Unbekannten und ihrer mittleren Fehler aus den ausgeglichenen Werten der «Nahtunbekannten» und deren reziproken Gewichtskoeffizienten.

Die Programme sind in ALGOL geschrieben. Alle RETRIG-Berechnungen sind auf den CDC-Computern des Rechenzentrums der ETH Zürich durchgeführt worden.

Lotabweichungen und Geoid

Alle Richtungsbeobachtungen wurden mit der Lotabweichungskorrektur versehen. Die dazu benützten Lotabweichungen (siehe Aufsatz Dr. Elmiger im Fachblatt III-

1972 dieser Zeitschrift) sind zu etwa einem Drittel aus astronomischen Beobachtungen, der Rest durch Rechnung (aus «sichtbaren Massen») und Interpolation bestimmt worden.

Für die Reduktion der Distanzmessungen auf die Rechenfläche, das Ellipsoid, werden nicht die «Gebrauchshöhen» der Landesvermessung, welche im Prinzip Höhen über dem Geoid sind, verwendet, sondern aus ihnen durch Addition der Geoidhöhen (über dem Ellipsoid) abgeleitete ellipsoidische Höhen. Als Geoidhöhen wurden bis 1974 die groben Werte des sog. Bomford-Geoides benützt; in Zukunft können die Werte des von A. Elmiger abgeleiteten detaillierteren «Geoides 1975» (siehe Aufsatz im Fachblatt III/IV-1975 dieser Zeitschrift) oder des jeweils neuesten Geoides verwendet werden.

Resultate RETRIG Phase I

Zur Erinnerung: In Phase I sind nur die Richtungs- und die Distanzbeobachtungen – diese mit einem als Unbekannte eingeführten Massstabfaktor versehen, also nicht massstab-bestimmend – enthalten, jedoch keine Laplace-Azimute; Massstab und Orientierung des Netzes sind gegeben durch Festhalten der Koordinaten (RE 50) zweier Punkte (München und Panker).

In Abb. 3 sind als wichtigstes graphisch darstellbares Resultat der RETRIG-Ausgleichung Phase I die Verschiebungen gegenüber der Ausgangslage (RE 50) dargestellt. Hiezu die folgenden Bemerkungen:

