

D



3. Jahrgang

Heft 4

MITTEILUNGEN

des Chefs des
Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

April 1944

I N H A L T:

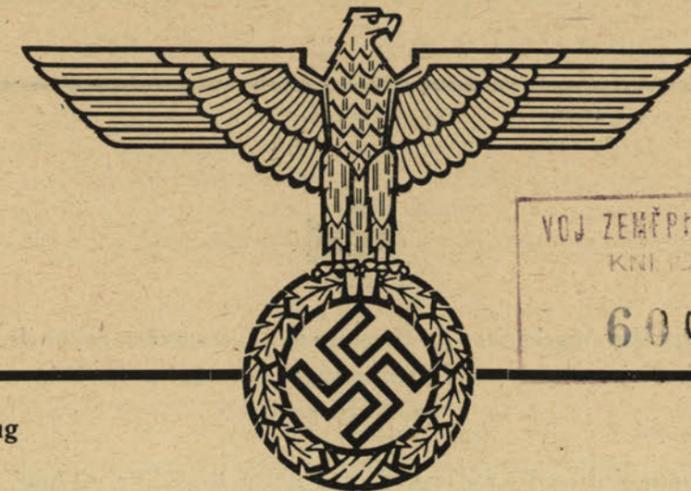
- Hptm. Dipl.-Ing. Oskar Albrecht: Die Bildplankarte im Truppengebrauch S. 167
 Hptm. d. R. Prof. Dr. Merkel: Das Raum-Rundbild S. 171
 Lt. d. R. Dipl.-Ing. Ludwig Jäger: Rund-, Fern- und Raumbilder mit der Kleinbildkammer 2,4 x 3,6 cm. S. 175
 Oblt. d. R. Dr. Bodemüller: Die im englischen Kriegsvermessungswesen angewandten konformen Kegelprojektionen S. 187
 Hptm. d. R. Heinrich Geißler: Erfahrungsbericht über die Herstellung einer Schießkarte 1:50 000 durch Neuzeichnung auf Grund von Luftbildauswertungen und topogr. Ergänzungen nach der russ. Karte 1:100 000 im Gebiet des mittleren Don S. 199
 Oblt. d. R. Dr.-Ing. M. Kneißl: Anschauliche Ableitung der Gauß-Krüger-Projektion S. 215

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

1425

GA2K

1719



VOJ ZEMĚPÍSKÝ ÚSTAV
KNIHOVNA
6002

3. Jahrgang

Heft 4

MITTEILUNGEN

des Chefs des
Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

April 1944

I N H A L T:

- Hptm. Dipl.-Ing. Oskar Albrecht: Die Bildplankarte im Truppengebrauch S. 167
Hptm. d. R. Prof. Dr. Merkel: Das Raum-Rundbild S. 171
Lt. d. R. Dipl.-Ing. Ludwig Jäger: Rund-, Fern- und Raumbilder mit der Kleinbildkammer 2,4 x 3,6 cm. S. 175
Oblt. d. R. Dr. Bodemüller: Die im englischen Kriegsvermessungswesen angewandten konformen Kegelprojektionen S. 187
Hptm.d.R.Heinrich Geißler: Erfahrungsbericht über die Herstellung einer Schießkarte 1:50000 durch Neuzeichnung auf Grund von Luftbildauswertungen und topogr. Ergänzungen nach der russ. Karte 1:100000 im Gebiet des mittleren Don S. 199
Oblt. d. R. Dr.-Ing. M. Kneißl: Anschauliche Ableitung der Gauß-Krüger-Projektion S. 215

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

Die Mitteilungen des Chefs des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens erscheinen in zwangloser Folge. 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, Bendlerstraße 38



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

Unteroffizier Voßwinkel, aus einem Kr.-K.-Verm.-Amt.
Gefallen am 12. 10. 43 nördl. Romanow in Rußland.

Wachtmeister Wockenfuß, Erhard, stellv. Führer einer
Korps-Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski
in Rußland.

