



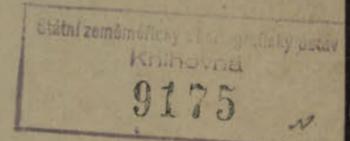
1. Jahrgang

Heft 2

# MITTEILUNGEN

des Chefs des  
Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

Juni 1942



Herausgegeben vom  
Oberkommando des Heeres, Generalstab des Heeres  
Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens  
Berlin

1423

GA2K

1717



## Von den Angehörigen der Truppen und Dienststellen des Chefs des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens starben für Führer und Vaterland:

- Kan. L u b b e, Lackierer, Signalbauer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben in Ausübung seines Dienstes am 16. 9. 39;
- Sold. B r e t s c h n e i d e r, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben am 29. 9. 39 infolge eines Unfalles als Meldefahrer;
- Gefr. H e r m e s, Dipl.-Ing., Truppführer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben an den Verletzungen eines Kfz.-Unfalles am 25. 3. 40;
- Kan. S o l t a u, Friseur, Kradfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben in Ausübung seines Dienstes am 19. 5. 40 in Polen;
- Kan. L a n d k a m m e r, Instr.-Täger in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben in Ausübung seines Dienstes am 7. 6. 40 in Frankreich;
- Gefr. B r e n n e i s, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 25. 6. 40 in Frankreich;
- Gefr. P ö h l i t z, Bankbeamter, Signalbauer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), tödl. verunglückt in Ausübung seines Dienstes am 3. 8. 40 in Frankreich;
- Gefr. H e l d, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), tödl. verunglückt in Ausübung seines Dienstes am 20. 8. 40 in Frankreich;
- Gefr. S t r u c k, Zimmerer, Kradmelder bei einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben in Ausübung seines Dienstes am 30. 8. 40 in Frankreich;
- Hptm. B ä h r, Verm.-Rat, Hauptmann b. St. in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), verstorben am 12. 10. 40 infolge eines Kfz.-Unfalles in Frankreich;
- Uffz. L u d a, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben an den Folgen einer Schussverletzung in der Heimat am 6. 12. 40;
- Uffz. R i e g e r, Schriftsetzer, Kartendrucker in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben durch Ertrinkungstod am 1. 3. 41 in Frankreich;
- Uffz. R u d o l p h, Bautechniker, Rechnungsführer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), durch Absturz tödlich verunglückt am 21. 3. 41 in Frankreich;
- San.-Fw. B ö h m, Elektrowerkm., San.-Uffz. in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), verstorben an Fleckfieber im Gen.-Gouvern. am 22. 4. 41;
- Gefr. E i s e n f e l l e r, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben am 15. 5. 41 durch Unfall in Griechenland;
- Gefr. D i t t r i c h, Offsetdrucker in einer Div.-Kart.-Stelle, gefallen am 25. 6. 41 in Russland;
- Lt. K l e i n o d, Landwirt, Führer einer Korpskartenstelle, gefallen am 26. 6. 41 in Russland;
- Gefr. N i e h a u s, Offsetdrucker, Drucker in einer Armeekartenstelle, gestorben in Ausübung seines Dienstes am 16. 7. 41 in Russland;
- Kan. K a t e r, Kraftfahrer in einer Korpskartenstelle, gefallen am 18. 7. 41 in Russland;
- Kan. K l a p p e r, Drucker in einer Korpskartenstelle, gestorben an den Folgen eines Kraftwagenunfalles am 6. 8. 41 in Russland;
- Gefr. B a r t s c h, Vermessungstechniker, Beobachter in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 9. 8. 41 in Russland;

Die Mitteilungen des Chefs des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens erscheinen in zwangloser Folge in jährlich etwa sechs Heften. Sie werden vom Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens übersandt, eine Veröffentlichung im Buchhandel erfolgt vorläufig nicht. Abdruck nur mit Genehmigung des

Kr.Kart.Verm.Chefs.

Beiträge sind zu richten an OKH./GenStdH./Kr.Kart.Verm.Chef, Berlin W 35, Lützowstraße 60

Uffz. Lindner, Verm.-Techn., Verm.-Truppführer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben an den Folgen einer Verwundung am 9. 8. 41 in Russland;

Gefr. Sievers, Elektriker bei einer Korpskartenstelle, gefallen am 30. 8. 41 in Russland;

Gefr. Jehle, Feinmech. in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 2. 10. 41 in Russland;

Gefr. Börner, Bauarbeiter, Instrumententräger in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), verstorben am 4. 10. 41 infolge eines Kfz.-Unfalles in Griechenland;

Gefr. Weger, Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 14. 11. 41 in Russland;

Ob.-Gefr. Peschel, Schriftsetzer, Zeichner bei einer Korpskartenstelle, gefallen am 17. 12. 41 in Russland;

Feldw. Braudhorst, Lithogr., Führer einer Div.-Kart.-Stelle, gefallen am 21. 12. 41 in Russland;

Gefr. Heyn, Maler, in einer Armeekartenstelle, gefallen am 31. 1. 42 in Russland;

Ob.-Gefr. Rabl, Kopierer in einer Armeekartenstelle, tödl. verunglückt in Ausübung seines Dienstes am 12. 2. 42 in Russland;

Uffz. Suck, Verm.-Ass., in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gestorben an den Folgen einer Verwundung am 19. 2. 42 in Russland;

Ob.-Gefr. Pehl, Steindrucker in einer Div.-Kartenstelle, gefallen am 24. 2. 42 in Russland;

Gefr. Stellmacher, Zimmermann, bei einer Armeekartenstelle, gefallen am 26. 2. 42 in Russland;

Gefr. Gebert, Steindrucker, Opalogr. in einer Div.-Kart.-Stelle, gefallen am 27. 2. 42 in Russland;

Uffz. Grüb, Elektrom. in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 3. 3. 42 in Russland;

Uffz. Gottschalk, Drogist, Photograph in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), gefallen am 13. 3. 42 in Russland;

Ob.-Gefr. Klamm, Kraftfahrer in einer Div.-Kart.-St., gefallen am 19. 3. 42 in Russland;

Gefr. Schmidt, Bühnenmaler, bei einer Div.-Kartenstelle, gefallen am 19. 3. 42 in Russland;

Wachtm. Maroske, Katastertechniker, Verm.-Truppführer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), verunglückt in Ausübung seines Dienstes am 27. 3. 42 in Frankreich.

### Als Vermisste wurden gemeldet:

Gefr. Balzer, Hilfsdrucker, bei einer Korpskartenstelle, seit 13. 1. 42 in Russland;

Kan. Braig, Landwirt, Kraftfahrer bei einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), seit 27. 8. 41 in Russland;

Gefr. Herrmann, Bankkaufm., Kraftfahrer in einer Verm.- u. Kart.-Abt. (mot), seit 27. 8. 41 in Russland;

Gefr. Harbich, Lithograph, Zeichner bei einer Korpskartenstelle, seit 19. 12. 41 in Russland;

Gefr. Näcke, Feinmechaniker, Zeichner bei einer Div.-Kartenstelle, seit 19. 12. 41 in Russland;

Gefr. Scheba, Lithograph, Zeichner bei einer Div.-Kartenstelle, seit 19. 12. 41 in Russland;

Gefr. Trncak, Graveur, Drucker bei einer Div.-Kartenstelle, seit 19. 12. 41 in Russland;

Uffz. Wien, Buch- u. Steindrucker, Drucker bei einer Div.-Kartenstelle, seit 19. 12. 41 in Russland;

Gefr. Petermann, Zeichner bei einer Korpskartenstelle, seit 30. 12. 41 in Russland;

Gefr. Zettler, Kraftfahrer bei einer Korpskartenstelle, seit 30. 12. 41 in Russland.

## Die Erforschung und Nutzbarmachung des geodätischen Materials der UdSSR.

Von Oberst (Ing.) Grobler, OKH., GenStdH., Abt. für Kriegs-Karten- und Vermessungswesen (III).

### Einleitung.

Zu Beginn des Krieges (1939), insbesondere in der Zeit vor dem franz. Feldzuge, lag der Schwerpunkt der Heeresvermessung für den Einsatz in einer möglichst weitgehenden Verdichtung des eigenen Festpunktfeldes für die Bedürfnisse der Artillerie zur Verteidigung der Reichsgrenzen und in der Schaffung von Abzweigungspunkten für taktische Gegenstöße im Grenzkampf sowie in der Aufstellung von Angleichungsformeln, um fremdländische Koordinaten umzuformen und in das eigene Vermessungs- und Koordinatensystem einzurechnen. Die Ergebnisse der fremdstaatlichen Vermessung waren geheim und konnten auch, soweit sie bekannt wurden, nicht ohne weiteres verwendet werden. Das Tempo des Vormarsches liess in Frankreich ebenso wie schon vorher in Polen und später in Jugoslawien und Griechenland ein Vortreiben der eigenen Netze und des eigenen Vermessungssystems nicht zu, verlangte vielmehr eine weitgehende und sofortige Verwendung von Beute-Koordinaten und Anschluss der Arbeiten der Heeres- und Truppenvermessung an Punkte der jeweiligen fremdländischen Landesvermessung. Hierzu wurde die Truppe fortlaufend mit umgearbeiteten Beute-Koordinaten-Verzeichnissen ausgestattet und auf die Art der üblichen Punktfestlegung (Vermarkung der Dreieckspunkte) hingewiesen; die inzwischen erbeutete einschlägige Fachliteratur und Vorschriften wurden übersetzt, den Vermessungstruppen zugeleitet und Richtlinien aufgestellt, so dass die Arbeiten der Vermessungs- und Kartenabteilungen innerhalb des jeweiligen Landessystems ausgeführt werden konnten.

In ähnlicher Weise wurden auch kurz vor Beginn des russischen Feldzuges die Triangulation entlang der Demarkationslinie unter weitgehender Benutzung des polnischen Vermessungsmaterials verdichtet und geeignete Punkte in dem von den Sowjets besetzten Gebiet des ehem. Polen durch Anschneiden in das polnische Netz einbezogen, sowie die ehemals polnischen Triangulationen in diesen Gebieten umgeformt. In kürzester Zeit musste die Truppe mit Koordinatenverzeichnissen ausgestattet werden, die sich im wesentlichen auf die ehemalige polnische Triangulation aufbauten, im übrigen aber auf die angrenzenden jeweiligen Landessysteme stützten. Auf diese Weise konnte natürlich nur ein verhältnismässig schmaler Grenzstreifen der gewaltigen neuen Front und infolge der Kürze

der Zeit nur in Anlehnung an die angrenzenden Landessysteme — also keineswegs einheitlich — bearbeitet werden.

Durch den überwältigenden Vormarsch unserer Armeen wurde dieser Grenzstreifen bald durchschritten und bei der Tiefe und Ausdehnung der neu besetzten Gebiete war an ein Vortreiben der vorbereiteten Netze nicht mehr zu denken. Damit erwuchs — ähnlich wie schon vorher in den anderen Operationsgebieten — die Aufgabe, das von den Sowjets selbst vorbereitete Triangulationsnetz und die zugehörigen Koordinatenverzeichnisse zu erfassen, zu überarbeiten und der eigenen Truppe zur Verfügung zu stellen.

Während man nun bei den übrigen europäischen Ländern durch ausreichende internationale Literatur die Systeme und die Güte der vorliegenden Triangulationen einigermaßen richtig beurteilen konnte, fehlte für die Beurteilung der Triangulationen der Sowjets jeder Masstab. Wohl waren für die Zeit bis 1936 in den Veröffentlichungen der Baltischen Geodätischen Kommission und durch Uebersetzungen russischer Aufsätze, insbesondere aus der sowjetischen Zeitschrift „Der Geodät“, die Grundlagen und gewaltigen Pläne der sowjetischen Triangulation teilweise bekannt geworden, aber man konnte sich keinesfalls ein richtiges Bild über den Ausbau der Folgetriangulationen und die Zusammenfassung und Uebersarbeitung der alten russischen Triangulationen machen. Mit Rücksicht hierauf musste zunächst die Erfassung und Verwertung der sowjetischen Triangulationen dem Geschick der Beutestäbe und dem fachtechnischen und soldatischen Können der Vermessungs- und Kartenabteilungen überlassen werden. Der Erfassung und Verwertung der sowjetischen Triangulation kam dabei die gute Vermarkung und die umfangreiche Signalisierung (Hochbauten) der russischen trigonometrischen Punkte zustatten. Dies traf insbesondere für die von den Sowjets seinerzeit besetzten ehem. polnischen Gebiete, dann für die Baltischen Staaten und Bessarabien zu. In diesen Gebieten hatten die Sowjets in aller Eile und mit einem gewaltigen Aufwand die bestehenden Landestriangulationen ergänzt und einen geodätischen Zusammenschluss mit dem eigenen Triangulationssystem herbeigeführt, oder zumindest einen solchen Zusammenschluss vorbereitet.

Durch eine hervorragende Zusammenarbeit der Dienststellen der Heeresvermessung, durch den Einsatz von Beutestäben sowie durch die verständnisvolle Mitarbeit vieler anderer militärischer Dienststellen gelangte das vermessungstechnische Beutematerial sehr schnell an das OKH, das eine sofortige und planmässige Auswertung und Umarbeitung des Materials für den Truppeneinsatz durchführte.

Darüber hinaus führte diese Auswertung nach zahlreichen schwierigen Uebersetzungsarbeiten zu unmittelbarer wissenschaftlicher Erforschung der sowjetrussischen Berechnungs- und Vermessungsmethoden, sowie zu einem eingehenden Studium des Aufbaus der sowjetrussischen Vermessungssysteme und Forschung. Damit konnten auch die Ergebnisse dieser Forschung, die mit gewaltigen staatlichen Mitteln im Rahmen der allgemeinen wirtschaftlichen und militärischen

Rüstung durchgeführt wurden, zum grössten Teil sichergestellt werden. Hierbei wurde auch festgestellt, in welcher skrupellosen Weise schon in Friedenszeiten die Sowjets internationales wissenschaftliches Schriftgut der eigenen Literatur einverleibten. Andererseits muss aber auch anerkannt werden, mit welchem sachverständigem Geschick die Sowjets ausländische geodätische Berechnungs- und Messungsverfahren studiert und für ihre speziellen Zwecke, insbesondere für die Grossraumvermessung nutzbar gemacht hatten. Im Laufe der Erfassung und Sichtung des geodätischen Beutematerials konnten umfangreiche Unterlagen für die Stadtvermessungen, Industrieunternehmen, Bergwerksunternehmen, Kolchonen usw. sichergestellt werden. Diese Unterlagen werden in der Folgezeit für die wirtschaftliche und verkehrstechnische Erschliessung, für die Aufstellung von Planungsunterlagen sowie für den landwirtschaftlichen Aufbau von grossem Wert sein.

## I.

### Die vermessungstechnischen Vorbereitungen im Ostraum vor dem russischen Feldzug.

Nachdem bereits nach Abschluss des französischen Feldzuges die Vorbereitungen der Sowjets für einen Angriff gegen Deutschland immer offenkundiger wurden, war man 1941 gezwungen, sich eingehender mit den Karten- und Vermessungsgrundlagen im Ostraum zu beschäftigen. Zunächst wurde die Bearbeitung des „Vademecum Ost“, einer Truppenanweisung für den Gebrauch der Karten und Festpunktverzeichnisse im Ostraum, begonnen. Da die Herausgabe des Vademecum Ost eine bestimmte Zeit beanspruchte, mussten die Stäbe und Dienststellen über die bestehenden und neu zu schaffenden Vermessungsgrundlagen und Karten auf anderem Wege (durch Vermessungs- und Kartenbriefe) möglichst rasch unterrichtet werden. Es ist dies ein Beweis dafür, wie wenig bei uns seinerzeit der Ostraum vermessungstechnisch erforscht werden konnte und wie erst im Laufe des Krieges unsere Kenntnisse über die Karten- und Vermessungsunterlagen der UdSSR erweitert wurden. Die deutsche Kartenrüstung war im Frieden nur auf die Landesverteidigung eingestellt, also rein defensiv. Sie steht damit in einem bemerkenswerten Gegensatz zu der offensiven Kartenrüstung der Feindstaaten, die schon lange vor dem Krieg Kartenwerke für ganz Deutschland bearbeiteten und fertige Truppenausstattungen bereitlegten.

In den im Ostraum nach dem Weltkrieg entstandenen Staaten waren verschiedene neue Landesvermessungssysteme geschaffen worden bzw. noch in der Entwicklung begriffen. Hierdurch ergaben sich im gesamten Ostraum für die Auswertung der Vermessungsunterlagen und Karten besonders schwierige Verhältnisse.

Infolge der Mängel und Lücken der Vermessungsunterlagen und grossmasstäblichen Kartenwerke war es unmöglich, in absehbarer Zeit ein einheitliches Festpunktfeld oder auch nur eine einheitliche Schiesskarte zu schaffen. Der Truppe konnten hiernach zunächst lediglich kurze Angaben über die Vermessungsgrundlagen für das Memelland, Ostpreussen, Suwalki, Zichenau und das Generalgouvernement ausgegeben werden. An vermessungstechnischen Unterlagen waren vom Memelland nur Koordinaten-Karteblätter vorhanden, Festpunktbeschreibungen fehlten, eine örtliche Prüfung der Festpunkte war noch nicht durchgeführt. Sogar für Ostpreussen fehlten teilweise Ende 1940 noch Festpunktbeschreibungen. Für Suwalki und Zichenau waren die Koordinatenberechnungen erst angelaufen. Auch im Generalgouvernement waren erst die Feldarbeiten aufgenommen worden, um die unvollendeten polnischen Triangulationen zusammenzufassen und zu ergänzen. Von den baltischen Staaten waren keinerlei praktisch brauchbare Unterlagen bekannt. Ebenso waren vom altrussischen Gebiet keinerlei verwendbare Vermessungsunterlagen vorhanden. Die Bearbeitung der ehemaligen polnischen Unterlagen konnte im Frühjahr 1941 abgeschlossen werden. Jedoch war die Bearbeitung einheitlicher Koordinaten für den Truppeneinsatz für das gesamte polnische Gebiet nicht möglich, weil die Karten der Truppenausstattung entsprechend den polnischen Originalkarten noch auf den alten Triangulationsergebnissen beruhten. Eine Neubearbeitung des Blattschnitts und des Kartengitters verbot sich daher aus taktischen Gründen von selbst. Es wurde deshalb die neue polnische Triangulation

(System Borowa Gora, quasi-stereographische Abbildung) des polnischen militärgeographischen Instituts für die Truppen-Koordinatenverzeichnisse in das alte Kartengitter umgerechnet und in dieses auch zahlreiche polnische Lokalnetze eingerechnet. Auf diese Weise erhielt die Truppe für die Gebiete längs der Demarkationslinie Koordinatenverzeichnisse, deren Koordinaten der Kartenausstattung entsprachen.

Immer noch fehlten aber grösstenteils Unterlagen für die baltischen Staaten und gänzlich für das altrussische Gebiet. So musste im Vorwort des inzwischen als Ratgeber in Karten- und Vermessungsfragen für die Ost- und Südostgebiete an die Truppe ausgegebenen Vademecum Ost festgestellt werden, dass Karten 1 : 25 000 und Festpunktverzeichnisse im gesamten Ost- und Südostraum kaum vorhanden oder nur als Behelf hergestellt sind und dass eine Vereinheitlichung der geodätischen Unterlagen vorerst nicht möglich ist.

## II.

### Die Auswertung des geodätischen Beutematerials während des russischen Feldzuges.

#### a) Die wissenschaftliche Erforschung der Grundlagen und des Aufbaus der russischen Vermessung.

Für die richtige Beurteilung und für die Verwertung der Beutekoordinaten für den Truppeneinsatz war eine eingehende Untersuchung der sowjetischen Triangulationsgrundlagen notwendig. Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde im Dezember 1941 in einer Arbeit von Leutnant Dr. M. Kneissl, „Die grundlegenden russischen Triangulationen“ dargestellt. Diese Arbeit, die anschliessend veröffentlicht ist, gibt einen Ueberblick über die historische Entwicklung der russischen Triangulationen von 1816 bis heute. Sie zeigt auch den organisatorischen Aufbau des alten und neuen russischen Vermessungswesens und behandelt besonders den Aufbau der neuen Triangulation der Sowjets.