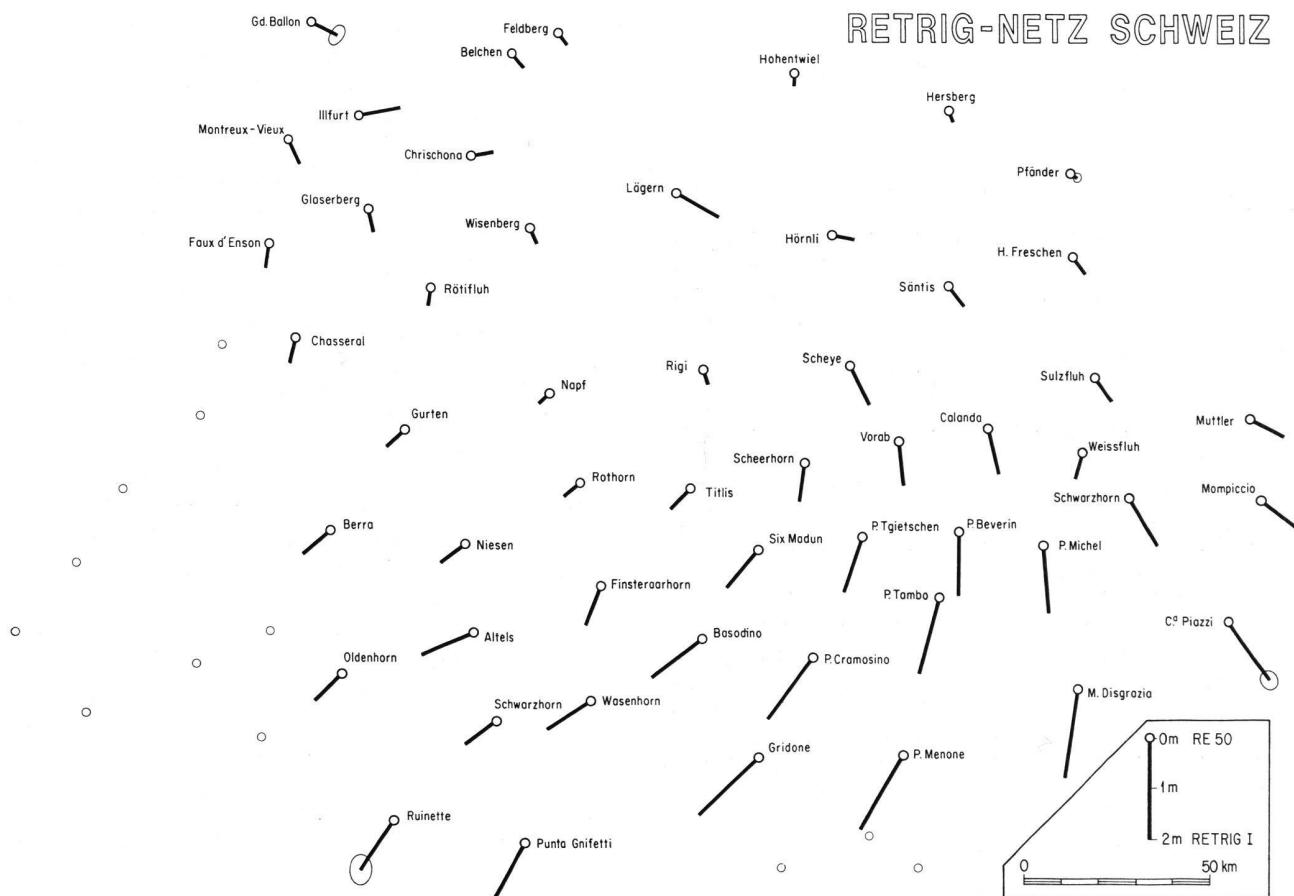


Abbildung 3

- Der als freies Netz ausgeglichene RETRIG-Block CH* erlitt durch die Einfügung in das Gesamtnetz (in Phase I fehlte allerdings noch der Block I Italien) nur sehr kleine Deformationen, indem die Änderungen der Verbesserungen $V_{RETRIG} - V_{Freies\ Netz}$ nur klein sind: im Durchschnitt weit unter 1^{cc} bei den Richtungen, bzw. 1 cm bei den Distanzen; die grössten Werte betragen $1,9^{\text{cc}}$ bzw. 2,1 cm. Die Summe [pvv] stieg nur von 187 (freies Netz) auf 201 (ins RETRIG eingefügtes Netz).
- Die recht gut kreisförmigen Fehlerellipsen, die sich natürlich auf die beiden Festpunkte München und Panker beziehen, wachsen von einem Minimum von 15 cm/10 cm (Pfänder) zu einem Maximum von 45 cm/30 cm (Ruinette).
- Der Massstab von RETRIG Phase I ist grösser als derjenige von RE 50: im westlichen und nördlichen Teil der Schweiz um $0-5 \cdot 10^{-6}$, gegen Osten ansteigend auf $15 \cdot 10^{-6}$. – Die Geodimeter-8-Distanzen müssten um

* Beim RETRIG ist leider der Westteil der Schweiz abgetrennt, d. h. dem Block F Frankreich zur Bearbeitung zugeteilt worden, ebenso das Südtessin dem Block I Italien.

$1 \cdot 10^{-6}$ vergrössert werden, um auf den Massstab von RETRIG I zu kommen.

– RETRIG I ist gegenüber RE 50 leicht verdreht, im Durchschnitt um etwa 2^{cc} im Uhrzeigersinn, im Westen etwas mehr (bis 3^{cc}), im Osten etwas weniger (etwa 1^{cc}). Auch die beobachteten Laplace-Azimute (die ja in Phase I noch nicht in die Ausgleichung eingeführt worden waren) sind im Durchschnitt um etwa 2^{cc} kleiner als die RETRIG I-Azimute.