Oberwachtmeister Hilberer, Franz, Kartograph, Karten-
zeichner und stellv. Führer einer Korps-Kartenstelle.
Gefallen am 14. 1. 44 in Marjewka (Kriwoi-Rog) in
Rußland.

Obergefreiter Dolle, Heinz, Schreiber und Kraftfahrer in
einer Korps-Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal.
Wyski in Rußland.

Obergefreiter Luz, Georg, Zeichner in einer Korps-Karten-
stelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski in Rußland.

Gefreiter Simon, Leo, Elektrotechniker in einer Korps-
Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski in
Rußland.

Obergefreiter Stampfus, Franz, Kraftfahrer und Elektro-
techniker in einer Korps-Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44
in Mal. Wyski in Rußland.

Gefreiter Dudeck, Georg, Kraftfahrer in einer Korps-Kar-
tenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski in Rußland.

Obergefreiter Erdmann, Kurt, Kraftfahrer in einer Korps-
Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski in
Rußland.

Obergefreiter Schäfer, Walter, Kraftfahrer in einer Korps-
Kartenstelle. Gefallen am 9. 1. 44 in Mal. Wyski in
Rußland.

Die Bildplankarte im Truppengebrauch¹⁾

Von Hauptmann Dipl.-Ing. Oskar Albrecht

Das Luftbild als Ergänzung der Karte hat in diesem Krieg eine zunehmende Verwendung erfahren. Während eine topographische Karte einen Geländeausschnitt in verallgemeinerter Form und das Charakteristische hervorgehoben wiedergibt und auch nur so wiedergeben kann, bringt das Luftbild alle Einzelheiten des Geländes und gibt somit der Truppe und der unteren Führung wertvolle Hinweise. Von den einfachen Luftbildern führte die Entwicklung über die Luftbildskizze zum Luftbildplan und zur Bildplankarte.

Die Luftbilder sind Papierabzüge der geflogenen Filme und haben den zufälligen, von der Flughöhe abhängigen unrunder Maßstab der Luftbildaufnahme, meist je nach Verwendungszweck zwischen 1 : 5000 und 1 : 40 000, ausnahmsweise auch einmal darüber oder darunter. Nicht nur die Schrägaufnahmen, sondern infolge der Flugzeugschwankungen weisen auch die heute fast ausschließlich hergestellten Senkrechtaufnahmen Verzerrungen auf, da die Aufnahmeachse im Augenblick der Aufnahme selten genau lotrecht ist. Beim Betrachten von Senkrechtaufnahmen machen sich diese Verzerrungen weniger bemerkbar, wohl aber beim Zusammenkleben mehrerer zu einer sogenannten „Luftbildskizze“. Die Einzelbilder lassen sich nämlich nur mit mehr oder minder großen Differenzen an den Bildrändern so gut als möglich zusammenfügen. Die Luftbildskizzen ergeben also ein Bild des Geländes, welches weder geometrisch richtig ist noch einen einheitlichen Maßstab hat.

Die Einzelbilder werden nun mit Hilfe von im Luftbilde sichtbaren Paßpunkten, die durch die Vermessungsabteilungen auf der Erde eingemessen worden sind, entzerrt. Werden diese entzerrten Bilder, die jetzt gut aneinander passen, auf einen gebräuchlichen Maßstab verkleinert oder vergrößert und zum Blattschnitt eines Kartenwerkes des betreffenden Landes (meist 1 : 25 000) zusammenmontiert, so entsteht der „Luftbildplan“ oder kurz „Bildplan“. Dieser enthält das geodätische Gitter und zur leichteren Orientierung in der Regel auch noch die Ortsnamen. Wie beim Luftbild ist jeder Luftbildplan ein photographischer Abzug; er kann also nur in sehr beschränkter Anzahl und auf zeitraubendem Wege hergestellt werden. Diese Luftbildpläne können beim Betrachten nur in Verbindung mit einer brauchbaren topographischen Karte ausgewertet werden, da selbst ein geübter Luftbildleser nicht im Stande ist, z. B. die Klassifizierung der Straßen und Wege zu erkennen.