Die alte russische Triangulation wurde 1816 unter Leitung des Obersten Tenner begonnen und von dem 1822 gegründeten Militärtopographischen Korps durchgeführt. Bis 1860 waren rd. zwei Drittel des europäischen Russlands bearbeitet. Die Triangulierung wurde in Form von einfachen Ketten durchgeführt. Da diese Triangulationen seinerzeit keineswegs auf einheitliche geodätische Grundlagen abgestellt waren, wurde nach verschiedenen Anläufen ab 1880 versucht, eine planmässige, auf einheitliche Grundlagen aufgebaute Triangulation des westlichen europäischen Russlands durchzuführen. Unter der Leitung des Generals Scharnhorst wurden im Laufe von 10 Jahren (1897—1907) alle Dreiecksketten I. O. und II. O. neu ausgeglichen und ihre Punkte neu koordiniert. Die Scharnhorstsche Arbeit, deren praktischer Wert

Für Russland wurde festgestellt, dass die Aufstellung von Festpunktverzeichnissen nicht möglich ist, weil noch keine Unterlagen hierfür vorhanden sind. Als einzige Unterlage konnte der Truppe in dem inzwischen ebenfalls herausgegebenen Planheft Russland nur eine Zusammenstellung der geodätischen Grundlagen — allerdings ohne besonderen Hinweis auf vorhandene Triangulationen — für die alten und neuen russischen Kartenwerke sowie diejenigen für die an Russland 1939—1941 angegliederten Gebiete (Karelien, Estland, Lettland, Litauen, Polen, Bessarabien) an die Hand gegeben werden. Erst im September 1941 stand umfangreiches geodätisches Material der UdSSR in Form von Originalkoordinatenverzeichnissen und Netzübersichten zur Verfügung, das im Zuge der Kampfhandlungen erbeutet worden war. Zu dieser Zeit setzte sprunghaft die Auswertung des geodätischen Beutematerials ein, das sofort der Truppe zugeleitet werden konnte.

sehr bescheiden war, konnte jedoch keine brauchbaren Unterlagen für die Folgearbeiten liefern, so dass mit Rücksicht auf die Mängel der alten russischen Triangulation die Militärtopographische Verwaltung im Jahre 1909 einen Plan für eine vollständig neue Triangulation bearbeitete. Diese Triangulation wurde 1910 begonnen und als „Neueste Triangulation“ oder auch als „Triangulation vom Jahre 1910“ bezeichnet, der ein einheitliches Ellipsoid mit den Besselschen Ausmassen zugrunde liegt; für die Koordinierung wurden die astronomisch bestimmten Koordinaten des astronomischen Observatoriums in Pulkowo als Ausgangswerte gewählt. Die von den Sowjets durchgeführten Triangulationen bilden die Fortsetzung des Planes der neuen Triangulation von 1910.

Die Ergebnisse der alten Vermessung wurden seit 1837 in über 70 Bänden „Sapiski“ des Mojenno-topographischen Depots St. Petersburg veröffentlicht. Die Ergebnisse der Scharnhorstschen Arbeit umfassen 23 Bände mit rd. 8500 Seiten. Ein Koordinatenverzeichnis der Punkte I. O. wurde 1927 veröffentlicht und liegt beim OKH vor. Die Ausgleichung eines Teiles der neuen Triangulation (Polygone westlich des Meridians Pulkowo—Nikolajew) wurde 1924 als Beilage 6 zu Sapiski Bd. LXXIII veröffentlicht und wird beim OKH deutsch bearbeitet.

Die Erforschung der russischen Triangulation zeigte, dass die alte russische Triangulation nur in Ausnahmefällen für die Truppe verwendet werden kann, nämlich dann, wenn es sich lediglich darum handelt, auf einige wenige alte Hauptpunkte örtlich begrenzte Folgenetze auf-

zubauen. In Gebieten, in denen eine einheitliche Neutriangulation vorliegt, dürfen ältere Koordinaten im allgemeinen nicht mehr verwendet werden. Da die Scharnhorstischen Koordinaten nur für Punkte I. O. gerechnet wurden und zudem die meisten Punkte in der Natur nicht mehr einwandfrei identifiziert werden konnten, waren sie für den Truppeneinsatz unbrauchbar und wurden daher auch nicht verwendet. Es blieb daher die Auswertung der Beutekoordinatenverzeichnisse im wesentlichen auf die neue russische Triangulation beschränkt.

Die neue russische Triangulation wird durch die Meridiankette Pulkowo—Nikolajew in zwei der Entwicklung nach verschiedene Teile getrennt. Ostwärts dieser Meridiankette sollte die gesamte Triangulation neu aufgebaut werden. Im Gebiet westlich dieser Kette wurden wegen der Verbindung mit den europäischen Staaten die bereits bestehenden Systeme allmählich in das Einheitssystem eingerechnet und dieses Gebiet auf diese Weise vollständig mit einheitlichen Koordinaten überarbeitet. Da für diese Arbeiten vor allem militärische Gesichtspunkte, insbesondere die Forderung nach Schiessgrundlagen für die Artillerie den Anstoss gaben, haben die Sowjets diese Arbeit weit nach Westen vorgetrieben und insbesondere das polnische Gebiet, die baltischen und südosteuropäischen Staaten in die Bearbeitung einbezogen. Die Tendenz dieser Arbeiten zeigt das Vorwort eines erbeuteten Katalogs, der lettische Koordinaten im russischen System enthält und 1934 angefertigt wurde. Hierin heisst es: „Zur Zeit befindet sich der staatliche Triangulierungsdienst in einer Periode der Reorganisation, für die von der Militärtopographischen Verwaltung umfangreiche Feld- und Berechnungsarbeiten durchgeführt werden. Zunächst besteht die Aufgabe, den ganzen Grenzstreifen mit einem Netz von Festpunkten (Punktdichte 1 Punkt auf 18—20 qkm) zu überziehen. Bei einer solchen Punktdichte wird das Korps beim Angriff an jeder beliebigen Stelle wenigstens einen Ausgangspunkt für die Entwicklung von Grundnetzen für die topographische Vorbereitung des artilleristischen Schiessens zur Verfügung haben“. Eindeutig geht hieraus hervor, dass die Sowjets bei diesen Arbeiten das Hauptgewicht darauf legten, möglichst schnell einheitliche Koordinaten für artilleristische Zwecke zu bekommen. Hierbei nahmen sie — ganz mit Recht — einige Meter Spannungen zwischen einzelnen Teilnetzen ohne weiteres in Kauf. Wie aus dem Schlusssatz des o. a. Vorwortes hervorgeht, waren sie sich dabei vollkommen darüber klar, dass die Punkte des provisorischen Katalogs nicht als Grundlage für die Entwicklung von Landestriangulationen dienen können, sondern nur zur Entwicklung örtlicher Netze für die Zwecke des artilleristischen Schiessens geeignet sind.

Bis zum 1. 9. 1941 waren Koordinatenverzeichnisse erbeutet, die das Gebiet um Leningrad, Estland, Teile von Lettland und Litauen

und entlang der alten russischen Grenze bis nach Süden an den Dnjestr einen Streifen in einer Tiefe von rund 150 km umfassten. Diese Koordinatenverzeichnisse bedeckten damit den Raum der sowjetischen Befestigungsanlagen (Stalin-Linie) vollständig. Mit Einschluss der für den Truppeneinsatz umgeformten polnischen Triangulation und der rumänischen Triangulation in Bessarabien standen damit der deutschen Heeres- und Truppenvermessung etwa bis zum 30. Längengrad ostwärts Greenwich Festpunkte und Koordinaten zur Verfügung, die allerdings den verschiedensten Systemen und Projektionen angehörten.

Die enge Anlehnung des neuen russischen Systems an das deutsche System erleichterte wesentlich die Uebernahme der russischen Vermessungsergebnisse und ihre Verwendung durch die deutsche Heeres- und Truppenvermessung.

Die Sowjets hatten geographische Koordinaten für das Besselsche Ellipsoid und in enger Anlehnung an das deutsche Gauss-Krüger-Meridionalstreifen-System Gauss-Krüger-Koordinaten für 3° und 6° breite Streifen berechnet, wobei das 6°-Streifen-System ausschliesslich auf den Truppeneinsatz abgestellt war. Das russische 6°-Streifen-System entspricht dem „Deutschen Heeresgitter“. Die Russen hatten ausserdem weitgehend die deutschen Beobachtungsverfahren übernommen und im wesentlichen auch die hierbei vorgeschriebenen Genauigkeitsgrenzen — mit kleinen und ganz vernünftigen Abstrichen, die durch die Grösse des Raumes bedingt sind — eingehalten. Besonders vorteilhaft für die Uebernahme der russischen Vermessungsunterlagen war aber vor allem der Umstand, dass die Sowjets auch weitgehend die deutschen Rechenverfahren und die zugehörigen Tafelwerke kopiert und den besonderen Verhältnissen entsprechend erweitert und fortentwickelt hatten. Dadurch war es den deutschen Vermessungstruppen möglich, wie weiter unten noch aufgezeigt wird, die sowjetischen Rechentafeln unmittelbar zu verwenden.

**Infolge des schnellen Vormarsches unserer Truppen und wegen der ungeheueren Ausdehnung des besetzten Raumes war eine deutsche Bearbeitung der erbeuteten russischen Koordinatenverzeichnisse — mit Ausnahme der Verzeichnisse I. O. — im allgemeinen nicht möglich, aber auch nicht erforderlich. In bestimmten Gebieten, z. B. bei der Einkreisungsfront von Leningrad und überall dort, wo sich der sowjetische Widerstand versteifte, verwendeten die deutschen Vermessungseinheiten mit bestem Erfolg die erbeuteten Original-Koordinatenverzeichnisse.**

In den Gebieten ostwärts der Meridiankette Pulkowo—Nikolajew werden sich vorbereitende Arbeiten immer mehr auf die Grossraumvermessung abstellen; mit Rücksicht auf die Raumausdehnung werden hier vornehmlich die Ergebnisse der Triangulation I. O.

interessieren. Eine deutsche Bearbeitung der einschlägigen russischen Werke von Krassowsky und Urmajew wird unter dem Titel „Die Ausgleichung der Triangulation I. O. in der UdSSR“ von Lt. Dr. Kneissl demnächst in diesen Mitteilungen veröffentlicht.

#### b) Die Auswertung des Beutematerials.

Um das Beutematerial für Führung und Truppe nutzbar zu machen, wurde eine Reihe von Druckvorschriften und Veröffentlichungen durch das OKH, Abteilung für Kriegskarten- und Vermessungswesen (III) deutsch bearbeitet. Neben der bereits erwähnten Ausgleichung der Polygone westlich des Meridians Pulkowo—Nikolajew (Beilage 6 zu Sapiski Bd. LXXIII, 1924) wurden von den neuen Triangulationen der Sowjets noch zwei weitere Kataloge bekannt, deutsch bearbeitet und nachgedruckt und der Führung und Truppe zur Verfügung gestellt:

1. Der vom Volkskommissariat der Schwerindustrie der UdSSR, geologische-hydrologische-geodätische Hauptverwaltung, Geodätisches Nachweisbüro der Gesamtunion, Redaktionsstab, als Manuskript nachgedruckte

#### Vorläufige Katalog der Triangulationspunkte I. Ordnung

bestimmt im Gebiet des europäischen Teiles der UdSSR von der Geodätischen Hauptverwaltung des Volkskommissariates der Schwerindustrie und der Militärtopographischen Verwaltung der Roten Arbeiter- und Bauernarmee. Besselsches Ellipsoid. Die Zusammenstellung des Katalogs erfolgte unter Leitung des Leiters des Rechenbüros des Produktionstechnischen Sektors der früheren Geodätischen Hauptverwaltung Ing. A. W. Wirowetz und unter Teilnahme der Ing. Geodäten: D. A. Larin, S. I. Jurow, B. W. Glagolew, W. W. Dmitriew, A. A. Ptschelina und A. J. Mitina. Verlegt wurde dieser Katalog vom Vereinigten wissenschaftlich-technischen Verlag des Volkskommissariats für Schwerindustrie der UdSSR. Hauptredaktion der Literatur für geologische Erkundungen und Geodäsie; Moskau, Leningrad, 1935.

2. Der vom NKWD, SSSR, Hauptverwaltung der Landesaufnahme und Kartographie herausgegebene

#### Katalog der trigonometrischen Punkte I. Ordnung für das Gebiet der SSSR

1. Nachtrag: Ellipsoid Bessel, Moskau 1937. Ausgabe GUGSK, NKWD, SSSR.

Der erste Katalog enthält Arbeitsergebnisse über die Triangulation I. Ordnung, die im europäischen Teil und im Ural von der Militärtopographischen Verwaltung (UWT) und der ehem. Obersten Geodätischen Verwaltung (GGU) ausgeführt worden sind. Er enthält weiter auch die Angaben über die Zeit der Ausführung der Feldarbeiten und die Dienststellen, welche die Arbeiten ausgeführt haben. Insgesamt sind in dem Katalog für den europäischen Teil der Union

703 Triangulationspunkte I. O. aufgenommen. Die auf das „Ural-Polygon“ bezüglichen Ergebnisse sind besonders aufgeführt. Die auf die Ausgleichungsrechnungen und die Zusammenstellung des Katalogs bezüglichen Arbeiten sind vom Rechenbüro des Sektors der GGU für technische Erzeugung ausgeführt und im Jahre 1932 zum Abschluss gebracht. Aufgabe des Katalogs war die Versorgung geodätischer Dienststellen mit Ausgangswerten. In dem Vorwort des Katalogs sind besondere Angaben über die Basisnetze und die Teilstücke der Dreiecksketten, über Feld- und Rechenarbeiten, die astronomischen Bestimmungen, Basismessungen, die Winkelmessung, über die Ausgleichung der Basisnetze und Teilstücke der Dreiecksketten zusammengestellt. Bemerkenswert sind noch die Angaben über die Festlegung der geodätischen Ausgangselemente und die Ausgleichung der Polygone, über die Festlegung der Knotennetze und die endgültige Ausgleichung der Dreiecksketten. Die in dem Katalog enthaltenen Bearbeitungsergebnisse der Triangulation sind nach Dreiecksketten geordnet, wobei jede Kette mit einer Nummer bezeichnet ist. Die Numerierung der Punkte und Dreiecke beginnt mit Pulkowo.

Der Katalog enthält:

- ein Verzeichnis der geodätischen und rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten (für die 6°-Zone),
- ein Verzeichnis der Gauss-Krüger-Koordinaten für die 3°-Zone,
- ein Verzeichnis der ausgeglichenen sphärischen Dreiecke und
- ein alphabetisches Sachregister.

In den drei Verzeichnissen ist das Material nach Dreiecksketten geordnet. Diese Ketten sind in ihre Teilstücke zerlegt, einschliesslich der entsprechenden Basisnetze.

Der 1. Nachtrag zum Katalog der trigonometrischen Punkte I. O. von Russland ist von der GGU im Jahre 1934 herausgegeben (ONTJ 1934). Er enthält die Bearbeitungsergebnisse der in ihrem wesentlichsten Teil im Gebiet Westsibiriens und des Kasachstan angelegten Triangulation I. O. Das Vorwort des Nachtrages enthält wieder allgemeine Angaben über die geodätischen Daten der Triangulation I. O., über die Bezeichnung der Basisnetze, der Meridionalketten und der Ketten längs der Parallelkreise und eine kurze Beschreibung der bei den Feld- und Rechenarbeiten angewandten Methoden. Der Inhalt des 1. Nachtrages gliedert sich in folgende Verzeichnisse:

- Rechtwinklige Gauss-Krüger-Koordinaten im System der 6°-Streifen,
- Rechtwinklige Gauss-Krüger-Koordinaten im System der 3°-Streifen,
- Geodätische Koordinaten,
- Sphärische Dreiecke,
- Richtungswinkel und Azimute nach örtlichen Objekten und nach Azimutpunkten, die von der Erde aus sichtbar sind,
- Alphabetisches Verzeichnis.

3. Zur Orientierung über die Art der Festlegung und die Vermarkung der Festpunkte in der Sowjetunion wurde die *Vorschrift der Sowjets* über die Lage- und Höhenfestpunkte des staatl. geodätischen Fundamentalnetzes der UdSSR deutsch bearbeitet und nachgedruckt:

**Lage- und Höhenfestpunkte des staatlichen geodätischen Fundamentalnetzes der UdSSR.**

Genehmigt vom Vorstand der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR und vom Chef der Militärtopographischen Verwaltung des Generalstabs der Roten Armee. Verbindlich für alle Aemter und Behörden der UdSSR. Verlag für geodätische und kartographische Literatur der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR. Moskau 1941.

Diese Vorschriften sind verbindlich für alle Aemter und Behörden der UdSSR und bilden die Grundlage für eine dauerhafte und einheitliche Festlegung der trigonometrischen und Höhenfestpunkte im Gelände. Sie berücksichtigen daher alle auftretenden klimatischen und geologischen Verhältnisse und behandeln in einzelnen Kapiteln die Vermarkung der Festpunkte in Gegenden mit einer Frosttiefe bis 1,7 m, solchen mit grösserer Frosttiefe oder dauernder Vereisung, Flugsandgebiete oder Felsen.

Ein besonderer Abschnitt ist über die Vermarkung von Basispunkten der Triangulierung I. und II. O. geschrieben.

Mit der Erforschung der Grundlagen der neuen russischen Triangulierung und der Erfassung der für das Gebiet westlich des Meridianbogens Pulkowo—Nikolajew von den Sowjets für den artilleristischen Einsatz vorbereiteten Kataloge und den beiden Katalogen I. O. sowie der Vorschrift über die Festlegung und Vermarkung der Festpunkte im Gelände war zunächst der Anschluss der deutschen Kriegsvermessung an die neue sowjetische Triangulation sichergestellt. Der möglichen Durchdringung der russischen Vermessungsarbeiten aber dienen die weiteren Bearbeitungen und Nachdrucke einer Reihe weiterer Vorschriften und Tafelwerke, die von der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR und an Instituten herausgegeben wurden.

**4. Die Grundlagen für den Aufbau des staatlichen geodätischen Grundnetzes in der UdSSR.**

Verlag der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR, Moskau 1939.

5. W. W. Krawrajskij. Tabellen der rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten zur Eintragung von Gitternetzen in topographische Karten. Moskau, Leningrad, 1938, mit Erläuterungen als Anlage.

6. W. Kagan. Tabellen für nicht-logarithmische Berechnung der Gauss-Krüger-Koordinaten.

nat. Anleitung, Formeln und Nomogramme für die Berechnung mit der Rechenmaschine. Veröffentlichung der „Geologisch-Hydrogeodätischen Hauptverwaltung NKTP der SSSR“, Moskau 1934.

7. Astronomisches Institut. B. Numerow: **Tabellen zur Berechnung geographischer und rechtwinkliger Gauss-Krüger-Koordinaten für Breiten von 36° bis 72° mit einer Genauigkeit bis 0,1 Meter und 0",01** (für Arbeiten mit der Rechenmaschine). Besselsches Ellipsoid. Ausgabe des Astronomischen Instituts, Leningrad 1933.

8. a) Verwaltung der Militär-Topographen der Armee: **Tafeln zur Umrechnung der rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten aus 3°- in 6°-Streifen mit Hilfe der Zusatzglieder  $\Delta x$  und  $\Delta y$ .** Ellipsoid Bessel. Zusammengestellt vom Staatl. Astronomischen Institut.

**Teil I**

von  $x = 3\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 36^\circ$ )  
bis  $x = 4\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 44^\circ$ )

1. Auflage. Herausgeber: Abteilung des Volkskommissariats für Verteidigung. Leningrad 1934, Moskau.

**Teil II**

von  $x = 4\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 44^\circ$ )  
bis  $x = 6\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 62^\circ$ )

8. b)

**Teil III**

von  $x = 6\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 62^\circ$ )  
bis  $x = 7\,900\,000$  m ( $\varphi \approx 72^\circ$ )

Die Tafeln von W. W. Krawrajskij enthalten Blatteckenwerte in rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten und Erläuterungen zur Eintragung von Gitternetzen in topographische Karten.

Die Kagan-Tabellen enthalten eine Anleitung, Formeln, Tafeln und Nomogramme für die Berechnung der rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten und der Meridiankonvergenz aus den geographischen Koordinaten und für die Gegenrechnung sowie Formeln, Tafeln und Beispiele für die Einrechnung örtlicher Systeme in das Gauss-Krüger-System, für den Uebergang von Soldnerkoordinaten zu Gauss-Krüger-Koordinaten, für die Uebertragung der Entfernungen vom Ellipsoid auf die Ebene und zur Bestimmung der Richtungsreduktionen beim Uebergang vom Ellipsoid auf die Ebene. Die Formeln selbst sind der deutschen geodätischen Literatur entlehnt und auf die Maschinenrechnung abgestellt.

Die Tabellen zur Berechnung geographischer und Gauss-Krüger-Koordinaten von Numerow enthalten ein ausführliches Vorwort mit Rechenbeispielen. Bei der Anordnung der Tabellen ist nicht die Funktionsänderung von 60", d. h. die Differenz zwischen einem Wert und dem darauffolgenden, sondern für 100" angegeben, wodurch die Interpolation wesentlich erleichtert wird. Die Grundformeln hat Numerow von Jordan entlehnt und lediglich für die Maschinenrechnung umgeformt.

Die Formeln für die Rückrechnung weichen von den von Jordan gegebenen etwas ab. Diese Tafeln geben die Koordinaten auf 0,1 m und 0,01" genau, was für alle praktischen Zwecke ausreicht. Durch die Genauigkeitsbeschränkung ergibt sich ein erheblicher Zeitgewinn. Der Zeitaufwand für die Umrechnung von geographischen Koordinaten in Gauss-Krüger-Koordinaten beträgt für einen Punkt nur etwa 3—5 Minuten.

Mit der Einführung der ebenen, rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten in Russland im 2-Streifensystem in der Ausdehnung von 6° und 3° in der Länge wurde es notwendig, Koordinaten aus einem Systemstreifen in den anderen zu übertragen.

Hierbei handelt es sich um zweierlei:

1. Um die Uebertragung aus dem System der 3°-Streifen in das System der 6°-Streifen und
2. beim Zusammenstoss zweier Streifen um die Uebertragung aus einem 6°-Streifen in einen benachbarten 6°-Streifen bei 30' Ueberlappung.