Diese Resultate von Phase I lassen erwarten, dass im Block CH auch Phase II – Bestimmung des Massstabes aus den Distanzmessungen und der Orientierung aus den Laplace-Azimuten – eine hohe Genauigkeit ergeben wird.

Literatur

Grundlage dieses Berichtes sind hauptsächlich interne Arbeitsberichte von Mitarbeitern an die Schweizerische Geodätische Kommission. Auszüge dieser Berichte sind veröffentlicht in den Procès-verbaux der SGK.

Adresse des Verfassers:

N. Wunderlin, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie,
ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich

Die Entflechtungsumlegung

H. Bigler

Résumé

On peut classer le remembrement – selon des critères fonctionnels – en remaniement parcellaire agricole et forestier, en remaniement de terrains à bâtrir, en remaniement pour l'acquisition des terrains réservés à des fins d'intérêt public et en remaniement parcellaire constitué en vue de permettre la réalisation des plans d'aménagement du territoire. Il est parfois possible d'exécuter un remaniement parcellaire combinant un ou plusieurs de ces quatre systèmes. Les trois premiers types de remaniement sont bien connus et éprouvés. Par contre, le remaniement parcellaire pour la réalisation de plan d'aménagement du territoire ne peut pas être pratiqué comme procédé indépendant; normalement, il est lié à l'exécution d'un autre remaniement parcellaire. Toutefois, pour garantir une réalisation efficace des plans d'aménagement du territoire, il serait souhaitable d'exécuter un remembrement avec ce seul objectif. Cette méthode de remaniement parcellaire servirait surtout à accorder les intérêts des propriétaires aux buts des plans d'aménagement du territoire par une répartition de parcelles, respectant la garantie constitutionnelle de la propriété. Ce remaniement serait destiné à séparer les différents genres d'utilisation des terrains.

1. Zum Begriff der Landumlegung

Die Landumlegung ist die Neuauftteilung des Grund- eigentums und die Neuordnung weiterer Rechte an

Grundstücken innerhalb eines begrenzten Bereichs in einem öffentlich-rechtlichen Verfahren, wobei der Entzug von Eigentum grundsätzlich durch Realersatz ausgeglichen wird. Der rechtliche Bezugsrahmen bei der Entwicklung und Anwendung der Landumlegung ist im wesentlichen durch die Gewährleistung der verfassungsmässigen Eigentumsgarantie und Rechtsgleichheit gegeben.

Die unter Eigentumsgarantie stehenden Rechte sind jedoch nicht absolut geschützt. Eigentumsbeschränkungen sind möglich, wenn sie auf gesetzlicher Grundlage beruhen, im öffentlichen Interesse stehen – unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismässigkeit – und gegen Entschädigung erfolgen, sofern sie einer Enteignung gleichkommen 1). Die Landumlegung schränkt normalerweise den Bestand und die Verfügungsfreiheit über Grundstücke und damit verbundener Rechte innerhalb eines überblickbaren Zeitabschnittes ein 2). Die Bestandesgarantie bleibt dabei aber grundsätzlich gewährleistet. Demgegenüber ist bei der Expropriation lediglich der Vermögenswert garantiert. Die Landumlegung unterscheidet sich zusätzlich dadurch von der Enteignung, dass dem Grundeigentümer das Land in der Regel nicht zugunsten des Gemeinwesens entzogen wird, und dass der Grundeigentümer grundsätzlich Anspruch auf vollen Realersatz hat 3). Im komplexen Spiel der Landumlegung können zwar vereinzelt Expropriations- tatbestände auftreten wie Auskäufe, Minderzuteilungen, Landabzüge für öffentliche Anlagen, Verlust von baulichen und pflanzlichen Anlagen, Ablösung vermögenswerter Rechte sowie Schäden infolge verlängerten Umlegungsbannes 4). Solche Eingriffe in die Eigentumsrechte werden üblicherweise im Geldausgleich berücksichtigt.