Um der Forderung nachzukommen, einem möglichst großen Kreise Gelegenheit zur Auswertung und Ausnutzung des Luftbildes zu geben und durch Kartenzeichen die Lesbarkeit zu erleichtern, wurden Versuche unternommen, die Bildpläne zu drucken, obwohl mit den bisher bekannten Druckverfahren die Schärfe des Photopapiers nicht erreicht werden kann. Aber erst der Druck gibt die Möglichkeit, eine beliebige Auflagehöhe herzustellen und eine mehr oder weniger eingehende kartographische Bearbeitung durchzuführen. Für derartig gedruckte und bearbeitete Bildpläne ist im Einvernehmen mit dem Reichsluftfahrtministerium die Bezeichnung „Bildplankarte“ festgelegt worden, um die Herleitung aus dem Bildplan zu kennzeichnen.

Solche Bildplankarten sind bisher an verschiedenen Kriegsschauplätzen der Truppe zum Gebrauch übergeben worden. Ihr Vorteil liegt darin, daß der tatsächliche Zustand der Natur mit allen Feinheiten des Luftbildes, welche in der topographischen Karte nicht mehr erscheinen und auch gar nicht erscheinen können und sollen, wiedergegeben wird. Hierdurch kann sich der Betrachter noch eher ein Bild von dem wahren Zustand der Wirklichkeit machen, als es bei einer generalisierten Karte der Fall ist. Nicht nur die untere Führung, sondern auch der Spähtruppenführer und der Aufklärungsfieger benutzen Bildplankarten mit bestem Erfolg, da sie diesen viele Einzelheiten des Geländes entnehmen können, die die Karte einfach nicht enthalten kann, z. B. Unterschiede der Bewaldung, ob es sich um gleichmäßig dichten oder unregelmäßigen Baumbestand handelt, ferner Aufteilung größerer Feldflächen in Schläge usw. Dadurch wird auch in Gebieten mit gleichförmiger Bodenbedeckung die Orientierung erleichtert. Vorteilhaft ist es ferner, daß der jeweilige Zustand der Natur beim Zeitpunkt der Befliegung festgehalten wird und so z. B. das Aussehen der Landschaft im Sommer oder im Winter, Überschwemmungen im

¹⁾ Hierzu 3 Ausschnitte von Bildplankarten.

Frühjahr — alles für den Soldaten sehr wichtige Dinge — für taktische Zwecke ausgewertet werden können. Das heißt andererseits natürlich, daß Befliegungen zweckmäßig zu allen Jahreszeiten durchgeführt und zu Bildplankarten umgearbeitet werden müßten.

Ein für das militärische Kartenwesen besonders wichtiger Punkt ist die kurze Herstellungszeit; in kürzerer Zeit, als es bei Karten der Fall ist, können Bildplankarten geschaffen und an die Truppe ausgegeben werden. So findet denn die Bildplankarte häufig als Vorläufer der eigentlichen topographischen Karte Verwendung.

Bei Vorhandensein von guten Paßpunkten und bei einigermaßen ebenem Gelände genügt die Genauigkeit einer Bildplankarte den Anforderungen, die der Artillerist an eine Schießkarte stellt.