Im Jahre 1932 wurde vom wissenschaftlichen technischen Ausschuss der UdSSR die Möglichkeit der Uebertragung von Koordinaten mit Spezialtabellen geprüft, die die Berechnung beschleunigen sollten. Dazu wurden Vorschläge des Ingenieur-Geodäten A. K. Zwetkow und des Prof. P. A. Godorowitsch benutzt. 1934 sind entsprechende Tabellen von den Mitarbeitern des Astronomischen Instituts unter der Gesamtleitung von Prof. B. Numerow und unter der technischen Leitung von W. G. Moschkow zusammengestellt worden. Die Tafeln sind in drei Bänden für die Zonen 36°—44° Breite, 44°—62° Breite und 62°—72° Breite zusammengestellt. Teil I enthält ein ausführliches, Teil II und III ein gekürztes Vorwort mit Rechenbeispielen.

Zur Erleichterung der Arbeiten der Vermessungseinheiten wurde noch ein *deutschrussisches geodätisches Wörterbuch* nachgedruckt und in einer Auflage von 2000 Stück an alle Vermessungstruppen, Schulen, Kriegs-Karten- und Vermessungsämter sowie an die Artillerie und Kommandodienststellen verschickt. Die Ausgabe eines entsprechenden russisch-deutschen Fachwörterbuches ist in Bearbeitung. Die Verteilung ist in ähnlicher Weise vorgesehen.

Neben diesen Rechentafeln werden zurzeit noch folgende Dienstvorschriften der Sowjets deutsch bearbeitet:

- a) Vorschrift zur Verdichtung des Grundnetzes.
- b) Beschreibung der Triangulationsarbeiten bei der militärtopographischen Verwaltung.
- c) Vorschrift über die Berechnung der Koordinaten von Passpunkten.
- d) Dienstvorschrift über die Basismessung I. und II. O., Geodätischer Verlag, Moskau 1940.
- e) Vorschrift über trigonometrische Verdichtungsarbeiten II., III. u. IV. O. 1939.
- f) Vorschrift über Triangulation I. O.

g) Vorschrift für die astronomische Bestimmung der Punkte der Triangulation I. und II. O. 1936.

h) Vorschrift über die Ausführung astronomischer Ortsbestimmungen 1939.

i) Vorschrift für Feinnivellement 1933.

k) Vorschrift für das Nivellement II., III. und IV. O.

Von besonderer Bedeutung ist noch die deutsche Bearbeitung des Katalogs der Marken und Festpunkte höchstgenauer und genauer Nivellementszüge des europäischen Teils der UdSSR. Ein ausführliches Vorwort gibt Auskunft über die Reihenfolge der Beobachtungen, der Schleifenausgleichungen und über die erreichte Genauigkeit. Der zu diesem Katalog erschienene Ergänzungsband wurde ebenfalls deutsch bearbeitet; das Werk wird zurzeit nachgedruckt.

Durch das Studium der russischen Vermessungsgrundlagen, durch die Sammlung der gesamten russischen Beutelliteratur und deren eingehende Durchsicht und Auswertung — beim OKH wurden bisher rund 800 verschiedene Bände durchgesehen, die Titel vollständig, die Inhaltsangaben teilweise übersetzt sowie eine ganze Reihe von Aufsätzen deutsch nachgedruckt — wurden für die Organisation des Vermessungswesens und für den Stand der Vermessungstechnik wertvolle wissenschaftliche Ergebnisse gewonnen und neue Richtlinien für die Vermessungseinheiten festgelegt.

Die in den beiden Katalogen I. O. dargestellten Triangulationen umfassen ein Gebiet, dessen trigonometrische Bearbeitung in der von den Sowjets hierfür aufgewendeten kurzen Zeit mit bisherigen europäischen Genauigkeitsforderungen unvereinbar erscheint. Das Tempo und die erzielten Genauigkeitsergebnisse dieser sowjetischen Triangulationsarbeiten fordert von uns eine eingehende Erforschung der dort angewandten Vermessungs- und Berechnungsmethoden, um ähnlichen Verhältnissen gewachsen zu sein.

Die sichergestellte russische geodätische Literatur, insbesondere die erbeuteten Dienstvorschriften, lassen die Straffheit der Organisation und eine weitschauende Planung der russischen Landesvermessung als Bestandteil der allgemeinen Rüstung klar erkennen. Die Sowjets haben für alle praktischen geodätischen Aufgaben Dienstvorschriften ausgearbeitet und für das Gesamtgebiet der UdSSR einheitlich eingeführt. Es gibt z. B. Dienstvorschriften über die Triangulation I.-IV. Ordnung, über die astronomische Ortsbestimmung und Azimutmessung I. Ordnung und niedrigerer Ordnung, für Basismessungen, für Nivellements aller Ordnungen, für Topographie, Netz-Konstruktionen in Karten, Kartenherstellung und -herausgabe, für die Darstellung der Vermessungsergebnisse, für ihre Verteilung und Geheimhaltung, für Schweremessungen, für magnetische Messungen usw. Vielfach sind diese Vorschriften auch in mehreren Ausgaben und Neubearbeitungen er-

schienen, so liegen z. B. für die Triangulation I. O. aus neuerer Zeit Instruktionen aus den Jahren 1928, 1933 und 1939 vor. Demnach wurden die Vorschriften nicht nur herausgegeben, sondern sie wurden auch ständig mit den praktischen Erkenntnissen und Forderungen in Uebereinstimmung gehalten.

Vergleicht man hiermit die deutschen Verhältnisse und beachtet man, dass es bei uns — abgesehen von einigen Rahmenvorschriften des RMdI und den Vorschriften des Kriegsvermessungswesens — nur sehr wenige einheitliche Vorschriften gibt, so können das Ausmass und die Bedeutung einer solchen Arbeit erst richtig gewürdigt werden.

Aehnlich muss auch die russische geodätische Lehliteratur beurteilt werden. Auch hier haben die Sowjets, insbesondere in den letzten Jahren vor dem Krieg, eine umfangreiche wissenschaftliche und praktisch gut durchgearbeitete Literatur geschaffen. Unter den Lehrbüchern treten neben Büchern über Triangulation vor allem Lehrbücher über Topographie und Aerophotogrammetrie hervor. Internationale wissenschaftliche Bedeutung dürften hierunter das Handbuch der Höheren Geodäsie von Krassowsky und Danilow haben, dessen I. Band in 2 Teilen 1938<sup>1)</sup> und 1939<sup>2)</sup> neu bearbeitet und herausgegeben wurde, und das Lehrbuch von A. A. Michailow, „Kursus der Gravimetrie und Theorie der Figur der Erde“, Moskau 1939<sup>3)</sup>.

Das Studium der russischen geodätischen Literatur zeigt, dass die Sowjets ebenso geschickt wie rücksichtslos die gesamte geodätische Weltliteratur verarbeitet haben. Durch umfangreiches Auslandsstudium, durch den Einsatz besonderer Sprachkenner

<sup>1)</sup> F. N. Krassowsky und W. W. Danilow. Handbuch der höheren Geodäsie, Teil I, Ausgabe 1. Genehmigt vom Komitee für höheres Schulwesen beim Volkskommissar USSR als Lehrmittel für geodätische Kurse. Ausgabe Redbüro der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Volkskommissar für Innere Angelegenheiten USSR. Moskau 1938.

<sup>2)</sup> F. N. Krassowsky und W. W. Danilow. Handbuch der höheren Geodäsie, Teil I, Ausgabe 2. Genehmigt vom Komitee für höheres Schulwesen beim Volkskommissar USSR als Lehrmittel für geodätische Kurse. Ausgabe Redbüro der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Volkskommissar für Innere Angelegenheiten USSR. Moskau 1939.

<sup>3)</sup> Prof. A. A. Michailow. Kursus der Gravimetrie und Theorie der Gestalt der Erde. Zweite überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Zugelassen vom Komitee für höheres Schulwesen beim Rat der Volkskommissare der UdSSR als Lehrmittel für geodätische Kurse. Redbüro der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR. Moskau 1939.

usw. sind in gut redigierten Zeitschriften fortlaufend die wichtigsten geodätischen Auslandsarbeiten, insbesondere deutsche, englische und amerikanische Arbeiten, aber auch polnische, bulgarische, schwedische Arbeiten usw. russisch übersetzt und veröffentlicht und damit den russischen Praktikern und Studierenden zugänglich gemacht worden. Man findet daher in der sowjetischen geodätischen Literatur fast alle geodätischen Arbeiten der Weltliteratur, die von Bedeutung sind. In dieser Beweglichkeit und rücksichtslosen Uebernahme und Verwertung der ausländischen Forschungsergebnisse liegt mit ein Grund für die verhältnismässig fruchtbare Arbeitsleistung der Sowjets auf dem Gebiet der Kartenrüstung, als einem wesentlichen Bestandteil der sowjetischen allgemeinen Aufrüstung.

Einen bemerkenswerten Einblick in die Arbeitsverhältnisse der Sowjets vermitteln die russischen Logarithmen- und Funktionstabellen, die fast ausschliesslich deutschen Ursprungs sind. Unter der russischen Beutelliteratur finden sich lediglich mit russischem Vorwort versehen, sonst vollkommen unverändert abgeklastsch, 5-, 6- und 7-stellige Logarithmentafeln und Tafeln der natürlichen Funktionen von Gauss, Peters, Bremiker, Vega, Bruns usw.

Die Auswertung der sowjetischen Literatur wird auch künftig noch wertvolle Erkenntnisse über den Einsatz und die Arbeitsorganisation der Sowjets bringen.

Neben der Auswertung und Sammlung der sowjetischen geodätischen Literatur wurde durch die deutsche Wehrmacht in den besetzten Ostgebieten eine Reihe von Vermessungsunterlagen, z. B. die Ergebnisse von Vermessungen von Bergwerksgesellschaften, Industrieunternehmen, Liegenschaftsvermessungen, Stadtvermessungen usw. sichergestellt, die für das Kriegsvermessungswesen zunächst keine oder nur nachgeordnete Bedeutung haben. Diese Vermessungsunterlagen werden bei den Kriegs-Karten- und Vermessungsämtern gesammelt und können zur Durchführung technischer Arbeiten den Verwaltungsdienststellen, z. B. Bauverwaltungen, Bergwerksinstitute, Organisation Todt usw. zur Verfügung gestellt werden. Damit wird durch die Arbeit des OKH auch für die wirtschaftliche Erschliessung der Ostgebiete ein wertvoller Beitrag geleistet.

Mit der Erfassung und Sicherstellung der russischen geodätischen Literatur leistet das OKH, KrKVermChef, über seine militärischen Aufgaben hinaus wertvolle Forschungs- und Kulturarbeit für das Gesamtvermessungswesen.

# Die grundlegenden russischen Triangulationen

Bearbeitet im Auftrage des OKH, Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens.

Von Leutnant Dr.-Ing. habil. Max Kneißl.

*Die nachstehende Arbeit soll lediglich einen Ueberblick über die Gesamtverhältnisse der Triangulationen in Russland und eine Gliederung für eine umfassende Bearbeitung abgeben, die sich das OKH, Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens vorbehält.*

## Die alte russische Triangulation<sup>1)</sup>.

Die ersten systematischen Triangulationen in Russland wurden unter der Leitung der Generale Tenner und Schubert im Jahre 1816 zur Bestimmung ausreichender Festpunkte für topographische Aufnahmen begonnen. Diese Arbeiten, die nur langsam anliefen, wurden in der Folge durch das 1822 gegründete Militärtopographische Korps stark gefördert. Die Triangulation wurde im Gouvernement Wilna (1816—1819) begonnen und planmässig über die Gouvernements

Kurland . . . . .	(1822—1824)
Grodno . . . . .	(1825—1829)
Minsk . . . . .	(1830—1839)
Wolhynien und Podolien	(1836—1840)
Kiew . . . . .	(1840—1846)
Bialystok . . . . .	(1843—1845)
Bessarabien . . . . .	(1846—1850)

sowie über das seinerzeitige Königreich Polen (1845—1851) ausgedehnt.

Auf diese Weise wurden bis 1860 rund  $\frac{2}{3}$  des europäischen Russlands mit einem trigonometrischen Netz überzogen. Die Triangulationen wurden schon damals in Form von einfachen Ketten aufgebaut. Die Räume innerhalb dieser Ketten wurden mit weiteren Ketten und Füllnetzen bedeckt. Hierbei blieben jedoch oftmals innerhalb des triangulierten Gebiets weite Flächen ausgespart. Grosse Flächen nördlich des 59. Breitengrads wurden seinerzeit überhaupt nicht bearbeitet.

Die Triangulationen stützten sich auf zahlreiche Grundlinien. Für die Winkelmessungen

<sup>1)</sup> In den Ausführungen über die alte russische Triangulation und über die Triangulation von 1910 folge ich im wesentlichen einem Bericht „Die russische Triangulation I. O.“ von Stanislaw Czarnecki, Hauptmann im ehemaligen Militär-Geographischen Institut Warschau (Mitteilungen des geographischen Dienstes, Warschau, Militär-Geographisches Institut 1928, S. 74 bis 82).

Ausserdem darf hingewiesen werden auf:  
a) einen Bericht des Chefs des russischen Topographischen Korps, General Auzan, über Arbeiten von Offizieren des Topographischen Korps bis 1918,  
b) einen Artikel von S. Fehrl „Die alte und neue russische Triangulation“, veröffentlicht in der sowjetischen Zeitschrift „Der Geodät“, Heft 6 und 7/1927,  
c) den Leitartikel in „Der Geodät“, Heft Nr. 11/1927.

I. O. wurden Repetitionstheodolite mit 28 bis 32 cm Horizontalkreisen verwendet. Die Winkel wurden in 30 bis 40 Repetitionen bestimmt, wobei die Dreiecksschlussfehler i. d. R. unter 3" gehalten wurden<sup>2)</sup>. Die Länge der Dreiecksseiten in den Ketten I. O. betrug rund 30 bis 40 km, in den Ketten II. O., die zwischen den Ketten I. O. eingehängt wurden, 10 bis 20 km. Die Punkte III. O. wurden im allgemeinen durch Einschneiden bestimmt. Als Punktdichte wurden 2 bis 3 Punkte für ein Blatt der Einhalbwertskarte (Karte 1 : 21 000) gefordert. Hier ist noch bemerkenswert, dass schon seit 1859 auf Anregung des Generals Forsz in Waldgegenden Punkte III. O. durch Theodolitpolygonzüge eingeschaltet wurden.

Leider waren diese Triangulationen keineswegs auf einheitliche geodätische Grundlagen abgestellt. Sie wurden vielmehr ebenso wie die nachfolgenden topographischen Aufnahmen lokal aufgebaut, wobei die gebietsmässige Abgrenzung ungefähr mit den Gouvernementsgrenzen zusammenfiel. Der Netzberechnung wurden verschiedene Bezugsellipsoide mit den von Walbeck, Bessel, Clarke festgelegten Erddimensionen zugrunde gelegt. Für Polen verwendete Tenner ein sogenanntes Ausgleichs-ellipsoid, mit dem er zwischen dem in Russland hauptsächlich verwendeten Walbeckschen und dem westlich anschliessenden preussischen Ellipsoid zu vermitteln versuchte<sup>3)</sup>. Die Ausgangspunkte der einzelnen Systeme, ihre Orientierung und der Masstab wurden durch unabhängige astronomische Beobachtungen und Grundlinienmessungen bestimmt. An den Nahtstellen der Systeme ergaben sich daher in den Koordinaten, in den Azimuten und in den Längen der Dreiecksseiten erhebliche Klaffungen,

<sup>2)</sup> Vgl. den Abschnitt „Die westrussischen Arbeiten von 1816 bis 1837“ in der bemerkenswerten Arbeit von K. Lips „Die mitteleuropäischen Dreiecksmessungen vor dem Jahre 1861“, Mitteilungen des Reichsamts für Landesaufnahme 1936, S. 246—276, 1937 S. 229 bis 261 und S. 304 bis 326. Auf die umfangreichen Literaturangaben dieser Arbeit wird hingewiesen.

<sup>3)</sup> Vgl. auch den Abschnitt „Die preussisch-russischen und die österreichisch-russischen Dreiecksanschlüsse; die Arbeiten in Ostdeutschland, Polen und Galizien von 1832 bis 1859“, Lips Anm. 2.

die schon bei den topographischen Aufnahmen berücksichtigt werden mussten. Andererseits waren die Messungen teilweise so genau, dass die aus ihnen berechneten Gradmessungen, die Parallelkreisbogen in  $52^{\circ}$  und  $47\frac{1}{2}^{\circ}$  Breite, insbesondere aber der Meridianbogen von Struve und Tenner, auch wissenschaftlichen Anforderungen entsprechen<sup>4)</sup>. Die Ergebnisse der alten Triangulation wurden ab 1837 fortlaufend in über 70 Bänden „Aufzeichnungen (Sapiski) des militärtopographischen Depots St. Petersburg“ veröffentlicht.

Nach verschiedenen Anläufen wurde ab 1880 versucht, eine planmässige, auf einheitliche Grundlagen aufgebaute Triangulation des westlichen europäischen Russlands durchzuführen. Die Grundlage dieser Arbeiten bildeten neben einer Reihe neuer Ketten I. O. vor allem die Tennerschen Triangulationen, die bis zur Linie Petersburg—Witebsk—Kiew—Odessa fortgeführt wurden.

Wegen der Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten bei der Zusammenfassung der alten örtlichen Systeme zu einem gemeinsamen System wurde 1897 beschlossen, sämtliche Triangulationen, die seit 1816 durchgeführt worden waren, nochmals auszugleichen und in einem Zuge durchzurechnen. Hierbei wurden für das Bezugsellipsoid die Besselschen Erddimensionen und als Ausgangspunkt für die Koordinierung das astronomische Observatorium in Dorpat (Jurjew) gewählt.

Die Durchführung dieser Arbeit wurde einer besonderen Kommission übertragen, die sie unter der Leitung des Generals Scharnhorst im Laufe von 10 Jahren (1897—1907) bewältigte.

<sup>4)</sup> S. Truck „Gradmessungsarbeiten in Russland“, ZfV 1905, S. 193 bis 204.

## Die Erneuerung der russischen Triangulierung 1910—1917 und ihre Verbindung mit dem Meridianbogen von Struve-Tenner.

Die Mängel der alten russischen Triangulation veranlassten im Jahre 1909 die Militär-Topographische Verwaltung, einen Plan für eine vollständig neue Triangulation zu bearbeiten. Diese Triangulation wurde 1910 begonnen und als „Neueste Triangulation“ oder auch als „Triangulation vom Jahre 1910“ bezeichnet. Für die Berechnung wurde ein einheitliches Ellipsoid mit den Besselschen Ausmassen angenommen; für die Koordinierung wurden die astronomisch bestimmten Koordinaten des astronomischen Observatoriums in Pulkowo als Ausgangswerte gewählt.

Die Hauptkette dieser Triangulierung folgte dem Meridian von Pulkowo und erstreckte sich bis Nikolajew, wobei durch 5 Querketten — in Richtung der Parallelkreise — der Anschluss an den südlichen Teil des Meridianbogens von Struve-Tenner angestrebt wurde. Diese Querketten sollten in einem Abstand von etwa 300

Hierbei wurden alle Dreiecksketten I. O. und II. O. neu ausgeglichen und ihre Punkte neu koordiniert. Die Ergebnisse dieser Arbeit umfassen 23 Bände mit rund 8500 Seiten. Ein Koordinatenverzeichnis der Punkte I. O. wurde 1927 veröffentlicht<sup>5)</sup>. Der praktische Wert dieser Arbeit war jedoch sehr bescheiden. Die Genauigkeit der Dreiecksketten I. O. war so gering, dass sie im allgemeinen für die Entwicklung stimmiger Netze II. O. nicht mehr ausreichte. Eine Ausnahme bildeten hier lediglich die Meridiankette von Struve-Tenner und die übrigen von Tenner entwickelten Dreiecksketten I. O. Der grösste Teil der Neubestimmten Punkte I. O. konnte lediglich für topographische Aufnahmen verwendet werden. Nach einem Bericht von Redkin (Nr. 10/1931, S. 48—53 der russischen Zeitschrift „Der Geodät“) über den Zustand der alten Triangulationen und der Erneuerungsarbeiten im Hauptnetz wurden bei den alten Beobachtungen häufig nur 2 Winkel in den Dreiecken gemessen. Ebenso wurde die Punktbezeichnung und Signalisierung nur sehr mangelhaft ausgeführt. Man liess auch in den Hauptketten ohne weiteres kleine Widersprüche zu, die dann bei den nachfolgenden Triangulationen niedrigerer Ordnung grössere Fehler bewirkten. Ueberdies wurden die alten Dreieckspunkte i. d. R. nicht vermarktet, so dass die Mehrzahl der Dreieckspunkte im Gelände überhaupt nicht mehr aufgefunden werden konnte. Auch hier bildeten nur die Punkte der Gradmessung und einiger grundlegender anderer Ketten eine Ausnahme.

<sup>5)</sup> Katalog der Trig.-Punkte I. O. des Militär-Topographischen Korps für das Gebiet des ehem. europäischen Russlands und des Kaukasus, K. W. Scharnhorst, zusammengestellt vom Militär-Topographen S. E. Fehl, herausgegeben auf Veranlassung des Chefs der Militär-Topographen A. J. Artanow, Moskau 1926.

bis 400 km angelegt werden und mit den sie einschliessenden Meridianketten 5 geschlossene Polygone bilden (Abb. 1). Anschliessend sollte ostwärts der Meridiankette Pulkowo—Nikolajew ein vollständig neues Netz in Form von Dreiecksketten aufgebaut werden, die in etwa 300 bis 400 km Zwischenräumen längs der Meridiane geführt und durch Dreiecksketten längs der Parallelkreise in etwa gleichem Abstand verbunden werden sollten. Auf diese Weise sollte allmählich der gesamte russische Raum durch annähernd gleichmässig geformte Polygone von Dreiecksketten überzogen und dann je nach Bedarf durch weitere Verbindungsketten und Füllnetze überdeckt werden.