Den Vorteilen stehen aber auch zahlreiche Nachteile gegenüber. Wie bereits oben erwähnt, stellen Bildplankarten entsprechend dem Datum der Luftbildaufnahmen stets nur das Gelände während einer Jahreszeit dar. In den übrigen Jahreszeiten sind sie dann nur bedingt brauchbar, es sei denn, daß stets neue Bildflüge gemacht und die Aufnahmen zu Bildplankarten umgearbeitet werden; letzteres wird sich aber nur schwerlich durchführen lassen. Eine Bildplankarte kann immer nur bis zu einem gewissen Teil mit kartographischen Zeichen erläutert und beschriftet werden. Selbst einem geübten Luftbildleser gelingt nicht immer eine vollkommene Deutung der nicht erläuterten Bildeinzelheiten; um so mehr können einem normalen Kartenbenutzer Fehler unterlaufen, zumal wenn es sich um kleine Bildmaßstäbe handelt. Bei topographischen Karten mit einem festgelegten und bekannten Zeichenschlüssel können dagegen falsche Deutungen nicht vorkommen, die Lesbarkeit ist leichter. In dieser Hinsicht nachteilig wirkt es sich aus, daß gedruckte Bildplankarten niemals die Schärfe der Kontaktabzüge der Luftbilder erreichen und daß dadurch viele Einzelheiten ihrer unscharfen Wiedergabe wegen nicht identifiziert werden können. Ferner setzen sie sich aus zahlreichen Einzelluftbildern zusammen, die ihrerseits Bildflügen verschiedener Jahres- und Tageszeiten entstammen können; die Folge hiervon ist eine gewisse Uneinheitlichkeit, wobei sich der verschiedene Lichteinfall am störendsten bemerkbar macht. Dazu kommen unscharfe Stellen, die sich durch Nebel und Dunstbildung während des Bildfluges ergeben haben. Im Felde geflogene Luftbilder erreichen zudem selten das mögliche Höchstmaß an Güte; hervorgerufen wird das durch Feindeinwirkung, wenig geschulte Bildflieger und vor allem dadurch, daß meist nicht ideales Wetter abgewartet werden kann, vielmehr bei jedem leidlich geeigneten Wetter geflogen werden muß.

Während man es von der topographischen Karte her gewohnt ist, daß das Licht bei der Darstellung von Bodenformen durch Bergstriche oder Schummerung senkrecht oder von links oben einfällt, geschieht es bei der Bildplankarte infolge der Sonnenbestrahlung von Osten, Süden oder Westen, je nachdem, zu welcher Tageszeit die einzelnen Luftbilder geflogen wurden. Der hierdurch erweckte unrichtige plastische Eindruck solcher aus verschiedenartigen Luftbildern zusammengesetzter Bildplankarten kann nur zum Teil durch das Aufdrucken von Höhenlinien behoben werden. Diese Höhenlinien müssen aber Karten kleinerer Maßstäbe entnommen und auf den Maßstab der Bildplankarte vergrößert werden. Hierbei erhalten die ohnehin bereits generalisierten Höhenlinien erfahrungsgemäß starke Abweichungen von der Natur. Man darf nicht außer acht lassen, daß Bildplankarten meist nur dort hergestellt werden, wo lediglich Karten minderer Güte vorhanden sind, in diesen ist aber auch die Darstellung der Bodenformen von zweifelhaftem Wert. Verzichtet man aber auf die Darstellung der Bodenformen, so vermitteln die Bildplankarten nur einen unvollständigen Eindruck des Geländes. Die fehlende oder mangelhafte Darstellung der Bodenformen ist mit ein Hauptargument gegen die Verwendung der Bildplankarte im größeren Rahmen.

In hügeligem oder gebirgigem Gelände sind Bildplankarten für Schießzwecke nicht geeignet; hier können sie lediglich den Betrachter auf die zahlreichen in der topographischen Karte nicht in Erscheinung tretenden Einzelheiten hinweisen.

In Bildplankarten sind auch die eigenen Stellungen enthalten, was meist nicht erwünscht ist, da sie zu einem den praktischen Gebrauch erschwerenden Geheimhaltungsgrad zwingen.

Ein technischer Mangel ist es, daß nicht wie bei Karten Berichtigungen direkt in den Druckunterlagen vorgenommen werden können, sondern bei Vorliegen neuerer Befliegungen die Unterlagen für die Situation nach diesen jüngeren Luftbildern gänzlich neu hergestellt werden müssen, obwohl gegebenenfalls das ältere Bildmaterial an Schärfe und Güte besser sein kann.

Die aufgezählten Vor- und Nachteile sollen durch einige Beispiele erläutert werden. **Ausschnitt Nr. 1** zeigt eine Bildplankarte 1 : 25 000, die infolge Mangels an Karten dieses Maßstabes der Truppe für den Stellungskrieg in die Hand gegeben wurde. Diese Bildplankarte soll also eine topographische Karte ersetzen. — Die Grundlage für den Grunddruck ergaben die entzerrten und auf den Maßstab 1 : 25 000 gebrachten Luftbilder. Die Klassifizierung des Verkehrsnetzes, die Höhenlinien und die Beschriftung wurden der vorhandenen Karte 1 : 50 000 bzw. 1 : 100 000 entnommen. Der Grunddruck, das Luftbild also, erfolgte im Kupfertiefdruck auf normalem Kartendruckpapier; der Farbaufdruck geschah im Offsetverfahren. Durch den blassen Ton des Grunddruckes einerseits und die reichliche kartographische Bearbeitung und den Farbaufdruck andererseits gehen die zahlreichen Einzelheiten des Luftbildes, die den wesentlichen Vorzug einer Bildplankarte bilden sollen, verloren. Durch die umfangreichen Zeichenarbeiten und den 5-Farbedruck kommt der nächstwichtigste Vorteil einer Bildplankarte, nämlich kürzeste Herstellungszeit, ebenfalls nicht zur Geltung. Eine Vergrößerung der vorhandenen Karte 1 : 50 000 mit eingehender Ergänzung und Berichtigung nach Luftbildern würde einen geringeren Aufwand an Material und Zeit erfordern; selbst eine völlige Kartenneuerstellung 1 : 25 000 durch Luftbildauswertung würde nur wenig mehr Zeit beanspruchen. — Die Nachteile der in dieser Art durchgeführten kartographischen Bearbeitung überwiegen also die Vorteile; es kommt hinzu, daß die kartographisch nicht erläuterten Dinge vom Betrachter allzu leicht falsch gedeutet werden können. Eine Bildplankarte kann also kaum eine berichtigte und auf den neuesten Stand gebrachte Karte ersetzen. Als Ergänzung zu einer Karte bedarf eine Bildplankarte aber einer derartig reichlichen, das Grundbild nur verdeckenden kartographischen Bearbeitung nicht, vielmehr soll hier das Luftbild selbst weitgehendst für sich sprechen; die Erläuterung ist lediglich Aufgabe der topographischen Karte.

Ausschnitt Nr. 2 zeigt eine Bildplankarte im Maßstab 1 : 12 500. Verwendungszweck und Beurteilung dieser 6-farbigen Bildplankarte ist ähnlich der in **Ausschnitt Nr. 1** dargestellten mit der Einschränkung, daß in diesem größeren Maßstabe die Feinheiten und Vorzüge des Luftbildes etwas mehr zur Geltung kommen. Erwähnenswert sind die relativen Höhenzahlen an Steilrändern, Böschungen und Schluchten, die am Stereoauswertegerät (Aeromultiplex) ermittelt wurden. Diese wertvollen Höhenangaben lassen sich auch nur in dieser großmaßstäblichen Wiedergabe bringen. Es zeigt sich, daß für eine Bildplankarte, die in Schwerpunkten eine wertvolle Ergänzung der normalen Truppenkarte sein soll, ein derartiger großer Maßstab der günstigste ist. Denn während hier die zahlreichen Details des Geländes noch gut zu erkennen sind, ist in Kulturgegenden der Maßstab 1 : 25 000 gerade noch geeignet, die Feinheiten des Luftbildes genügend erkenntlich wiederzugeben. Auch hier wirkt sich die reichliche kartographische Bearbeitung nur störend aus.