Schon damals war geplant, die Triangulation an den Kreuzungsstellen der einzelnen Ketten durch Grundlinien und astronomische Messungen zu versteifen. So waren allein für die Meri-

diankette Pulkowo—Nikolajew 6 Grundlinien vorgesehen, von denen tatsächlich bis zum Jahre 1918 4 Grundlinien<sup>6)</sup> mit Invardrähten gemessen und berechnet wurden, nämlich:

1. Die Grundlinie bei Sablino, 1910, Länge = 12676,38206 m,
2. die Grundlinie bei Schimsskaja, 1912, Länge = 12864,24143 m,
3. die Grundlinie bei Orscha, 1913, Länge = 13183,72684 m,
4. die Grundlinie bei Gomel, 1915, Länge = 19292,00779 m.

Hierbei wurde jeweils in einem Punkt die astronomische Breite und das Azimut der Basis selbst bestimmt. Astronomische Längenbestimmungen waren zunächst nicht vorgesehen.

Bei der Erneuerung der Triangulation wurde die Vermarkung der Punkte sorgfältig durchgeführt. Die Festlegung besteht aus einer unterirdischen eisernen Marke in einer Ziegelummauerung in etwa 1 Sasche (=2,133 m) Tiefe und einer in einem Zementstein eingelassenen eisernen Tagesmarke. Die Basisendpunkte wurden noch sorgfältiger versichert. Gleichzeitig wurde noch um jeden Festpunkt im Raume von etwa 1 Quadratwerst (1 Werst=1,067 km) eine topographische Aufnahme im Halbwerstmasstab durchgeführt, wobei mindestens drei Anschlussrichtungen nach dauerhaften, sicheren Zielen mit festgelegt werden mussten.

Obwohl 1914 infolge des Ausbruchs des Weltkriegs die Arbeiten zeitweilig unterbrochen werden mussten, konnten auf diese Weise bis 1917 152 Punkte I. O. neu festgelegt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt war die Meridiankette Pulkowo—Nikolajew bis Perejaslawl ausgeführt. Gleichzeitig konnte noch mit zwei Parallel-

<sup>6)</sup> Beilage zu Bd. LXVII u. II. Teil, Bd. LXIII, der Niederschriften d. Mil.-Top. Korps (Sapiski), Material für die Triang. I. O., europäischer Teil der UdSSR.

ketten und einer über Narwa nach Sablino geführten weiteren Kette die Verbindung mit dem Meridianbogen von Struve und Tenner hergestellt und damit von den geplanten 5 Polygonen die beiden nördlichsten gebildet werden. Ueber diese Verbindung darf weiter unten noch ausführlicher berichtet werden.

Nach dem Weltkrieg gingen durch die neue Grenzfestsetzung mit Estland, Lettland, Litauen und Polen rund 70 % der alten Triangulationen für Russland verloren. In der Sowjet-Union waren daher nur noch an der Küste des Finnischen Meerbusens und längs der Grenzen mit Bessarabien ältere Triangulationen aus den Jahren 1870 bis 1880 vorhanden. Damit hatte die Periode der alten Triangulierungen einen gewissen Abschluss erhalten.

Um die trigonometrischen Leistungen des Militär-Topographischen Korps in dem bis jetzt betrachteten Zeitraum von 1816 bis 1917 würdigen zu können, darf auf einen Bericht von A. Artamonov („Der Geodät“, 1928, Heft Nr. 2, S. 7) hingewiesen werden. Nach diesem Bericht hat das Militär-Topographische Korps von 1816 bis 1917 im europäischen Russland 3367 Dreieckspunkte I. O. und 59 109 Dreieckspunkte II. u. III. O., im asiatischen Russland 283 Dreieckspunkte I. O. und 4654 Dreieckspunkte II. und III. O., also insgesamt 3650 Punkte I. O. und rund 64 000 Punkte II. O. u. III. O. festgelegt. Von den Hauptpunkten konnten jedoch nach dem Weltkrieg nur noch 145 Punkte im europäischen und lediglich 75 Punkte im asiatischen Russland, also insgesamt nur 220 Punkte verwendet werden. Die übrigen Punkte genügten entweder den gesteigerten Genauigkeitsansprüchen und sonstigen Vorschriften nicht oder waren überhaupt verloren gegangen. Ein grosser Teil entfällt selbstverständlich auch auf die abgetretenen Gebiete. Die Mehrzahl der brauchbaren Punkte gehörten der Triangulation

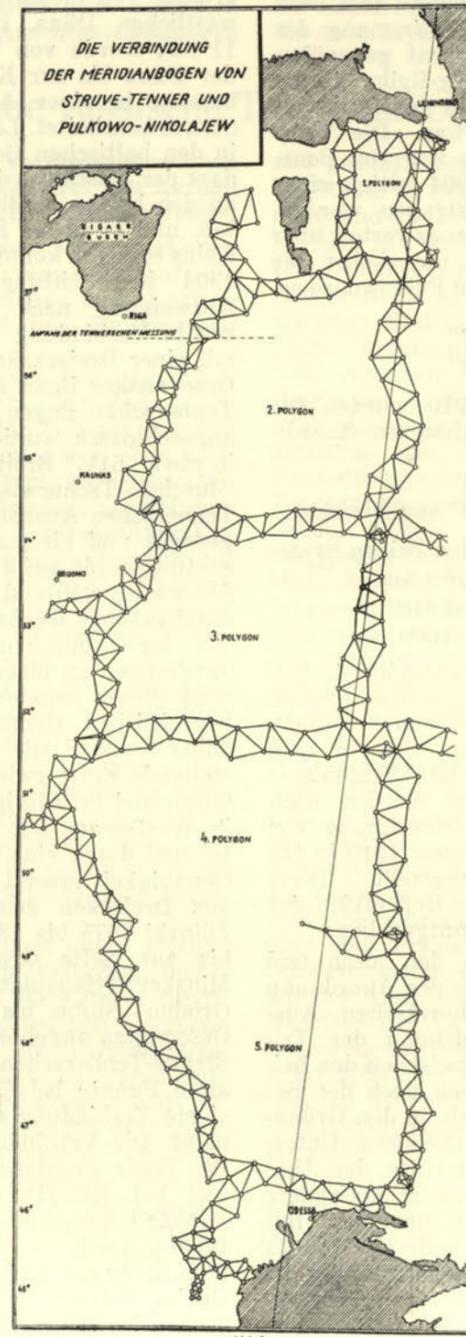


Abb. 1

von 1910 bis 1917 und dem Struve-Tennerschen Meridianbogen an.

Beim Vergleich der Koordinaten identischer Punkte, die sowohl der Scharnhorstischen Umrechnung als auch der Triangulation von 1910 angehören, ist der Unterschied in den Ausgangswerten zu beachten. Die Scharnhorstische Kommission übernahm für den Ausgangspunkt Dorpat die von Struve in den Jahren 1822 bis 1826 astronomisch bestimmte geographische Breite  $B_p = 58^\circ 36' 47,560''$ . Für die Berechnung der geographischen Länge hingegen setzte sie den geodätisch bestimmten Wert  $L_p = 3^\circ 36' 24,709''$  westlich von Pulkowo fest, weil seinerzeit die astronomische Bestimmung der geographischen Länge von Dorpat gegenüber Pulkowo, die durch Pomeranceg-Rylke durchgeführt und erst im Jahre 1916 veröffentlicht wurde, noch nicht bekannt war. Die übernommene geographische Länge war von Bonsdorff in den Jahren 1888 bis 1904 mittels einer Dreieckskette geodätisch übertragen worden. Rechnet man mit diesen Ausgangswerten über die Bonsdorffsche Kette nun umgekehrt die geographischen Koordinaten von Pulkowo, so erhält man:

$$B_p = 59^\circ 46' 22,858''$$

$$L_p = 0^\circ 00' 00,000''$$

Bei der Triangulation von 1910 wurden für Pulkowo die astronomisch bestimmten Koordinaten

$$B'_p = 59^\circ 46' 18,54''$$

und  $L'_p = 0^\circ 00' 00,00''$  angenommen.

Damit unterscheiden sich in den beiden Systemen die Koordinaten von Pulkowo um

$$B = B'_p - B_p = -4,318''$$

$$L = L'_p - L_p = 0,000''$$

Für die Umrechnung der Scharnhorstischen Koordinaten auf das neue russische System mussten daher Zuschläge berechnet werden. Für diese Berechnung befinden sich in dem oben erwähnten Scharnhorstischen Verzeichnis besondere Tabellen. Umgekehrt wurden noch besondere Tabellen für die Umrechnung von Koordinaten der Triangulation von 1910 in das Scharnhorstische System aufgestellt. Diese Tabellen wurden von S. Fehl im Heft 6/1927 der Zeitschrift „Der Geodät“ bekanntgegeben.

Wegen der Unterschiede in den alten und neuen Winkelmessungen und in der Anordnung der Teilnetze in der Scharnhorstischen Ausgleichung und in der Ausgleichung der Triangulation von 1910 bestehen zwischen den beiden Triangulationen auch noch nach der Berücksichtigung der Unterschiede in den Grundwerten der Ausgangspunkte erhebliche Unterschiede. Daher können die mit Hilfe der Umrechnungstabellen von dem einen in das andere System umgerechneten Punkte zusammen mit den vorhandenen Punkten des anderen Systems kaum benutzt werden. In der Regel könnten daher diese beiden grossen russischen Triangulationssysteme nur je für sich benutzt werden.

Im Anschluss hieran darf noch die Verbindung der neuen Triangulation mit dem Meridianbogen von Struve-Tenner etwas näher betrachtet werden. Hierbei folge ich im wesentlichen dem „Bericht über die Verbindung moderner Triangulationen mit dem Meridianbogen von Struve-Tenner“ von S. Fehl (Verhandlungen der 5. Tagung der Baltischen Geodätischen Kommission, Helsinki 1931, S. 93 bis 100), auf den besonders hingewiesen werden darf. Für diesen Anschluss kommt vom Struve-Tennerschen Bogen der Teil zwischen dem südlichen Endpunkt bis zu etwa  $60^\circ$  Breite in Frage. Der grösste Teil dieses Bogens, von Ismail bis zur westlichen Düna, in einer Ausdehnung von  $11^\circ 32'$ , wurde von Tenner, das Teilstück von der Düna bis zur Küste des Finnischen Meerbusens, in einer Ausdehnung von  $3^\circ 8'$ , von Struve bearbeitet. Leider hat Struve die Punkte in den baltischen Gebieten nicht versichert, so dass der Anschluss der neuen Triangulation erst an den beiden nördlichsten Tennerschen Punkten, und zwar bei Sestu—Kals und Gaissa—Kals erfolgen konnte. Diese Verbindung wurde 1904 in Richtung auf Narva, mit einer Abzweigung nach Dorpat, hergestellt. Eine zweite Verbindung wurde etwa in  $54^\circ$  Breite mit einer Dreieckskette geschaffen, die von der Orschanker Basis ausging und an den Struve-Tennerschen Bogen bei Tupischki und Deibissi angeschlossen wurde. Der geplante Anschluss in etwa  $51\frac{1}{2}^\circ$  Breite in Richtung Bolschaja Gluscha—Tscherwischtsche konnte, obwohl die Tennerschen Anschlusspunkte bereits 1914 aufgedeckt und bis zum Sommer 1914 die Beobachtungen bis auf 3 Punkte abgeschlossen worden waren, während des Weltkrieges nicht mehr durchgeführt werden. Auch die später (1924) mit der polnischen Regierung geführten Verhandlungen zu einer nachträglichen Durchführung dieses Anschlusses führten — aus leicht begreiflichen Gründen — zu keinem Erfolg; daher musste die aus 15 Dreiecken I. O. bestehende Kette zwischen Saretschna—Lapti im Osten und Bolschaja Gluscha—Tscherwischtsche im Westen aus dem dritten Polygon ausgeschaltet und durch eine neue Kette von geringerer Genauigkeit ersetzt werden. Diese Kette wurde aus Dreiecken gebildet, die der Triangulation Zilinski 1875 bis 1878 von Skrygalow—Krotov bis zur Seite Grodno—Stolin und aus der Minsker Triangulation von Tenner 1833 von Grodno—Stolin bis zur Seite Leskowitschi—Ossownitza angehörten. Der Abschluss an den Struve-Tennerschen-Bogen erfolgte über die alten Punkte bei Skrygalow und Krotov. Die vierte Verbindung war in etwa  $49\frac{1}{2}^\circ$  Breite geplant. Die Verbindungskette sollte hierbei von der Basis Perejaslawl nach Westen abzweigen und bei Katerinowka—Montschinzi — diese Punkte konnten 1914 noch einwandfrei aufgefunden werden — an den Struve-Tennerschen Meridianbogen angeschlossen werden. In diesem Gebiet wurden jedoch durch die Kampfhandlungen im Weltkrieg und im bolschewistischen

Bürgerkrieg alle geodätischen Festlegungen zerstört, so dass bei den 1929 in dieser Gegend wieder aufgenommenen Arbeiten vom Meridianbogen nur noch die Punkte Baranowka und Ssuprunkowzi, die noch dazu verschiedenen Dreiecken angehörten, vorgefunden wurden. Auch die fünfte Verbindung in etwa  $47^\circ$  Breite mittels der Dreieckskette Nikolajew—Kischinew, die von der Basis Nikolajew ausging und an die Punkte Ploska—Nowo Kauschany angeschlossen werden sollte, konnte vor dem Weltkrieg nicht mehr durchgeführt werden. Der Punkt Nowo Kauschany liegt auf bessarabischem Gebiet, das nach dem Weltkrieg an Rumänien fiel. Da Rumänien dem Ansuchen auf Genehmigung von Anschlussmessungen

## Die neue russische Triangulation ab 1917.

a) Die Organisation des Vermessungswesens der UdSSR. und die Grundlagen für den Aufbau eines staatlichen geodätischen Festpunktfeldes.

Bevor die neuen russischen Triangulationen näher betrachtet werden, muss kurz auf die Organisation des Vermessungs- und Kartenwesens in den UdSSR. und ihre Entwicklung eingegangen werden.

Die grundlegenden Landesvermessungsarbeiten waren bis 1917 ausschliesslich dem schon 1822 gegründeten Militär-Topographischen Korps vorbehalten. Daneben waren aber noch die verschiedensten Ministerien und Dienststellen sowie private und industrielle Unternehmen mit der Durchführung von Vermessungsarbeiten betraut. Das Kriegsministerium war bis zu einem gewissen Grad verpflichtet, anderen Ministerien für ihre geodätischen Arbeiten auf Verlangen Auszüge aus den Vermessungsunterlagen, Koordinaten, Höhenkoten, Karten u. dgl. zur Verfügung zu stellen. Gegenüber privaten und industriellen Unternehmen bestand aber eine solche Verpflichtung nicht. Im übrigen war auch die Verbindung unter den verschiedenen Ministerien so lose, dass oftmals ein Ministerium in eigener Zuständigkeit irgendwelche Vermessungsarbeiten durchführte, ohne sich darum zu kümmern, ob nicht vielleicht schon früher ein anderes Ministerium dieselben Arbeiten durchgeführt hat.

Ogleich die Unzulänglichkeit einer solchen Organisation schon vor dem Weltkrieg, insbesondere aber dann während des Krieges offenbar wurde, kamen die verschiedenen Versuche des zaristischen Russlands, die Vermessungsarbeiten zu zentralisieren und zu vereinheitlichen, über zaghafte Erwägungen und Bepfehlungen nicht hinaus. Hingegen erkannten die Sowjets frühzeitig die besondere Bedeutung eines zentralisierten und einheitlichen Vermessungs- und Kartenwesens für die Organisation der Wirtschaft und für die militärische Rüstung. Es wurde daher schon am 15. 3. 1919 mit Dekret der Volkskommissare die „Höhere Geodätische Verwaltung“ (V. G. U.) gegründet, die

nicht stattgab, konnte dieser Anschluss auch späterhin nicht durchgeführt werden. Es musste daher auch hier der Anschluss über nachgeordnete Tennersche Punkte erfolgen, und zwar über die Dreieckskette der Wolynsk—Podolsker Triangulierung aus dem Jahre 1837 bis 1839, die von der Seite Ssuprunkowzi—Sagorjane des Meridianbogens ausgeht und sich bis zur Stadt Balta ausdehnt. Diese Kette konnte 1930 nach der Einschaltung von einigen neuen Dreiecken mit der Kette Nikolajew—Kischinew verbunden werden.

Auf diese Weise konnte der Struve-Tennersche Meridianbogen, soweit er sich südlich von  $60^\circ$  Breite erstreckte, in seinem grössten Teil in die neue Triangulation einbezogen werden.

alle geodätischen und geometrischen Arbeiten im Staate zu beaufsichtigen hatte. Die Befugnisse und die Einrichtungen der V. G. U. reichten aber in keiner Weise hierfür aus. Die Tradition in den einzelnen Ministerien war so gross, dass diese die Anordnungen der V.G.U. kaum beachteten. Zudem war die Militärverwaltung zunächst überhaupt der Verpflichtung enthoben, ihre Arbeiten in Uebereinstimmung mit der Praxis der V. G. U. anzuordnen. Erst im Jahre 1924 wurde eine klare Aufteilung der Arbeiten getroffen, die durch die Höhere Geodätische Verwaltung (V. G. U.) und durch das Militär-Topographische Korps (V. T. U.) durchgeführt werden sollten, wobei letzterem insbesondere die Bearbeitung der Grenzstriche vorbehalten blieb. Zugleich bearbeiteten die beiden Verwaltungen einen Plan für die Fortsetzung und gemeinsame Durchführung der Triangulation von 1910. Hierbei wurden für die Bearbeitung des europäischen Teils der UdSSR. zunächst 20 Jahre vorgesehen, wobei gleichlaufend mit der Triangulation I. O. auch die Triangulation II. O. durchgeführt werden sollte.

Die Höhere Geodätische Verwaltung — die 1924 in die Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie am Obersten Volkswirtschaftsrate der UdSSR. umbenannt wurde — erhielt die Aufsicht über sämtliche Triangulierungen, über die astronomisch-geodätischen Arbeiten, über das Präzisionsnivellement und über die Schweremessungen. Ausserdem war sie auch mit der Ausarbeitung allgemein bindender Vorschriften für die gesamten geometrischen und trigonometrischen Arbeiten betraut, hatte die Arbeitspläne zu begutachten und die Durchführung zu überprüfen sowie die Ergebnisse der Vermessungsarbeiten in ihren Archiven zu sammeln.

Zur praktischen Durchführung dieser Arbeiten wurden Lokalsektionen der Geodätischen Hauptverwaltung errichtet. Wenn nun auch die Geodätische Hauptverwaltung und ihre Lokalsektionen nur langsam in ihre Arbeiten hineingewachsen, so war dennoch mit ihrer Errichtung

die Frage der Rationalisierung und der Koordination aller geodätischen Arbeiten grundsätzlich gelöst worden.

Die Hauptverwaltung für Geodäsie wurde als zentrale Betriebsanstalt immer mehr ausgebaut. Hierbei wurden an ihr ein wissenschaftliches Forschungsinstitut für Geodäsie und Kartographie, geodätische Archive und Informationsstellen errichtet. Ausserdem wurden alle zivilen photogrammetrischen Arbeiten in einem besonderen Institut „Gosaerophotosjenska“ zusammengefasst und der Hauptverwaltung untergeordnet. Weiter wurde an ihr eine kartographische Anstalt „Goskartogeodesija“ gegründet, die bis Kriegsausbruch 9 Institute (sogenannte Kartenfabriken in Moskau, Leningrad, Charkow, Kiew, Swerdlowsk, Saratow, Minsk, Irkutsk, Wladiwostok) umfasste. Zur Sicherstellung der geplanten Arbeiten wurde die fachliche Vorbereitung des erforderlichen Personals und die Errichtung von Spezialfabriken für den Bau geodätischer Instrumente besonders gefördert.

Um die Arbeiten der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie, der Militär-Geodätischen Verwaltung und anderer Aemter, die ebenfalls noch geodätische Arbeiten in den UdSSR. durchführen — hier darf besonders auf die Hydrographische Verwaltung hingewiesen werden, der die Küstenvermessung zusteht —, miteinander in Einklang zu bringen, wurde später eine Geodätische Kommission beim Staatsplanungsamt der UdSSR. gegründet. Das Staatsplanungsamt führt wissenschaftliche Besprechungen der Arbeitsmethoden durch, prüft die Berichte über ausgeführte Arbeiten, stellt die Arbeitspläne fest und sorgt so für die Ausschaltung von Doppelarbeit. In der Folge wurde die Planung und die praktische Durchführung der geodätischen Arbeiten im Rahmen der verschiedenen Fünfjahrespläne mit allen zu Gebote stehenden Mitteln vorwärtsgetrieben.

Die straffe organisatorische Gliederung bewirkte eine bemerkenswerte einheitliche Ausrichtung der gesamten Vermessungsarbeit.

1924 hielt man bei der Fortsetzung der Triangulation von 1910 an der grundsätzlichen Einteilung in Meridian- und Parallelkreisketten fest, wobei im Laufe der Zeit die Durchführung dieser Arbeiten immer mehr in einheitliche Bahnen gelenkt und damit planmässig vorangetrieben wurde. Gleichzeitig wurden diese Arbeiten immer mehr auch auf den vordringlichen Aufbau eines genügend dichten Festpunktfeldes abgestellt, das vor allem für die wirtschaftlich und militärisch wichtigen Gebiete dringend benötigt wurde.