Dieses beweist auch die Bildplankarte des **Ausschnittes Nr. 3** im Maßstabe 1 : 25 000. Hier handelt es sich um eine Wiedergabe im sogenannten „Steco-Druck“, einem neuartigen Verfahren, welches sich auf jeder Offsetdruckmaschine durchführen läßt und welches der Schärfe eines Luftbildkontaktabzuges bedeutend näher kommt als die bisherigen Verfahren. Einzelheiten der Bodenbedeckung, seien es kleine, unregelmäßige Waldstücke, Buschwerk oder einzelstehende Bäume, seien es Schlaggrenzen in den Gemarkungen oder die Vielgestaltigkeit der Wohnplätze usw., alle diese Einzelheiten kommen in dieser kartographisch nur gering überarbeiteten und überdruckten Bildplankarte weit besser zum Ausdruck als in den oben beschriebenen. Aber trotz dieser guten Druckwiedergabe ist der Maßstab 1 : 25 000, wie oben bereits erwähnt, gerade noch geeignet, diese Feinheiten des Geländes wiederzugeben. Eine Ausnahme dürften nur sehr gleichförmige Gegenden wie Wüsten oder Steppen bilden. — Diese Bildplankarte wurde um der schnelleren Herstellung wegen als Vorläufer einer Kartenneuerstellung 1 : 25 000 geschaffen; nach Fertigstellung der Karte dient sie als wertvolle Ergänzung dazu. Die kartographische Überarbeitung ist gering gehalten, um das Luftbild selbst sprechen zu lassen. So lange die endgültigen Karten noch nicht vorhanden sind, sind diese Bildplankarten jedoch nur als behelfsmäßiger Ersatz zu werten, denn die geringe kartographische Erläuterung läßt andererseits bei einem unübten Luftbildleser allzu leicht Fehldeutungen aufkommen und macht die Bildplankarte unübersichtlich. Auch vermitteln die wenigen Angaben von Höhenpunkten kaum einen plastischen Eindruck; der Aufdruck von Höhenlinien würde zwar Zeit in Anspruch nehmen, ist aber beim Fehlen einer topographischen Karte unerläßlich. Nach Fertigstellung der topographischen Karten bilden diese Bildplankarten dann aber eine nicht zu unterschätzende Ergänzung: Die Karte vermittelt den charakteristischen Eindruck des Geländes, erklärt und erläutert mit ihren festgelegten und bekannten Kartenzeichen das Ge-

lände; der Bildplankarte aber werden die wichtigen Einzelheiten, die in der topographischen Karte nicht oder nur generalisiert dargestellt werden können, entnommen.

Aus der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Bildplankarte im Truppeneinsatz als auch aus den gezeigten Ausschnitten läßt sich zeigen, daß die Bearbeitung von Luftbildern zu Bildplankarten eine wertvolle und wichtige Ergänzung zu den normalen Truppenkarten ergibt und daß die Bildplankarte erst in Verbindung mit der topographischen Karte ihre eigentliche Zweckbestimmung und Vollendung findet. Die Ausführung, insbesondere die Frage, wieweit die kartographische Bearbeitung durchgeführt werden soll, richtet sich immer nach dem Verwendungszweck. Die Frage, ob eine Bildplankarte mit ausführlicher kartographischer Bearbeitung eine Karte gleichen Maßstabes ersetzen kann, muß dahingehend beantwortet werden, daß diese dann stets nur eine Notlösung darstellt, der möglichst bald die eigentliche Karte folgen sollte. Diese Feststellung hat um so mehr ihre Berechtigung, als, wie oben bereits geschildert, die Schaffung einer brauchbaren Truppenkarte, sei es durch umfangreiche Berichtigungen nach Luftbildern, sei es auch eine Neuherstellung, die gleiche oder nur wenig mehr Zeit erfordert als eine eingehende kartographische Überarbeitung einer Bildplankarte.