Die Vorschriften über die Grundlagen des Aufbaues des geodätischen Festpunktfeldes fanden 1939 ihre endgültige Fassung in einer Verfügung, die durch den Direktor der Hauptverwaltung für Geodäsie und Kartographie beim Rat der Volkskommissare der UdSSR., durch den Chef der Verwaltung des Topo-

graphischen Dienstes der Roten Armee und den Militärkommissar bei der Verwaltung des Militärtopographischen Dienstes bestätigt wurde.

Wegen der Bedeutung der einzelnen Bestimmungen dieser Verfügung, die 18 Paragraphen umfasst, dürfen diese wenigstens auszugsweise angeführt werden.

Nach § 1 dieser Verfügung hat das staatliche Festpunktnetz der UdSSR. — das die Triangulations-, die Polygon- und Nivellementnetze umfasst — als geodätische Grundlage bei der Durchführung von Arbeiten zur topographischen Erforschung des Staatsgebietes zu dienen, wobei vor allem den Forderungen der Wirtschaft und der Landesverteidigung Rechnung zu tragen ist. Gleichzeitig sollen die Ergebnisse der Triangulation I. O., der astronomisch-geodätischen Arbeiten, der Schweremessungen und des Präzisionsnivellements weitgehend als Untersuchungsmaterial zur Bestimmung der Grösse und Gestalt der Erde verwendet werden.

In § 2 ist festgelegt, dass das staatliche geodätische Festpunktfeld durch seinen Aufbau und seine Genauigkeit die Grundlage für eine so weitgehende Punktverdichtung abgeben muss, wie sie für die Durchführung von lückenlosen topographischen Aufnahmen bis zum Masstab 1 : 10 000 für militärische, insbesondere artilleristische Zwecke und auch für die Durchführung grosser Bauvorhaben — Wasserkraftanlagen, Entwässerungsarbeiten, Strassenbauten u. dgl. — erforderlich ist.

Nach § 3 umfasst das Festpunktfeld im einzelnen die Triangulation und Polygonometrie I., II., III. und IV. O. sowie das Nivellement I. (Präzisionsnivellement), II., III. und IV. O.

In den §§ 4 bis 8 sind die Grundsätze für den Aufbau und die Verdichtung der Netze sowie die Vorschriften für die Fehlergrenzen festgelegt. Hiernach werden die Triangulationen I. O. in Dreiecksketten entwickelt, die aus Einzeldreiecken, geodätischen Vierecken und Zentralsystemen gebildet werden. Diese Ketten werden grundsätzlich in der Richtung der Meridiane und Parallelkreise geführt und in Polygone mit Seitenlängen von etwa 200 bis 250 km zusammengefasst. In den Kreuzungsstellen der Ketten ist der Masstab des Netzes durch Basismessungen zu sichern. Soweit hierbei eine Seite des Netzes nicht unmittelbar gemessen werden kann, ist die Länge einer Ausgangsseite über ein Basisvergrößerungsnetz zu bestimmen. Hierbei dürfen die aus den Ausgleichungen der Basisnetze hervorgehenden relativen Fehler der Ausgangsseiten 1 : 300 000 nicht überschreiten. Ausserdem sind noch in den Kreuzungsstellen der Ketten, und zwar i. d. R. auf beiden Endpunkten der Ausgangsseiten, die geographische Breite und Länge, sowie das Azimut der Seite astronomisch zu bestimmen. Zur weiteren Versteifung soll auch noch in der Mitte der einzelnen Ketten, also immer nach etwa 100 km, ein Punkt als Lotabweichungspunkt durch die Messung der astronomischen Breite und Länge bestimmt werden.

Aus den Ketten I. O. werden noch Fundamentalketten in Abständen von etwa 600 bis 700 km ausgewählt. Längs dieser Fundamentalketten wird ein astronomisch-gravimetrisches Nivellement durchgeführt, wobei die gravimetrische Vermessung in einem Streifen von mindestens 250 km Breite erfolgt.

Das Dreiecksnetz I. O. wird innerhalb der Polygone durch Triangulation II. O. verdichtet. Die Triangulation II. O. besteht aus Fundamentalketten und aus Füllnetzen. Die Fundamentalketten sind wiederum grundsätzlich in Richtung der Meridiane und der Parallelkreise zu führen, und zwar so, dass die Polygone I. O. in vier annähernd gleich grosse Teile zerlegt werden. Sie dienen vor allem zur Entwicklung und Bearbeitung der Füllnetze II. O. In den Schnittpunkten der Fundamentalketten II. O. — also etwa in den Schwerpunkten der Polygone I. O. — wird jeweils eine Bestimmung der Länge einer Ausgangsseite mit einem Fehler  $< \pm 1 : 120\,000$  durchgeführt. Die Endpunkte dieser Ausgangsseite werden wiederum als Laplacesche Punkte beobachtet.

Das Füllnetz II. O. bedeckt die Gebiete zwischen den Ketten I. und II. O. Es besteht aus einem lückenlosen Netz von Dreiecken, deren Winkel durch Richtungsmessungen bestimmt werden. Die Fundamentalketten II. O. und das Füllnetz II. O. werden grundsätzlich gleichzeitig innerhalb des vorgegebenen Polygons entwickelt. Für die Fälle, in denen die Polygone I. O. so klein gehalten sind, dass sich die Anlage von Fundamentalketten II. O. erübrigt und das gesamte Gebiet mit einem einzigen Füllnetz II. O. überspannt werden kann, muss trotzdem in der Mitte des Polygons der Masstab und die Orientierung des Netzes durch eine Basismessung und durch die Bestimmung von Laplaceschen Punkten versteift werden.

Die Netze II. O. werden noch durch Netze III. O. und durch Punkte IV. O. verdichtet. Hierbei werden die Netze III. O. durch die Einmessung und Einrechnung von Einzelpunkten oder Punktsystemen bestimmt, die Punkte IV. O. werden durch Vorwärts-, Rückwärts- und kombiniertes Einschneiden von Punkten höherer Ordnung aus eingeschaltet.

In den Gebieten, in denen auf Grund der geographischen und topographischen Verhältnisse die Präzisionspolygonometrie der Triangulierung wirtschaftlich und technisch überlegen ist, wird die Entwicklung des Festpunktfeldes durch Polygonzüge hoher Genauigkeit durchgeführt.

Für die mittleren Längen der Dreiecksseiten werden folgende Grenzen festgesetzt:

- Dreiecksseiten I. O. 25 bis 30 km; Schwankungen sind zugelassen zwischen 15 und 60 km;
- Seitenlänge in den Fundamentalketten II. O. 20 bis 25 km; Abweichungen sind zugelassen bis zu 10 km nach beiden Richtungen hin;

- Seitenlänge in den Füllnetzen II. O. etwa 13 km; Schwankungen sind zugelassen zwischen 6 und 25 km;
- Dreiecksseiten III. O. etwa 8 km; Schwankungen sind zugelassen zwischen 4 und 12 km.

Für die mittleren Fehler der Winkelbeobachtung — berechnet nach der internationalen Formel von Ferrero — gelten folgende Grenzen:

- in den Dreiecksnetzen I. O.  $\pm 0,7''$  bis  $\pm 0,9''$ ,
- in den Fundamentalketten II. O.  $\pm 1,2''$  bis  $\pm 1,5''$ ,
- in den Füllnetzen II. O.  $\pm 2,0''$  bis  $\pm 2,5''$ ,
- in den Dreiecksnetzen III. O.  $\pm 4''$  bis  $5''$ ;

die Genauigkeit der Punktbestimmung IV. O. richtet sich nach dem Masstab der topographischen Aufnahme.

Die relativen Fehler in den Seitenlängen I. O., die nach der vorläufigen Ausgleichung der Dreiecksketten berechnet werden können, müssen kleiner als 1 : 100 000 sein. Bei dieser vorläufigen Ausgleichung handelt es sich um die Ausgleichung der Kettenabschnitte zwischen den Kreuzungsstellen, wobei die Dreiecksbedingungen und Seitengleichungen sowie die Basis- und Azimutbedingungen berücksichtigt werden. Die Fehler der Seitenlängen der in die Fundamentalketten II. O. eingehenden Dreiecke und der Dreiecke des Füllnetzes II. O. sollen nach der Ausgleichung den Betrag 1 : 60 000, bzw. 1 : 35 000 nicht überschreiten. Für die Netze III. O. wird die Grenze für die Fehler der Dreiecksseiten auf 1 : 15 000 festgesetzt.

Die Genauigkeit der Präzisionspolygonometrie muss der Triangulierung entsprechen, so dass in den verschiedenen Netzen ohne weiteres Polygonzüge mitverwendet werden können.

Als Fehlergrenzen für die astronomischen Beobachtungen I. O. gelten folgende mittlere Fehler:

- Für die Breite  $\pm 0,20''$  für den Hauptpunkt und  $\pm 0,40''$  für den zweiten Punkt,
- für die Länge  $\pm 0,03''$ ,
- für die Azimute  $\pm 0,5''$ .

Für die astronomischen Beobachtungen II. O. sind die entsprechenden Werte  $\pm 0,40''$ ,  $\pm 0,05''$  und  $\pm 1''$ .

Für die nördlichen und nordöstlichen Gebiete der UdSSR., für die Sandgebiete Mittelasiens und die Kasachischen S. S. R. sind im § 9 Ausnahmen von den grundsätzlichen Vorschriften der §§ 4 bis 8 gestattet. Für diese Gebiete ist zunächst nur eine kartographische Bearbeitung im Masstab 1 : 500 000 und 1 : 200 000 vorgesehen mit späteren Uebergängen zu Aufnahmearbeiten in den Masstäben 1 : 100 000 und 1 : 50 000. Für diese Gebiete werden die Dreiecksketten I. O. längs den wichtigsten Flussläufen und Eisenbahnen und in anderen günstigen Richtungen in Abständen von 400 bis 800 km angelegt und zu Polygonen zusammen-

gefasst. Hierbei ist nach je 200 bis 250 km eine Basismessung einzuschalten. Die Fundamentalnetze II. O. werden wie gewöhnlich angelegt, so dass Polygone mit Seiten von etwa 200 km gebildet werden. Die Genauigkeit der Winkel- und Streckenmessung sowie der astronomischen Beobachtungen muss den Vorschriften in den §§ 4 bis 8 entsprechen.

Zur Weiterentwicklung des Festpunktfeldes sind im Gebiet der Aufnahme 1 : 100 000 Füllnetze II. O. in Form von ausgesparten Reihen vorgesehen, die eine genügend genaue Arbeitsgrundlage für die Aufnahme 1 : 100 000 abgeben müssen. In den Gebieten der kartographischen Aufnahme 1 : 200 000 und 1 : 500 000 bilden die Ketten I. O. und die Ketten II. O. die alleinige geodätische Grundlage. Ausserdem sind noch Polygonzüge und astronomisch-geographische Ortsbestimmungen in einer Dichte und Genauigkeit, die dem Aufnahmesstab entsprechen, vorgesehen.

Die folgenden §§ bringen die entsprechenden Vorschriften für die Nivellementnetze. Mit dem Präzisionsnivellement wurde in Russland im Jahre 1871 begonnen. Bis 1917 waren nach einem Bericht von Krassowsky 45 599 km Nivellement bearbeitet. Mit Rücksicht auf die erhöhten Genauigkeitsanforderungen und wegen des Verlustes vieler Festpunkte konnten in das neue Nivellementnetz lediglich 21 433 km als technisches und nur 1966 km als Präzisionsnivellement übernommen werden.

Das neue staatliche Nivellementnetz I. O. sollte für das gesamte Gebiet der UdSSR. die Ausgangshöhen für die Nivellementnetze II., III. und IV. O. liefern und darüber hinaus auch für die Lösung wissenschaftlicher Fragen dienen, z. B. für die Bestimmung der Höhendifferenzen zwischen den Oberflächen verschiedener Meere oder zur Untersuchung von säkularen Bewegungen des Festlandes. Es wird längs der Hauptverkehrswege des Landes in Form von geschlossenen Schleifen und einzelner Anschlusszüge an die Meeresspiegel geführt. Die Richtung und geographische Verteilung der Nivellementzüge I. O. wird unter der Teilnahme wissenschaftlicher, geodätischer, geologischer und geophysikalischer Institute festgelegt.

Auch das Nivellementnetz II. O. dient im wesentlichen noch dem Aufbau und der Entwicklung der Netze niedriger Ordnung, teilweise auch schon für die Planung und den Bau von technischen Anlagen sowie zur Lösung geologischer und geophysikalischer Einzelfragen. Es wird hauptsächlich längs der Eisenbahnen und längs der grösseren Verkehrswege in Form von Netzen angelegt, die aus geschlossenen Schleifen mit Seitenlängen von 500 bis 600 km bestehen.

Die Nivellementschleifen II. O. werden durch einzelne oder sich kreuzende Nivellementzüge III. O. in 6 bis 9 kleinere Schleifen unterteilt, wobei die Länge der Nivellementzüge III. O. 200 km nicht übersteigen sollen. Die weitere Verdichtung der Nivellementnetze höherer Ord-

nung erfolgt durch Nivellementzüge IV. O., die die eigentliche Grundlage für die Entwicklung des Höhennetzes für die topographische Aufnahme abgeben. Die Nivellementzüge IV. O. werden zwischen den Höhenmarken höherer Ordnung in Form von Einzelzügen, aber auch in Form von sich schneidenden Zügen angelegt. Hierbei soll die Länge der Nivellementzüge IV. O. 100 km nicht überschreiten. Die Dichte des Nivellements IV. O. richtet sich nach dem Masstab der vorgesehenen topographischen Aufnahme.

In den Netzen I., II., III. und IV. O. dürfen die folgenden, nach den internationalen Formeln berechneten mittleren Fehler nicht überschritten werden:

Mittlerer zufälliger Kilometerfehler  $\pm 1,0$  mm,  $\pm 2,0$  mm,  $\pm 4,0$  mm,  $\pm 10,0$  mm,  
Mittlerer systematischer Kilometerfehler  $\pm 0,2$  mm,  $\pm 0,4$  mm,  $\pm 0,8$  mm,  $\pm 2,0$  mm.  
Hierbei wurden in den Netzen III. und IV. O. für die mittleren zufälligen Kilometerfehler noch Maximalfehler bis zu  $\pm 8,0$  mm, bzw.  $\pm 20,0$  mm zugelassen.

In den schwer passierbaren Gebieten und in den Gebieten, in denen nur Aufnahmen 1 : 100 000 und kleiner vorgesehen sind, wird es gestattet, das Nivellementnetz II. O. auszulassen und an das Netz I. O. sofort die Netze III. und IV. O. anzuschliessen. Dabei dürfen die oben angegebenen Grenzen für die Zuglängen überschritten werden.

Neben diesen Vorschriften für die Entwicklung der Triangulations- und Nivellementnetze enthält die Verfügung über die Grundlagen des Aufbaues des staatlichen geodätischen Festpunktfeldes noch besondere Vorschriften für die Versicherung der Trigonometrischen und Nivellementpunkte<sup>8)</sup>. Dann enthält sie noch Vorschriften über die Höhenbestimmung der Triangulationspunkte und der Polygonpunkte. Der Höhenfehler muss hierbei im Rahmen der Aufnahme 1 : 50 000 und grösser stets  $< 0,5$  m sein. In den Gebieten mit einer Aufnahme 1 : 100 000 und kleiner wird die Grösse des zulässigen Fehlers einer Höhenbestimmung je nach den Erfordernissen des Aufnahmesstabes und je nach dem Abstand der Höhenschichtlinien festgesetzt.

#### b) Der Stand der Triangulation I. O.

Bei der praktischen Durchführung der Triangulationen wurden im allgemeinen die Grundsätze für den Aufbau des Festpunktfeldes eingehalten. Lediglich bei der Anlage der Polygone I. O. wurden im Interesse der Beschleunigung der Triangulationsarbeiten teilweise die Abstände der Parallelketten zu 400 bis 500 km statt 200 bis 250 km genommen. Hierbei wurde jedoch stets ungefähr in der Mitte der einzelnen Kettenabschnitte, also nach jeweils 200 bis 250 km, eine Basismessung zwischen 2 Laplace-Punkten durchgeführt.

<sup>7)</sup> Lage- und Höhenfestpunkte des Staatl. Geodätischen Fundamentalnetzes der UdSSR., Geodäsie-Verlag, Moskau 1941.

Im einzelnen kann hier wegen des Umfangs der durchgeführten Arbeiten nur ein tabellarischer Ueberblick gegeben werden, der sich auf die Arbeiten I. O. beschränkt und der getrennt für Basismessungen, Winkelbeobachtung, astronomisch-geodätische Messungen und für die Netzausgleichung mitgeteilt wird. Hierbei stütze ich mich auf die in den Verhandlungen der Baltischen Geodätischen Kommission veröffentlichten Berichte über den Stand der astronomisch-geodätischen Arbeiten in der UdSSR., die die Arbeiten bis etwa 1935 bis 1936 umfassen<sup>9)</sup>.

#### 1. Basismessungen.

Sämtliche Grundlinien wurden nach dem Jäderin-Verfahren mit 24 m langen Invardrähten gemessen. Für die Eichung der Drähte wurden von der Militärtopographischen Verwaltung bis 1914 in Leningrad, Tiflis, Taschkent, Omsk, Irkutsk und Chabarowsk Komparatoren eingerichtet. Die Massvergleiche erfolgte mit einer 3 m langen Invarstange. 1925 wurde von der Hauptverwaltung für Geodäsie noch ein weiterer Komparator in Moskau eingerichtet. In der Regel wurden die bei den Basismessungen verwendeten Drähte vor und nach Beendigung der Feldarbeiten und auch während der Messungen geeicht. Hierbei wurden ab 1925 auch die Aenderungen der Ausdehnungskoeffizienten untersucht. Die Basismessungen selbst erfolgten über Stative und Bolzen, die mit feinen Strichkreuzen versehen sind. Die Grundlinien wurden zur Messung in Teilstrecken von 480 bis 720 m unterteilt und jede Teilstrecke mit 3 Drähten hin und zurück gemessen, wobei — in einem bestimmten Wechsel — insgesamt 6 Drähte verwendet wurden. Die Drähte wurden durch Gewichte von 10 Kilogramm gespannt. Der mittlere Längenfehler einer Basis von 8 bis 15 km konnte im allgemeinen unter 1 : 1 000 000 gehalten werden.

Zur Uebertragung der Grundlinien auf das Hauptnetz wurden in der Regel rhombische Vergrößerungsnetze so ausgewählt, dass ungefähr eine dreifache Vergrößerung der Grundlinien erreicht wurde.

Nach den Berichten der Baltischen Geodätischen Kommission wurden in der UdSSR.

<sup>8)</sup> Verhandlungen der 5. Tagung der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1931: Bericht über astronomisch-geodätische Arbeiten in der UdSSR. von Prof. Krassowsky, S. 79 bis 95;

Verhandlungen der 6. Tagung der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1933: Die geodätischen Arbeiten in S. S. S. R., Bericht von Prof. Krassowsky, S. 99 bis 109;

Verhandlungen der 7. Tagung der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1935: Bericht über die astronomisch-geodätischen Arbeiten in der UdSSR. von Prof. Krassowsky, S. 148 bis 161;

Verhandlungen der 8. Tagung der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1936: U. S. S. R. Bericht über die astronomisch-geodätischen Arbeiten von Prof. Krassowsky, S. 88 bis 95;

Verhandlungen der 9. Tagung der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1937: Bericht über die im Jahre 1935 in der U. S. S. R. ausgeführten astronomisch-geodätischen Arbeiten von S. Schirkow, S. 99 bis 109.

innerhalb der Triangulation I. O. folgende Grundlinien gemessen:

Von 1911 bis 1930 38 Grundlinien mit einer Gesamtlänge von 409 km<sup>9)</sup>,

1930 und 1931 31 Grundlinien mit einer Gesamtlänge von 289 km<sup>10)</sup>,

1932 und 1933 25 Grundlinien mit einer Gesamtlänge von 279 km<sup>11)</sup>,

1934 10 Grundlinien mit einer Gesamtlänge von 96 km<sup>12)</sup>,

1935 11 Grundlinien mit einer Gesamtlänge von 105 km<sup>13)</sup>.

Die Längen und die ungefähre Lage dieser Grundlinien sind aus Tab. 1 zu ersehen.

<sup>9)</sup> Davon entfallen auf den europäischen Teil der UdSSR. 36 Grundlinien mit 396 km Gesamtlänge.

<sup>10)</sup> Ausserdem wurden 1930 und 1931 noch 17 Grundlinien II. O. mit einer Gesamtlänge von 118 km gemessen.

<sup>11)</sup> Davon entfallen 18 Grundlinien auf den asiatischen Teil der UdSSR.

<sup>12)</sup> Davon gehören 9 Grundlinien dem Transsibirischen Parallelkreisbogen an.

<sup>13)</sup> Darunter ist eine Grundlinie II. O.

Tabelle 1.

Tabelle der Grundlinien.

(Die nachfolgende Tabelle ist aus den Veröffentlichungen der Balt. Geod. Kommission entnommen.)

Lfd. Nr.	Jahr der Messung	Basis	Länge in km	Geogr. Näherungskoord.	
				Breite	Länge
1	1911	Sablino . . . . .	12,7	59 36	30 47
2	1912	Schimsk . . . . .	12,9	58 14	30 45
3	1913	Orscha . . . . .	13,2	54 45	30 24
4	1913	Gomel . . . . .	18,3	52 17	31 2
5	1920	Malojaroslawetz . . . . .	13,9	55 0	36 27
6	1921	Fatesch . . . . .	10,9	51 56	35 53
7	1926	Perejaslawl . . . . .	13,8	50 1	31 33
8	1927	Tschaplino . . . . .	10,6	48 1	36 28
9	1924	Nikolajew . . . . .	11,2	46 56	32 24
10	1929	Dshankoy . . . . .	12,5	46 1	34 27
11	1928	Beshetzk . . . . .	10,5	57 56	36 51
12	1929	Belgorod . . . . .	10,8	50 25	36 7
13	1928	Mzensk . . . . .	6,9	53 12	35 29
14	1926	Aksay bei Rostow am Don . . . . .	10,6	47 23	39 50
15	1928	Wjasma . . . . .	3,8	55 20	34 7
16	1919	Tiflis . . . . .	7,4	41 43	44 48
17	1909	Omsk . . . . .	6,7	54 52	72 30
18	1911	Pawlograd . . . . .	17,0	52 13	77 0
19	1923	Rjasan . . . . .	9,9	54 43	39 28
20	1925	Schark . . . . .	9,1	54 21	41 32
21	1925	Saratow . . . . .	12,9	51 33	45 58
22	1925	Armawir . . . . .	9,3	45 13	40 51
23	1925	Uralsk . . . . .	7,6	51 16	51 23
24	1925	Djargatschoff . . . . .	5,2	51 15	48 48
25	1926	Rusajewka . . . . .	5,3	54 13	44 20
26	1926	Chwalinsk . . . . .	14,3	52 41	48 7
27	1926	Kamyschin . . . . .	10,0	49 52	45 29
28	1926	Tscheljabinsk . . . . .	10,7	55 4	61 50
29	1927	Uljanowsk . . . . .	18,9	54 18	48 20
30	1927	Stalingrad . . . . .	12,0	48 37	43 47
31	1928	Krapatschowo . . . . .	8,8	54 59	57 50
32	1928	Orsk . . . . .	8,9	51 17	58 40
33	1929	Tschyschmy . . . . .	12,5	54 40	55 5
34	1929	Perm . . . . .	9,1	57 58	56 20
35	1929	Tambow . . . . .	11,9	52 59	41 20
36	1929	Baku . . . . .	8,5	48 22	49 50
37	1929	Bogutschaki . . . . .	10,8	49 43	40 2
38	1929	Anna bei Woronesh . . . . .	10,1	51 34	40 11
39	1930	Balashow . . . . .	10,3	51 30	43 10

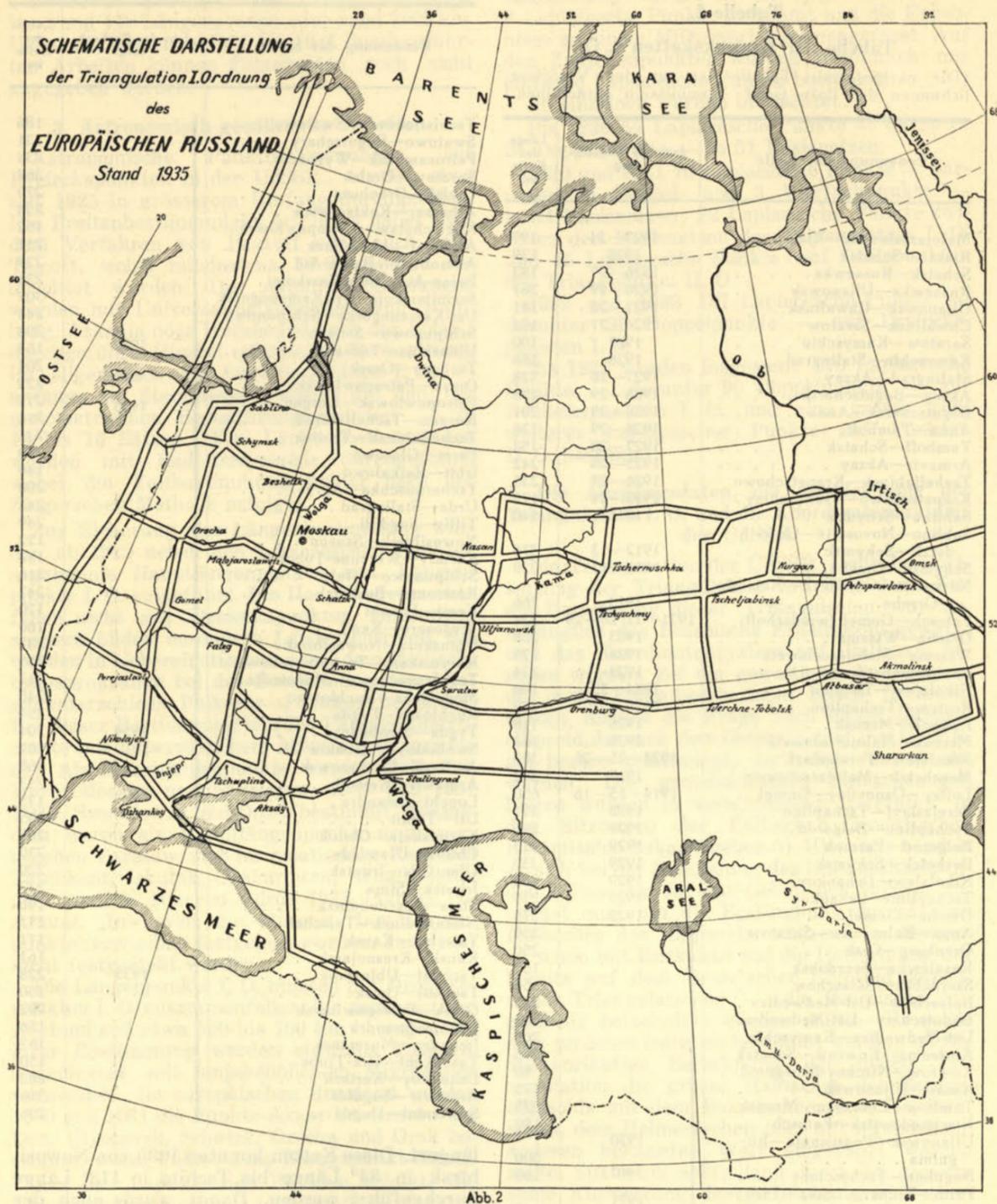
Lfd. Nr.	Jahr der Messung	Basis	Länge in km	Geogr. Näherungskoord.	
				Breite	Länge
40		Pogrusnaja	12,3	54 15	50 30
41		Tschernuschka	7,7	56 0	56 0
42		Werchneturinsk	7,2	58 5	59 50
43		Bugulma	7,5	54 25	53 10
44		Nischnedewitsk	10,6	51 35	38 0
45		Kowrow	9,1	56 10	41 30
46		Ust-Medwediza	16,8	49 40	43 5
47		Lebedjan	8,5	53 0	39 15
48		Syerdobsk	9,8	52 50	44 0
49		Lodeinoje Polje	8,9	60 40	33 15
50		Tcherepowets	7,0	59 0	38 0
51		Eeloje-Osero	6,2	60 10	37 0
52	1930	Irbyt	7,2	57 30	63 40
53	und	Kasan	8,3	56 20	49 30
54		Bajan-Aul	10,8	50 40	76 0
55	1931	Dschenarky	8,4	48 50	71 30
56		Orenburg	13,0	51 40	55 50
57		Kindelinsky	17,2	51 25	53 15
58		Syrjan	9,2	53 20	55 40
59		Karkaralynsk	9,2	49 10	75 40
60		Kurgan	12,8	55 20	65 50
61		Nischny-Nowgorod	9,6	56 20	44 0
62		Kostroma	10,0	57 30	41 20
63		Petrosawodsk	4,6	62 0	34 30
64		Wygosero	5,9	64 0	34 15
65		Fastow	6,5	50 0	30 0
66		Tiraspol	13,0	47 0	30 0
67		Krementschug	6,7	49 0	33 30
68		Belomorsky	5,2	66 0	33 0
69		Swatowo	10,0	49 30	39 30
70		Ssemijarsk	13,5	50 42	78 31
71		Ust-Kamenogorsk	8,7	50 2	82 36
72		Omsk	6,7	54 54	73 21
73		Tscheboksari	7,4	56 11	46 25
74		Petropawlowsk	12,8	54 52	70 0
75		Koktschetaw	7,8	53 32	69 25
76		Ubinskoje	8,0	55 11	79 7
77		Tschany	12,0	55 15	74 45
78		Ssusun	8,1	54 3	82 9
79		Nowosibirsk	10,4	55 3	84 25
80		Beloglasow	7,5	52 15	82 28
81	1932	Glasow	7,5	58 14	52 8
82	und	Agrys	8,2	56 37	52 45
83		Urda	25,0	49 4	47 38
84	1933	Kalmykow	12,4	49 8	51 45
85		Gurjew	8,7	47 27	51 30
86		Kartalinsk	19,9	53 30	61 50
87		Krasnojarsk	10,6	56 1	93 0
88		Prokopjewsk	10,1	53 30	86 50
89		Ulala	16,8	52 0	86 0
90		Tobolski	8,6	57 44	67 10
91		Dergatschew	23,4	51 22	49 9
92		Sugdidi	6,9	42 20	41 57
93		Taschkent	9,0	41 19	69 18
94		Chodschent (Ura-Tubinsk)	9,0	40 0	69 10
95		Kertsch	9,3	45 15	37 45
96		Turkestan	8,6	43 10	68 30
97		Kansk	9,2	50 20	95 40
98		Karymskaja	6,5	51 33	114 10
99		Tschernyschewsk	8,7	52 26	116 45
100	1934	Mogotscha	6,8	53 39	119 56
101		Ruchlowo	8,1	54 3	123 20
102		Tygda	8,6	53 15	126 14
103		Swobodny	8,4	51 26	128 11
104		Archara	7,3	49 19	130 14
105		Nishne-Tambowsk	14,1	50 56	138 14
106		Chilok	6,6	51 22	110 45
107		Ulan Ude	10,9	51 45	107 28
108		Irkutsk	8,9	52 16	104 7
109		Sima	8,8	53 51	101 53
110	1935	Niszne-Udinsk	9,2	54 50	98 59
111		Taischet	11,0	55 58	97 50
112		Atschinsk	13,2	55 54	89 50
113		Karasu	12,1	53 45	77 45
114		Dugda	13,9	53 5	129 58
115		Balaschow	10,3	51 30	43 15

## 2. Die Winkelbeobachtungen I. O.

Für die Horizontalwinkelmessung wurden geodätische Universalinstrumente von Hildebrand und Bamberg mit 21 cm Horizontalkreisdurchmesser und die grossen 27,5 cm Hildebrandtheodolithe mit Versicherungsfernrohr und Okular-Mikrometer verwendet. Beobachtet wurde nach dem Schreiberschen Verfahren der Winkelbeobachtung in allen Kombinationen mit dem Gewicht 24. Dabei wurde stets das Versicherungsfernrohr auf eine Zielmarke in 1 km Entfernung von der Station eingerichtet. Die Beobachtungen erfolgten etwa zwischen 17 Uhr und 1 Uhr früh, tags nach Heliotropenlicht, nachts nach Azetylenlicht und nach elektrischen Lampen. Für die Beobachtung einer Richtung waren 3 bis 4 Fadeneinstellungen des Okularmikrometers des Hauptfernrohrs und gleichzeitig 3 oder 4 Einstellungen des Versicherungsfernrohrs vorgeschrieben. Die Ablesung des Horizontalkreises erfolgte wie üblich mit 2 Mikrometern. Um den Einfluss der Seitenrefraktion zu begegnen, wurde ab 1931 vorgeschrieben, dass jeder Visurstrahl mindestens 8 m über den Boden oder Wald verlaufen müsste.

Von 1911 bis 1930 wurden Dreiecksketten von insgesamt 9800 km Länge mit über 700 Dreiecken beobachtet. Davon entfallen auf die Jahre 1928 und 1929 je 1500 km, 1930 konnten Dreiecksketten mit rund 3000 km, 1931 mit 3500 km, 1932 und 1933 mit zusammen 6400 km, 1934 mit 3300 km und 1935 mit 3500 km Länge beobachtet werden. Hierbei waren von 1930 bis 1935 jährlich etwa 25 bis 30 Beobachtergruppen eingesetzt. Bei diesen Zahlenangaben ist zu beachten, dass sie nur die Dreiecksketten umfassen, auf denen die Beobachtungen in den einzelnen Jahren abgeschlossen werden konnten. Werden auch noch die Dreiecksketten beachtet, auf denen die Beobachtung begonnen, aber im selben Jahre nicht mehr abgeschlossen werden konnte, und die Ketten eingerechnet, auf denen die Beobachtungsgerüste gebaut wurden, so waren ab 1930 jährlich Dreiecksketten I. O. von etwa 5000 bis 6000 km Länge in Arbeit.

In Abb. 2 und Tab. 2 sind die bis 1935 beobachteten und geplanten Dreiecksketten und deren Längen zusammengestellt. Der Meridianbogen Pulkowo—Nikolajew, der fast bis Murmansk nach Norden verlängert wurde, bildet mit seinen Verbindungsketten zum Struve-Tennerschen-Meridianbogen die westliche Begrenzung der Polygone I. O. Hieran schliesst sich eine gewaltige ununterbrochene Kette von Polygonen I. O. zwischen dem 56. und 51. Breitengrad an, die sich bis zum Stillen Ozean erstreckt und das Rückgrat der russischen Vermessung bildet. Bis 1931 konnte fast das ganze europäische Russland — etwa bis zur Linie Murmansk—Onega-See—Wologda—Kasan und von hier der Wolga folgend bis Stalingrad und dann nach Westen abzweigend nach Rostow mit einer Verlängerung nach Süden bis Armawir — mit Hauptketten überzogen werden. Darüber hinaus



wurden bis 1931 noch eine Reihe zwischen Baku und Tiflis und weitere Reihen auf den Parallelkreisbogen in 55° und 51° Breite bis Tscheljabinsk und Akmolinsk, sowie das sogenannte Ural-Polygon (Tschyschmy, Tschermaska—Perm—Wel. Tura—Irbit—Kamensk, Tscheljabinsk—Kratpatschowo—Tschyschmy) vollständig beobachtet. 1932 und 1933 wurden Arbeiten in den verschiedensten Gebieten, z. B. die Reihen

Wygosero—Kemj—Imanelsa entlang der Murmansk-Bahn, die Reihe Tiflis—Sugdidi quer durch den Kaukasus, weitere Reihen im westlichen und mittleren Kasachstan und im südlichen Teil des westsibirischen Flachlands durchgeführt. Hierbei wurden die Ketten auf dem 51. und 56. Breitenkreis von Akmolinsk über Semipalatinsk und von Tscheljabinsk über Petropawlowsk und Omsk bis Nowosibirsk ver-

Tabelle 2.

## Tabelle der Dreiecksketten I. O.

(Die nachfolgende Tabelle ist aus den Veröffentlichungen der Balt. Geod. Kommission entnommen.)

Benennung der Kette	Jahr der Beobachtung	Länge der Kette km
Malojaroslawetz—Rjasan . . . . .	1923—24	197
Rjasan—Schatzk . . . . .	1925	139
Schatzk—Rusaewka . . . . .	1926—27	183
Rusaewka—Uljanowsk . . . . .	1926—29	261
Uljanowsk—Chwalinsk . . . . .	1927—28	181
Chwalinsk—Saratow . . . . .	1926—27	194
Saratow—Kamyschin . . . . .	1927	190
Kamyschin—Stalingrad . . . . .	1928	186
Stalingrad—Aksay . . . . .	1927—28	328
Aksay—Bogutscharsk . . . . .	1928—29	278
Bogutscharsk—Anna . . . . .	1928—29	207
Anna—Tamboff . . . . .	1928—29	176
Tamboff—Schatzk . . . . .	1927—28	153
Armawir—Aksay . . . . .	1925—26	242
Tscheljabinsk—Krapatschowo . . . . .	1926—28	235
Krapatschowo—Tschyschmy . . . . .	1928—29	175
Sablino—Schymysk . . . . .	1911	140
Sablino—Novoselje—Gorodetzki—Schymysk . . . . .	1912—13	376
Schymysk—Orscha . . . . .	1912—13	370
Novoselje—Gorodezk—Nemesh—Orscha . . . . .	1913	766
Fatesch—Gomel (wiederholt) . . . . .	1921—22; 28—29	324
Orscha—Wjasma . . . . .	1923	228
Wjasma—Malojaroslawetz . . . . .	1924	125
Perejaslawl—Gomel . . . . .	1924	234
Nikolajew—Tiraspol . . . . .	1924—25	196
Rostow—Tschaplino . . . . .	1925—27	252
Fatesch—Mzensk . . . . .	1926	118
Mzensk—Malojaroslawetz . . . . .	1926	184
Nikolajew—Perejaslawl . . . . .	1924—25—26	303
Meschetzki—Malojaroslawetz . . . . .	1927	302
Loitzy—Osnovitzy—Gomel . . . . .	1914—15—16	650
Perejaslawl—Tschaplino . . . . .	1928	377
Tschaplino—Belgorod . . . . .	1929	241
Belgorod—Fatesch . . . . .	1929	175
Beshetzki—Schymysk . . . . .	1929	330
Nikolajew—Dshankoy . . . . .	1929	200
Tschaplino—Dshankoy . . . . .	1929	275
Orscha—Gomel . . . . .	1922	275
Anna—Balaschow—Saratow . . . . .		350
Orenburg—Orsk . . . . .		250
Rusajewka—Sserdobsk . . . . .		150
Sserdobsk—Balaschow . . . . .		150
Balaschow—Ust-Medwediza . . . . .		225
Bodutschary—Ust-Medwediza . . . . .		200
Ust-Medwediza—Kamyschin . . . . .		200
Kostroma—Kowrow—Schatzk . . . . .		375
Kowrow—Nischny-Nowgorod . . . . .		80
Kasan—Uljanowsk . . . . .		175
Tambow—Lebedjan—Mzensk . . . . .		325
Nischnedewitski—Fatesch . . . . .		180
Uljanowsk—Pogrusnaja—Bugulma . . . . .	1930	300
Bugulma—Tschyschmy . . . . .	und	150
Perm—Tschernuschka—Tschyschmy . . . . .	1931	440
Tschyschmy—Syrgasch—Orenburg . . . . .		350
Perm—Werchoturje . . . . .		220
Werchoturje—Irbis . . . . .		240
Irbis—Kamenski—Sawod—Tscheljabinsk . . . . .		320
Dschenarky—Karkaralinsk . . . . .		300
Baku—Jewlach—Tiflis . . . . .		400
Sablino—Lodeinoje Pole—Petrosawodsk—Beloje Osero—Tscherepjetski—Beshetzki . . . . .		850
Petrosawodsk—Belomorskaja . . . . .		270

Benennung der Kette	Jahr der Beobachtung	Länge der Kette km
Tschistjakowo—Swatowo . . . . .		186
Swatowo—Bogutschary . . . . .		131
Petrosawodsk—Wygosero . . . . .		234
Saratow—Uralsk . . . . .		364
Uralsk—Orenburg . . . . .		270
Atbassar—Koktschetaw . . . . .		233
Koktschetaw—Petropawlowsk . . . . .		152
Atbassar—Akmolinsk . . . . .		211
Akmolinsk—Bajan-Aul . . . . .		239
Bajan-Aul—Ssemijarskoje . . . . .		234
Ssemijarskoje—Ust-Kamenogorsk . . . . .		302
Ust-Kamenogorsk—Schipunowo . . . . .		248
Schipunowo—Ssusun . . . . .		204
Ubinskoje—Tschany . . . . .	1932	153
Tschany—Omsk . . . . .	und	204
Omsk—Petropawlowsk . . . . .		222
Petropawlowsk—Kurgan . . . . .	1933	273
Kurgan—Tscheljabinsk . . . . .		254
Tscheljabinsk—Troitzk . . . . .		235
Perm—Glasowo . . . . .		140
Irbis—Baikalowo . . . . .		140
Tschernuschka—Agrys . . . . .		200
Urda—Stalingrad . . . . .		243
Tiflis—Sugdidi . . . . .		249
Nowosibirsk—Ssusun . . . . .		122
Kartaly—Werchne-Tobolsk . . . . .		182
Schipunowo—Ulala . . . . .		216
Kostroma—Beshetzki . . . . .		247
Kemj—Louchi . . . . .		120
Wygosero—Kemj . . . . .		160
Ubinskoje—Nowosibirsk . . . . .		237
Karymskaja—Tschernyschowo . . . . .		255
Tschernyschowo—Mogotscha . . . . .		312
Mogotscha—Ruchlowo . . . . .		240
Ruchlowo—Tygda . . . . .		254
Tygda—Swobodnyi . . . . .	1934	204
Swobodnyi—Archara . . . . .		307
Archara—Chabarowsk . . . . .		368
Armawir—Kertsch . . . . .		253
Louchi—Imandra . . . . .		175
Uil—Temir . . . . .		225
Karimskaja—Chilok . . . . .		260
Chilok—Ulan-Ude . . . . .		230
Ulan-Ude—Irkutsk . . . . .		220
Irkutsk—Sima . . . . .		232
Sima—Nisneudinsk . . . . .		196
Nisneudinsk—Taischet . . . . .		173
Taischet—Kansk . . . . .		171
Kansk—Krasnojarsk . . . . .		161
Tschani—Ubinskoje . . . . .	1935	228
Tschani—Omsk . . . . .		150
Omsk—Petropawlowsk . . . . .		202
Louhi—Imandra . . . . .		156
Imandra—Murmansk . . . . .		162
Taschkent—Ura-Tjube . . . . .		150
Dshankoy—Kertsch . . . . .		282
Armawir—Sugdidi . . . . .		316
Swobodni—Dugda . . . . .		206

längert. Diese Ketten konnten 1935 von Nowosibirsk in 84° Länge bis Tschita in 112° Länge durchgeführt werden. Damit wurde auch der Anschluss an das 1934 bearbeitete Teilstück Tschita—Chabarowsk in 138° Länge erreicht. Der Bogen Nowosibirsk bis Chabarowsk, der sich über rund 54 Längengrade erstreckt und dessen Beobachtung 1936 vollständig abgeschlossen werden konnte, wird als transsibirischer Parallelbogen bezeichnet. Damit erreichte der gesamte Parallelbogen, der vom Struve-Tennerschen-Meridianbogen ausgeht und zwischen 51° und 56° Breite durchgehend bis

Chabarowsk verläuft, eine Längserstreckung von rund 110 Längengraden oder rund 7500 km. Ueber die von etwa 1935 bis 1941 durchgeführten Arbeiten können Einzelheiten noch nicht angegeben werden.

## 3. Astronomisch-geodätische Arbeiten.

Astronomische Punktbestimmungen auf Dreieckspunkten in der UdSSR. wurden etwa seit 1925 in grösserem Umfang durchgeführt. Die Breitenbestimmungen erfolgten dabei nach dem Verfahren von Pevzoff oder auch nach Talcott, wobei mindestens 12 Sternpaare beobachtet wurden. Die Azimutbeobachtungen wurden mit Universalinstrumenten von Bamberg, Askania oder Hildebrand nach der Polaris durchgeführt. Hierbei erfolgte die Beobachtung im allgemeinen auf Dreieckspunkten I. O. — anfangs auf Steinpfeilern, später auf den trigonometrischen Beobachtungsgerüsten — in 12 bis 16 Sätzen. Die Längenbestimmungen wurden mit Radiotelegraphie durchgeführt, wobei die Zeitbestimmung immer nach der Zingerschen Methode erfolgte.

Zur Sicherung der Längenbestimmung wurden ab 1929 neben den Laplaceschen Punkten sogenannte Hauptlängenpunkte und Längenpunkte I. O. eingeführt. Die Hauptlängenpunkte fallen nicht mit Dreieckspunkten zusammen, sondern bilden besondere Landeszentralen. Sie wurden in Übereinstimmung mit dem Beobachtungsprogramm bei der Bestimmung des Längenunterschieds Pulkowo—Potsdam bestimmt. Bei dieser Bestimmung wurden Passage-Instrumente mit unpersonlichem Mikrometer verwendet. Als Hauptlängenpunkte wurden 1929 Pulkowo, Moskau und Nikolajew, 1930 und 1931 Tiflis, Swerdlowsk und Omsk bestimmt. Ausserdem waren als Hauptlängenpunkte noch vorgesehene Saratow und im asiatischen Russland Taschkent, Irkutsk, Chabarowsk, Wladiwostok und Jakutsk. Hiervon wurde 1935 Jakutsk bestimmt. Inwieweit die übrigen Hauptlängenpunkte inzwischen festgelegt wurden, kann hier nicht festgestellt werden.

Die Längenpunkte I. O. müssen mit Dreieckspunkten I. O. zusammenfallen, ihr gegenseitiger Abstand soll etwa 500 bis 700 km betragen. Zu ihrer Bestimmung werden ebenfalls Passageinstrumente mit unpersonlichem Mikrometer verwendet. Im europäischen Russland wurden 1930 und 1931 die Punkte Aksay bei Rostow am Don, Uljanowsk, Schatzki, Orscha und Orsk bestimmt, wobei Pulkowo als Bezugspunkt diente.

Auf den Laplaceschen Punkten erfolgte die Längenbestimmung mit Universalinstrumenten oder Zenitteleskopen im Anschluss an Längenpunkte I. O. Die Laplaceschen Punkte selbst werden eingeteilt in Knotenpunkte — die in der Regel in den Basisnetzen liegen, ihr gegenseitiger Abstand beträgt demnach 250 bis 300 km — und in Zwischenpunkte — diese liegen in der Regel zwischen benachbarten Basisnetzen, ihr Abstand von den Knotenpunkten und untereinander beträgt etwa 80 bis 100 km. In den

Basisnetzen wurden in der Regel mindestens 2 Laplacesche Punkte bestimmt und die Ergebnisse zu einem Mittelwert zusammengefasst. Auf den Zwischenpunkten wurden gewöhnlich nur einfache Laplacesche Punkte bestimmt.

Im einzelnen wurden beobachtet:

Bis 1930 55 Laplacesche Punkte — darunter 24 Doppelpunkte — in 31 Basisnetzen.

1930 und 1931 70 Laplacesche Punkte — darunter 29 Doppel- und 3 Vierfachpunkte — in 34 Basisnetzen; 22 Laplacesche Punkte zwischen den Basisnetzen der Triangulation I. O. und 45 Laplacesche Punkte auf Basispunkten der Triangulation II. O.

1932 und 1933 137 Laplacesche Punkte — darunter 25 Doppelpunkte — auf Dreieckspunkten I. O.

Bis 1935 wurden insgesamt 270 Laplacesche Punkte — darunter 90 Doppelpunkte — auf Dreieckspunkten I. O. und eine grosse Zahl weiterer Laplacescher Punkte auf Punkten II. O. bestimmt.

## 4. Die Ausgangsdaten, die Ausgleichung der Triangulation I. O. und die Koordinatensysteme der UdSSR.

Die Triangulation der UdSSR. stellt die Fortsetzung der Triangulation von 1910 dar. Für die Berechnung dieser Triangulation war ursprünglich das Besselsche Erdellipsoid gewählt und das Koordinatensystem auf Pulkowo bezogen worden. Bei der gewaltigen Ausdehnung der in der Folge bearbeiteten neuen Dreiecksketten, musste die Frage nach einem Bezugsellipsoid, das sich dem Gesamtgebiet der UdSSR. am besten anschmiegt, besonders untersucht werden. Die grundsätzlichen Betrachtungen hierzu wurden in verschiedenen Referaten in den Sitzungen der Baltischen Geodätischen Kommission bekanntgeben.<sup>14)</sup> Hiernach handelt es sich bei der Ermittlung des bestanschliessenden Ellipsoids für das Gebiet der UdSSR. zunächst nur um die Bestimmung der grossen Halbachse des Ellipsoids, während im übrigen — schon mit Rücksicht auf die Umformung der bereits auf dem Besselschen Ellipsoid berechneten Triangulationen — die Besselsche Abplattung beibehalten werden sollte. Es sollte also zunächst lediglich bestimmt werden, ob für die vorläufige Berechnung der neuen Triangulation die grosse Halbachse des Bezugsellipsoids mit dem Besselschen, dem Hayfordschen, dem Helmertschen oder mit irgendeinem anderen bekannten Wert eingeführt werden sollte. Späterhin sollte dann durch die gemeinsame Auswertung des gesamten sowjetischen

<sup>14)</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen in den Veröffentlichungen der Balt. Geod. Kommission, Helsinki 1931, S. 92, 268 und 269, 1933, S. 116 und die Aufsätze „Die gegenwärtigen Grundaufgaben der geodätischen Wissenschaft und die Bedeutung der Sowjetischen Geodäsie für deren Lösung“ von J. M. Gubkin, und „Ueberlegungen über die Bestimmung eines für die geodätischen Arbeiten in der UdSSR. geeigneten Ellipsoids“ von F. N. Krassowsky im II. Teil der Verhandlung der 7. Tagung der Balt. Geod. Kommission, Helsinki 1935, S. 1 bis 9 und 174 bis 193.

und internationalen astronomisch-geodätischen und gravimetrischen Beobachtungsmaterials ein neues internationales Erdellipsoid abgeleitet werden. Dieses Ellipsoid hätte dann der Welt als „Sowjet-Ellipsoid“ vorgegeben werden und hätte insbesondere auch als Bezugsfläche für die endgültige Bearbeitung der sowjetischen Triangulationen dienen sollen. Bei der Ableitung der Ausmasse dieses Ellipsoides sollten auch die Grundkoordinaten des Ausgangspunktes, das grundlegende Azimut für die gesamte Triangulation der UdSSR. und die Abweichungen des Ellipsoides vom Geoid sowie der Zusammenhang zwischen dem Ellipsoid und der physischen Erdoberfläche oder dem Gelände bestimmt werden. Der Berechnung eines solchen Ellipsoides stellten sich praktisch grosse Schwierigkeiten entgegen. Vor allem hätte die Berechnung erst nach Abschluss aller Beobachtungen und der Netzausgleichung und nach einer vorläufigen Berechnung der gesamten Triangulation durchgeführt werden können. Hierbei bedürfte allein die Ausgleichung eines so gewaltigen Netzes noch so umfangreicher Untersuchungen und Berechnungen, dass der Abschluss der Bestimmung des Sowjet-Ellipsoides trotz aller Anstrengungen kaum abzusehen war. Andererseits verlangte die wirtschaftliche und militärische Kriegsrüstung der UdSSR. eine vordringliche Berechnung von Gebrauchskoordinaten.

Zur praktischen Klärung der Frage, inwieweit die Ausmasse des Besselschen Ellipsoides von den Ausmassen eines Ellipsoides abweichen, das sich dem von den neuen Triangulationen I. O. bedeckten europäischen Teil der UdSSR. am besten anschmiegt, wurden 1930 vom Staatlichen Institut für Geodäsie und Kartographie umfangreiche Berechnungen durchgeführt. Hierbei wurde lediglich die grosse Halbachse des bestanschliessenden Ellipsoides bestimmt, während für die Abplattung der Besselsche Wert beibehalten wurde. Hierfür waren zwei Gründe massgebend. Einmal versuchte man — wie schon oben gesagt — bei einem etwa erforderlichen Uebergang auf ein anderes Ellipsoid durch die Beibehaltung der Abplattung verhältnismässig einfache Formeln für die Umformung der vorliegenden Triangulationen zu erhalten — es hätte dann lediglich eine Masstabsänderung durchgeführt werden müssen —, zum anderen war man sich darüber klar, dass die mittleren Breiten, in denen sich die Triangulationen im wesentlichen erstreckten, für eine genaue Bestimmung der Abplattung wenig geeignet sind.

Für diese Berechnungen standen 9 Punkte des Struve-Tennerschen Meridianbogens — in denen jedoch nur Breiten bestimmt waren — und 43 Laplacesche Punkte der neuen Triangulation I. O. und 10 Laplacesche Punkte der Triangulation II. O., also insgesamt 52 astronomische Punkte zur Verfügung. Hierbei ergab sich für den Besselschen Wert der grossen Halbachse eine Verbesserung von +684 m mit einer mittleren Unsicherheit von  $\pm 178$  m. Gleichzei-

tig fand man für die Komponenten der Lotabweichungen in Pulkowo

$$\xi = -0,47'' \pm 0,6''$$

$$\text{und } \eta = -2,71'' \pm 0,6''.$$

Mit Rücksicht auf die Unsicherheit dieser Ergebnisse wurde zunächst die Frage nach der Form des Bezugsellipsoides zurückgestellt. Aus praktischen Erwägungen — insbesondere weil der grösste Teil der im europäischen Russland vorliegenden Triangulationen auf das Besselsche Ellipsoid bezogen und im Koordinatensystem von Pulkowo berechnet worden war — wurde auch für die neue Triangulation der UdSSR. das Besselsche Ellipsoid und das System von Pulkowo beibehalten.

Auch bei der Festlegung des Ausgleichungsverfahrens musste auf die bereits vorhandenen Triangulationen niederer Ordnung im europäischen Russland weitgehend Rücksicht genommen werden. Diese Rücksichtnahme war vor allem deshalb erforderlich, weil gerade in diesem Raum möglichst schnell für den Angriff der Roten Armee auf Europa ein einheitliches Festpunktfeld geschaffen werden musste. Die Sowjetunion entschloss sich daher schon 1922, die gesamte Triangulation durch die Meridiankette Pulkowo—Nikolajew in zwei, der Entwicklung nach verschiedene Teile zu trennen. Oestlich dieser Meridiankette sollte die gesamte Triangulation neu aufgebaut und auf eine einheitliche Ausgleichung gestützt werden, während westlich dieser Kette — schon wegen der Verbindung mit den europäischen Staaten — die bereits bestehenden Systeme zunächst durch Näherungsverfahren zusammengefasst werden sollten. Dieses westliche Gebiet wurde inzwischen tatsächlich fast vollständig mit einer einheitlichen Triangulation überarbeitet, wobei die alten und neuen Triangulationen durch einfache Verfahren verbunden wurden. Hierbei konnte allerdings nicht vermieden werden, dass zwischen einzelnen Teilnetzen Klaffungen bestehen, die vielfach 10 bis 20 m erreichen. Bemerkenswert für diese Arbeiten ist jedoch, dass es den Sowjets gelungen ist, in verhältnismässig kurzer Zeit wenigstens für das Gebiet des europäischen Russlands für den Truppengebrauch einheitliche Koordinaten zu berechnen, diese in geheimen Katalogen zusammenzufassen und der Truppe zur Verfügung zu stellen. Weiter ist hier bemerkenswert, dass die Sowjets im Zuge ihrer Angriffsvorbereitung diese Umrechnungen weit nach Westen vortrieben und insbesondere das polnische Gebiet, die baltischen und südosteuropäischen Staaten in die Bearbeitung einbezogen.

Im Rahmen dieser Arbeiten liegen auch die Bestrebungen der Sowjets, die geplanten Verbindungen der Meridiankette Pulkowo—Nikolajew mit dem Struve-Tennerschen Bogen über polnisches und rumänisches Gebiet und die beabsichtigte und 1936 begonnene Verbindung der Meridiankette Pulkowo—Murmansk mit den finnischen Ketten herzustellen. Wegen dieser fehlenden Verbindungen konnte die schon 1910

beschlossene Ausgleichung der 5 westlichen Polygone (Abb. 1) nicht durchgeführt werden. Es konnten lediglich die beiden nördlichsten Polygone ausgeglichen werden. Diese zwei Polygone wurden seinerzeit nach dem sogenannten „Britannischen Verfahren“ ausgeglichen. Dabei wurden zunächst in den einzelnen Dreiecken die Dreieckswidersprüche gleichmässig auf die 3 Winkel verteilt. Diagonalen blieben unbeachtet. In der eigentlichen Polygonausgleichung mussten dann die Basis- und Azimutbedingungen sowie die Polygonschlüsse in Länge und Breite beachtet werden und die Auflösung der Bedingungsgleichungen so erfolgen, dass die bereits erfüllten Dreiecksbedingungen erhalten blieben. Die Azimutbedingungen wurden hierbei unmittelbar für die in den Basisnetzen astronomisch beobachteten Azimute aufgestellt. Die Reduktion zu Laplaceschen Azimuten konnte nicht durchgeführt werden, weil seinerzeit für die Triangulation noch keine astronomischen Längenbestimmungen vorlagen. Die Ergebnisse dieser Ausgleichung wurden 1924 veröffentlicht.<sup>15)</sup> Die Koordinatenberechnung erfolgte hierbei im Koordinatensystem von Pulkowo 1910.

Für die Ausgleichung der ostwärts der Meridiankette Pulkowo—Nikolajew gelegenen Dreiecksketten und Polygone wurden die von Prof. F. N. Krassowsky reformierte Helmertsche Methode zur Ausgleichung astronomisch-geodätischer Netze verwendet, wobei sich Krassowsky auch die Erfahrungen bei der amerikanischen Bowie-Ausgleichung zunutze machte. Im Rahmen des vorliegenden Aufsatzes sollen nur die Merkmale dieser Ausgleichungsmethode und die bisher ausgeglichenen Polygone aufgezeigt werden. Im übrigen darf auf die hierüber erschienene Literatur<sup>16)</sup> und auf eine demnächst erscheinende Arbeit des Verfassers „Die Ausgleichung der russischen Triangulation“ hingewiesen werden.

Krassowsky unterteilt die Gesamtausgleichung in 4 Rechnungsgänge: Im ersten Rechnungsgang werden die Kettenabschnitte oder Teilstücke zwischen zwei aufeinander folgenden Basisnetzen nach Richtungen ausgeglichen. Hierbei werden die Dreiecksgleichungen — im Falle von Zentralsystemen oder Diagonalenvierecken auch die betreffenden Seitengleichungen —, die Basisanschlüsse und Laplaceschen Gleichungen berücksichtigt. Die Basisanschlüsse

erfolgen an die Ausgangsseiten, die aus der Ausgleichung der Basisnetze hervorgehen, die in der Regel ebenfalls nach Richtungen ausgeglichen werden.

Im zweiten Rechnungsgang werden die Dimensionen des Referenzellipsoides und die geodätischen Ausgangsdaten bestimmt. Hierbei soll vor allem untersucht werden, welches von den gebräuchlichen Ellipsoiden für die Bearbeitung der neuen Triangulationen in der UdSSR. verwendet werden soll. Wie schon oben erwähnt, wurde für die vorläufigen Ausgleichungen hierfür in der Folge das Besselsche Ellipsoid gewählt.

Nach der Ausgleichung der Teilketten werden diese durch geodätische Linien ersetzt und mit diesen — an Stelle der aus Dreiecksketten gebildeten Polygone — ein astronomisch-geodätisches Netz gebildet. Die Ausgleichung dieses astronomisch-geodätischen Netzes wird — allerdings mit wesentlichen Abänderungen — nach dem Helmertschen Verfahren durchgeführt. Durch diese Ausgleichung, die den dritten Rechnungsgang bildet, werden die Endpunkte der geodätischen Linien, die die Knotenpunkte des astronomisch-geodätischen Netzes darstellen, endgültig auf dem gewählten Bezugsellipsoid festgelegt.

Im vierten Rechnungsgang werden dann die geodätischen Linien wieder durch die entsprechenden Dreiecksketten ersetzt. Hierzu müssen die gemeinsamen Dreiecke der in den Knotenpunkten zusammenlaufenden Dreiecksketten zunächst voneinander getrennt werden. Dies geschieht einfach in der Weise, dass die gemeinsamen Dreiecke zu Knotennetzen zusammengefasst werden. Diese Knotennetze werden dann als freie Netze nach den beobachteten Winkeln oder Richtungen je für sich ausgeglichen. Nach der Feststellung des Masstabs und der Orientierung können dann sämtliche Punkte der Knotennetze im Anschluss an die endgültigen Koordinaten der Knotenpunkte endgültig berechnet werden. Erst nach der Festlegung der Knotennetze können dann die Teilstücke der Dreiecksketten zwischen je zwei festen Knotennetzen unter Beachtung des Anschlusszwangs in Länge und Breite endgültig eingefügt werden. Diese Ausgleichung der Teilstücke erfolgt nach Winkeln, wobei man sich weitgehend an die entsprechende Ausgleichung beim Bowie-Verfahren hält. Nach dieser Ausgleichung können sämtliche Punkte der Dreiecksketten koordiniert und damit das Hauptnetz endgültig festgelegt werden.

Da das Verfahren von Krassowsky bei mehr als 15 Polygonen schwerfällig wird, wurde von Krassowsky für die Ausgleichung des Gesamtgebietes eine Unterteilung des Gesamtgebietes der UdSSR. in 3 Teile vorgeschlagen, wobei jeder Teil etwa 15 bis 20 Polygone umfassen sollte. Diese 3 Teile sollten dann nachträglich zusammengefasst werden. Dieser Plan wurde 1936 durch einen neuen Vorschlag des Prof. N. A. Urmajew überholt, der eine neue Methode der

<sup>15)</sup> Beilage zum II. Teil des 73. Bd. der Aufzeichnungen des Milit. Topogr. Korps, Materialien für die Triangulation I. O. im europäischen Teil der UdSSR., Ausgabe 6, Bearbeitung und Untersuchung des I. und II. Polygons der Triangulation I. O. des Korps der Militärtopographen 1910 bis 1916, zusammengestellt vom Militärtopographen S. Fehl unter Teilnahme und Redaktion von A. Auzan.

<sup>16)</sup> F. N. Krassowsky: „Methoden zur Ausgleichung der Triangulation I. O. in der UdSSR.“, Arbeiten des Staatlichen Institutes für Geodäsie und Kartographie, 2. und 5. Serie 1932.

Notizen und Aufsätze über die Art dieser Ausgleichung finden sich auch in den Veröffentlichungen der Balt. Geod. Kommission, 5. Tagung, Helsinki 1931, S. 92 und 93, S. 266 bis 275, 6. Tagung, Helsinki 1933, S. 109 bis 118.

Ausgleichung umfangreicher astronomisch-geodätischer Netze nach vermittelnden Beobachtungen vorschlug. Hiernach sollten nach der Berechnung der Längen und Azimute der geodätischen Linien zwischen den Knotenpunkten des astronomischen geodätischen Netzes diese Knotenpunkte vorläufig koordiniert werden. Dann können die Polyongleichungen aufgestellt und so aufgelöst werden, dass sich die wahrscheinlichsten Verbesserungen der Koordinaten und der Azimute der Knotennetze ergeben.

Von den praktisch tatsächlich durchgeführten Ausgleichungen sind bis 1937 folgende bekannt geworden:

1. Die Ausgleichung von 8 Polygonen zwischen den Meridianketten Pulkowo—Nikolajew und Uljanowsk—Saratow—Stalingrad<sup>17)</sup>;
2. die Ausgleichung des Uralpolygons Wel. Tura — Irbit — Kamensk — Tscheljabinsk—Kratpatschowo—Tschyschmy<sup>17)</sup>;
3. die Ausgleichung des Polygons Kasan—Tschernuschka — Tschyschmy — Uljanowsk;
4. die Ausgleichung von 5 Polygonen zwischen 51° und 56° Breite und den Meridianketten Uljanowsk — Saratow und Nowosibirsk — Ust-Kamenogorsk;
5. die Ausgleichung des Polygons Akmo-linsk — Bajan-Aul — Karkaralinsk — Dshanarki (Uspenskisches Bergwerk).

Diese Ausgleichungen wurden nach der Methode von Krassowsky durchgeführt, wobei sämtliche Polygone zur Vereinfachung der Rechenarbeit zu Vierecken reduziert wurden.

In Abb. 3 sind die Polygone 1 bis 8 und das Uralpolygon mit den Anschlussfehlern in Breite und Länge sowie den Längen- und Richtungsverbesserungen der geodätischen Linien des astronomisch-geodätischen Netzes dargestellt. Die einheitliche Koordinierung der Polygone 1 bis 8 erfolgte durch polygonweise fortlaufende Uebertragung der Koordinaten und Azimute von Sablino aus. Für die Koordinierung dieser Polygone wurden 1932 für die Festlegung des Ausgangspunkts der Triangulation, des Zentrums des runden Saales der Sternwarte in Pulkowo, die Ergebnisse neuerer astronomischer Bestimmungen verwendet. Für die Ausgangskoordinaten von Pulkowo wurden hierbei die Werte

$$B_0 = 59^{\circ} 46' 18,71''$$

und  $L_0 = 30^{\circ} 19' 38,55''$  ostwärts von Greenwich angenommen. Da die Sternwarte Pulkowo selbst nicht zum Hauptnetz gehört, sondern mit diesem nur durch das Signal A des Sablinschen Basisnetzes verbunden ist, wurden diese Ausgangswerte geodätisch auf das Signal A übertragen. Für das Signal A des

<sup>17)</sup> Vgl. Krassowsky „Die Ausgleichung der Triangulation I. O. in S. S. R. bis 1930“, Veröffentl. der Balt. Geod. Kommission, 6. Tagung 1933, S. 109 bis 118.

Sablinschen Basisnetzes wurden hierbei die Werte

$$B_A = 59^{\circ} 46' 15,519''$$

$$\text{und } L_A = 30^{\circ} 19' 24,778'' \text{ gefunden.}$$

Für die Orientierung des gesamten Netzes musste das grundlegende Azimut für den nächsten Laplaceschen Punkt Sablino abgeleitet werden, weil im Signal A keine astronomischen Azimutmessungen stattgefunden haben. Für diese Ableitung lagen einmal die astronomischen Azimute auf Sablino nach Bugry und auf Bugry nach Sablino vor, aus denen ein vorläufiger Mittelwert für das Ausgangsazimut Sablino-Bugry berechnet werden konnte. Hierauf wurden vorläufige geodätische Azimute für 31 Laplacesche Punkte der bearbeiteten Triangulation berechnet und ihre Unterschiede gegenüber den entsprechenden, um den Betrag der Lotabweichung korrigierten astronomischen Azimute gebildet und gemittelt, wodurch sich für das vorläufige Ausgangsazimut eine nochmalige Verbesserung von + 4,21" ergab. Damit wurde dann für Sablino das Ausgangsazimut

$A_0 = 317^{\circ} 02' 53,53''$  nach Bugry und über das Signal A die Ausgangswerte

$$B_0 = 59^{\circ} 35' 40,36'' \text{ und}$$

$$L_0 = 30^{\circ} 46' 52,33'' \text{ erhalten.}$$

Nach der Ausgleichung der ersten 8 Polygone musste das Ausgangsazimut Sablino — Bugry zur Erfüllung der Laplaceschen Bedingung in den Eckpunkten der Polygone nochmals um -2,91" verbessert werden. Damit ergab sich der endgültige Wert des Ausgangsazimuts Sablino — Bugry zu

$$A = 317^{\circ} 02' 50,62''^{18)}$$

Dieses System wird in der Folge als System Pulkowo 1932 bezeichnet. Das Uralpolygon, das für sich ausgeglichen wurde, ist mit den 8 europäischen Polygonen durch die Ketten Tschyschmy — Buguljma, Buguljma — Pogrusnaja, Pogrusnaja — Uljanowsk verbunden. Diese Verbindungsketten wurden vorläufig ausgeglichen, so dass über sie — ausgehend von Uljanowsk — die Punkte des Uralpolygons ebenfalls im System Pulkowo 1932 koordiniert werden konnten.

Nördlich dieser Verbindungsketten und westlich des Uralpolygons wurde das Polygon Kasan — Tschernuschka — Tschyschmy — Uljanowsk festgelegt und ebenfalls allein ausgeglichen, wobei die bereits ausgeglichene Kette Tschernuschka — Tschyschmy des Uralpolygons und die Verbindungskette Tschyschmy — Buguljma — Pogrusnaja — Uljanowsk unverändert beibehalten wurden. Ausgehend von dem festen Rahmen Saratow — Uljanowsk — Pogrusnaja — Buguljma — Tschyschmy — Kratpatschowo — Tscheljabinsk erfolgte dann die

<sup>18)</sup> Im übrigen darf wegen der Festlegung des Ausgangsazimuts in Sablino auf die „Arbeiten des Staatl. Instituts für Geodäsie und Kartographie der UdSSR., 5. Serie 1952“ und auf das Vorwort des Katalogs der Trigonometrischen Punkte I. O. in Europäisch-Russland, Moskau 1935, hingewiesen werden.

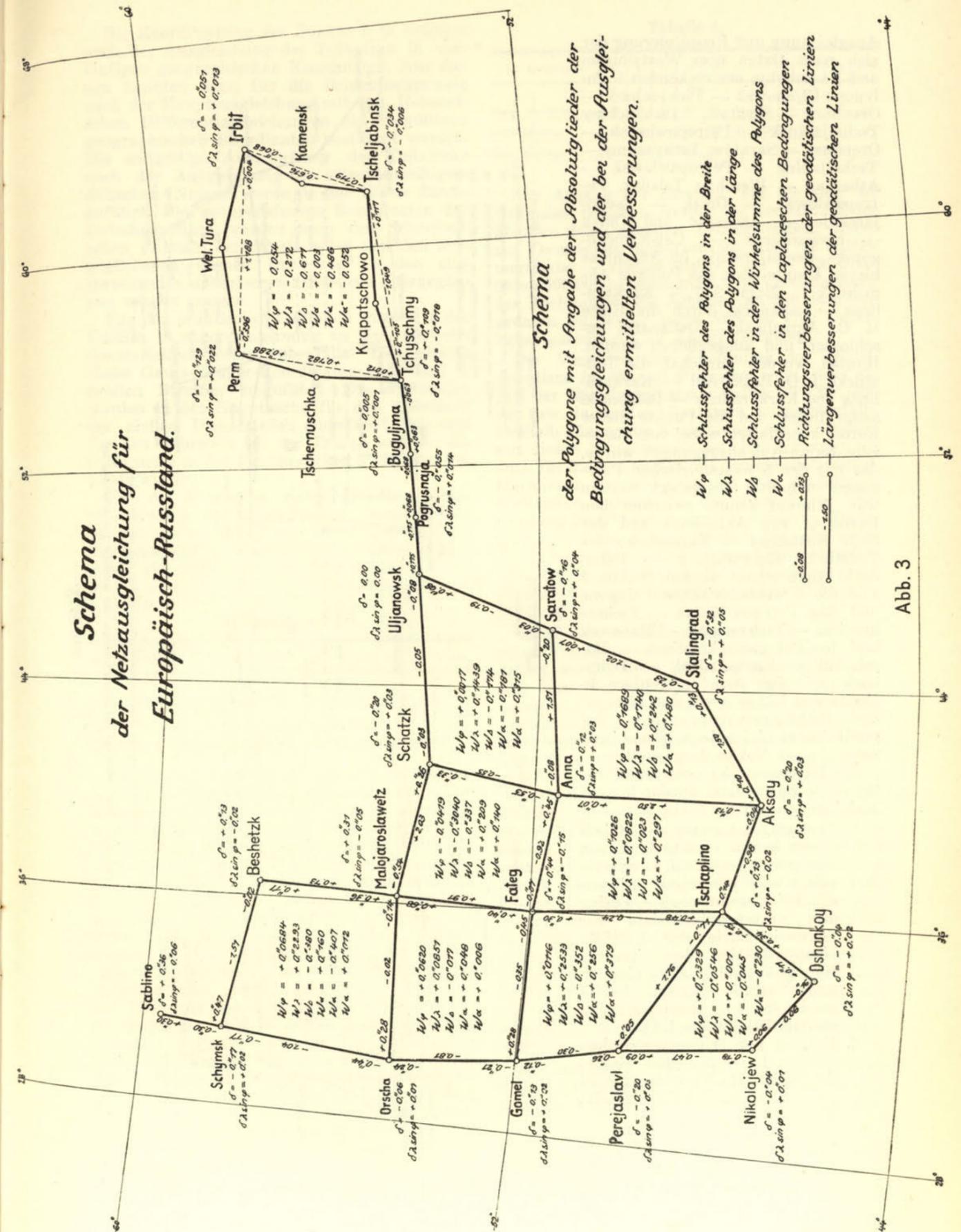


Abb. 3

Ausgleichung und Koordinierung der sich nach Osten über Westsibirien und Kasachstan erstreckenden 5 Polygone Uljanowsk — Tschyschmy — Orenburg — Saratow, Tschyschmy Tscheljabinsk — Petropawlowsk — Orenburg — Saratow, Tschyschmy — Tscheljabinsk — Petropawlowsk — Atbassar — Werchne Tobolsk, Petropawlowsk — Omsk — Ssemijarskoje — Atbassar und Omsk — Nowosibirsk — Ust-Kamenogorsk — Ssemijarskoje. Im Anschluss hieran konnte noch das Polygon Akmolinsk — Bajan-Aul — Karkaralinsk — Dshanarki durch die Kette II. O. Akmolinsk — Dshanarki geschlossen und ausgeglichen werden. Hierbei wurden zunächst die Teilstücke I. O. Bajan-Aul — Karkaralinsk und Karkaralinsk — Dshanarki ausgeglichen und die Punkte dieser Ketten koordiniert, wobei vom Basisnetz Bajan-Aul ausgegangen wurde, das mit den 5 westsibirischen Polygonen endgültig festgelegt worden war. Hierauf konnte zwischen dem Basisnetz von Akmolinsk und der Seite Kostangol — Karaschoko des Teilstücks Karkaralinsk — Dshanarki eingerechnet werden. In Abb. 4 sind die 5 westsibirischen Polygone und das Polygon Kasan — Tschernuschka — Tschyschmy — Uljanowsk und das Polygon Akmolinsk — Bajan-Aul — Karkaralinsk — Dshanarki mit den Anschlussfehlern in Breite und Länge sowie den Längen- und Richtungsverbesserungen der geodätischen Linien des astronomisch-geodätischen Netzes dargestellt.

Die Ergebnisse der oben angeführten 5 Ausgleichungen wurden in zwei Katalogen veröffentlicht:

1. Vorläufiger Katalog der trigonometrischen Punkte I. O. von Europäisch-Russland, herausgegeben vom Vereinigten wissenschaftlich-technischen Verlag des Volkskommissariats für Schwerindustrie der UdSSR., Hauptredaktion der Literatur für geologische Erkundungen und Geodäsie, Moskau, Leningrad 1935. — Dieser Katalog enthält 703 Punkte I. O.
2. Katalog der trigonometrischen Punkte I. O. für das Gebiet der SSSR. (1. Nachtrag), Ausgabe GUGSK./NKWD./SSSR., Moskau 1937.

Dieser 1. Nachtrag bildet die Fortsetzung zum Katalog der trigonometrischen Punkte I. O. von Europäisch-Russland 1935.

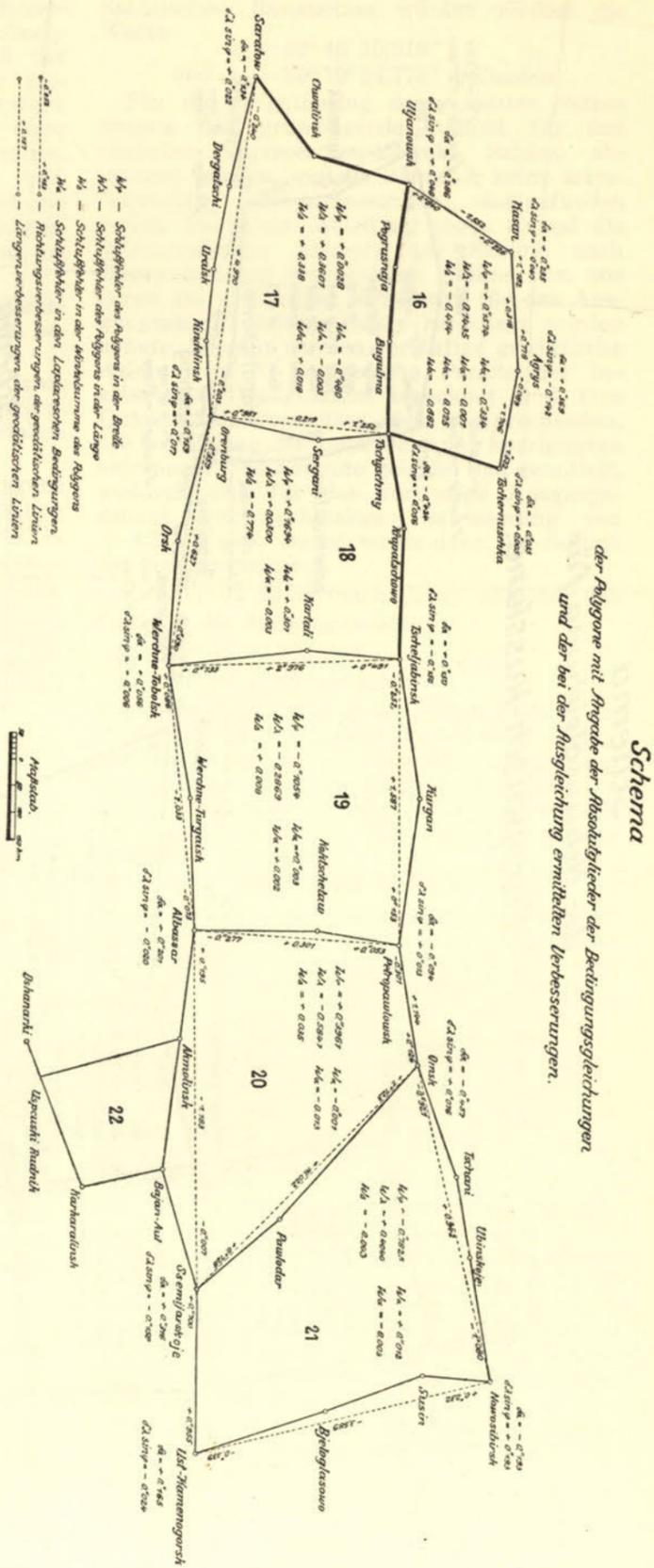


Abb. 4

Die Koordinierung der Punkte I. O. erfolgte nach der Ausgleichung der Teilketten in vorläufigen geographischen Koordinaten. Aus diesen konnten dann für die Polygoneckpunkte nach der Hauptausgleichung mit den Helmert'schen Differentialgleichungen die endgültigen geographischen Koordinaten bestimmt werden. Die endgültige Ausgleichung der Teilstücke nach der Ausgleichung des astronomisch-geodätischen Netzes wurde in der Ebene durchgeführt. Die geographischen Koordinaten der Zwischenpunkte wurden nach den Schreiber'schen Formeln berechnet, wobei von den ausgeglichenen ebenen Dreiecken zu den entsprechenden sphärischen Dreiecken übergegangen werden musste.

Für den praktischen Gebrauch wurden in der UdSSR. in enger Anlehnung an das deutsche Gauss-Krüger-System ebenfalls rechtwinklig ebene Gauss-Krüger-Koordinaten in 3° und 6° breiten Streifen eingeführt. Die 3°-Streifen wurden in der Hauptsache für den Gebrauch der zivilen Dienststellen eingeführt, während für den Gebrauch bei der Truppe und für die Gitternetze in den Kartenwerken 6°-Streifen gewählt wurden.

Für die 3°-Streifen gelten dieselben Kennziffern wie im deutschen System. Damit werden für die Streifen 9—19 usw. die in Tabelle 3 zusammengestellten geographischen Längen (ostwärts von Greenwich) der Mittelmeridiane und der westlichen und östlichen Grenzmeridiane erhalten.

Tabelle 3.

Nr. der Streifen	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	usw.
Westl. Meridian . . .	25,5	28,5	31,5	34,5	37,5	40,5	43,5	46,5	49,5	52,5	55,5	..
Mittelmeridian . . .	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	..
Östl. Meridian . . .	28,5	31,5	34,5	37,5	40,5	43,5	46,5	49,5	52,5	55,5	58,5	..

Das System der 6°-Streifen wurde zur Vereinfachung der geodätischen Arbeiten vom Volkskommissar für Verteidigung angenommen. Die Abgrenzung der 6°-Streifen steht in engem Zusammenhang mit der Einteilung der Weltkarte 1 : 1 000 000. Bei der Weltkarte wird bekanntlich die Erdoberfläche durch die Meridiane und Breitenkreise in Kolonnen von 6 Längengraden und Zonen von 4 Breitengraden unterteilt. In jedem Meridianstreifen, der einer Blätterkolonne der Weltkarte entspricht, wird nun ein eigenes System festgelegt, wobei wie üblich der Mittelmeridian Abbildungsmeridian ist und der Ursprung der Koordinatensysteme in die Schnittpunkte der Mittelmeridiane mit dem Äquator verlegt wird. Die Kennziffern der Mittelmeridiane im System der 6°-Streifen ergeben sich aus der Längenbezeichnung der Weltkarte (Nr. der Kolonne), die um 30 vermindert werden müssen oder aus den Längen der Mittelmeridiane, indem diese um 3° vermehrt und durch 6 dividiert werden. In Tabelle 4 sind die Kennziffern der 6°-Streifen und ihre Mittel- und Grenzmeridiane zusammengestellt.

Tabelle 4.

Nr. der Streifen	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	usw.
Westl. Meridian . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	..
Mittelmeridian . . .	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	..
Östl. Meridian . . .	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	..

Zur Angabe der Streifen, auf die sich die Ordinaten beziehen, werden die Kennziffern der Streifen den Ordinaten beigeschrieben, wobei zur Vermeidung negativer Ordinaten die Mittelmeridiane — ebenso wie bei uns — die Ordinaten 500 000 m bekommen. Zur Vereinfachung der Rechnungen bei Arbeiten an den Streifengrenzen wurde für jeden Streifen eine Ueberlappungszone von 30' Länge festgelegt.

Der Vergleich der Anordnung der Mittelmeridiane im 3°- und 6°-System zeigt, dass ein Teil der Mittelmeridiane, nämlich 27°, 33°, 39°, 45° usw. in beiden Systemen zusammenfällt. Deshalb können die Koordinaten der 3°-Streifen mit diesen Mittelmeridianen ohne Umrechnung auch für die 6°-Streifen mit den gleichen Mittelmeridianen verwendet werden. Für die übrigen 3°-Streifen müssen die Koordinaten zur Verwendung im 6°-System einer besonderen Transformation unterworfen werden, für die unter der Leitung des Direktors des Astronomischen Instituts in Petersburg B. W. Numerow sehr brauchbare Spezialtabellen aufgestellt wurden<sup>19)</sup>.

Wenn zum Abschluss der Stand der sowjetischen Triangulation noch zusammenfassend beurteilt werden darf, so muss festgestellt werden, dass die Rüstung der UdSSR. auf dem Gebiet des Vermessungswesens der allgemeinen aggressiven Rüstung entspricht und dass sie alle erforderlichen vermessungstechnischen Unterlagen für die Wehrmacht schaffen konnte. Hingegen konnte die UdSSR. infolge der gewaltigen Ausdehnung des bearbeiteten Gebiets in den 25 Jahren ihres Bestehens noch für das Gesamtgebiet der UdSSR. keinerlei endgültige und einheitliche Koordinaten für wirtschaftliche und wissenschaftliche Zwecke bestimmen. Die Pläne für die Netze I. O. waren gigantisch, aber endgültige Koordinatenwerte wären — bei aller Anerkennung des Einsatzes und des Fortschritts der Feldarbeiten — erst in Jahrzehnten zu erwarten gewesen. Auch die Fünfjahrespläne liessen trotz gewaltigster Anstrengungen und wissenschaftlich bemerkenswerter Planung wenig endgültige Ergebnisse reifen, so dass in Russland noch gewaltige vermessungstechnische Aufgaben gelöst werden müssen.

Ein besonders schwieriges Problem bei allen diesen Arbeiten war die Personalfrage, an der auch die fristgerechte Durchführung vieler ver-

<sup>19)</sup> Tabellen zur Umrechnung der rechtwinkligen Gauss-Krüger-Koordinaten aus 3°-Streifen in 6°-Streifen (3 Teile), herausgegeben vom Volkskommissariat für Verteidigung, Moskau 1934.



Faint, illegible text at the top of the left page, possibly bleed-through from the reverse side.