Die Folgerungen, die sich beim praktischen Gebrauch von Bildplankarten ergeben haben, seien abschließend noch einmal kurz zusammengefaßt. Entschließt man sich an besonderen Schwerpunkten zur Herstellung von Bildplankarten als Beigabe zur Karte, so sollte der Maßstab in der Regel ein möglichst großer sein (etwa 1 : 10—15 000, nur ausnahmsweise bis 25 000), um infolge der durch den Druck bedingten Unschärfe die Vorzüge der Luftbilddarstellung auch wirklich zum Ausdruck bringen zu können.²⁾ Zugunsten und zur Hervorhebung der oben geschilderten Vorzüge der Bildplankarte, nicht zuletzt der kurzen Herstellungszeit wegen, sollte die kartographische Überarbeitung dann aber möglichst gering sein. Denn Aufgabe einer topographischen Karte ist es, ein Gelände in seiner geographischen Eigenart zu erfassen und es mit erläuternden Kartenzeichen in übersichtlicher, verallgemeinernder und das Charakteristische hervorhebenden Form wiederzugeben; das Luftbild und somit auch die Bildplankarte bringen als Ergänzung dazu die vielerlei feinen, für den Soldaten aber sehr wichtigen Einzelheiten, die die normale Karte nur verwirren und unübersichtlich machen würden.

Hinzugefügt sei noch, daß die Weiterentwicklung des Farbfilms ohne Zweifel auch umwälzende Verbesserungen der Bildplankarten mit sich bringen wird.

²⁾ Bildpläne und Bildplanskizzen sind dagegen infolge der schärferen Wiedergabe durch das Fotopapier sehr wohl noch im Maßstab 1 : 25 000 brauchbar.

Das Raum-Rundbild

Von Hauptmann d. R. Prof. Dr. Merkel

Rundbilder (Panoramabilder) werden von Übersichtspunkten aus hauptsächlich für artilleristische Zwecke aufgenommen. Durch stetige Aneinanderreihung von Einzelaufnahmen entsteht ein Bildstreifen, der einen Ausschnitt der Landschaft so im Bilde wiedergibt, wie er sich in zwangloser Aufeinanderfolge dem Auge des Beobachters darbietet.

Zur Aufnahme von Rundbildern werden in der Regel besondere Kammern mit großer Brennweite verwendet, die durch ihr Gewicht und ihre Größe recht umständlich zu handhaben sind. Häufig erschweren die exponierte Lage des Aufnahmeortes oder schlechte Wegeverhältnisse den Einsatz dieser langbrennweitigen großen Kammern oder machen ihn ganz unmöglich. Es ist daher in letzter Zeit versucht worden, leicht transportable Kleinbildkammern (Leica) zur Aufnahme von Rundbildern zu benutzen.¹⁾

Wie die Erfahrungen gezeigt haben, kann man mit der Kleinbildkammer bei Verwendung einer Brennweite von 13,5 cm bzw. 50 cm und entsprechender Vergrößerung Ergebnisse erzielen, die als Ersatz der direkten Aufnahmen mit der Schützengrabenkammer bzw. mit der 3-m-Fernkammer dienen können.

Durch die erforderliche starke Vergrößerung der Kleinbilddarstellungen leidet aber die Deutlichkeit und Lesbarkeit der Bilder. Die größtmögliche Vergrößerung eines Kleinbildes ist abhängig von dem Auflösungsvermögen, welches wieder von der Emulsion des Filmes, der Belichtungszeit und der Entwicklungsart beeinflusst wird. Nach neueren Untersuchungen ist meist schon mit einer fünffachen Vergrößerung die Grenze für eine Einzelbetrachtung der Bilder erreicht.

Ein unvermeidlicher Nachteil der Rundbilder, auf den bisher noch kaum hingewiesen wurde, besteht auch darin, daß häufig die räumliche Vorstellung und räumliche Deutung des Bildinhaltes erschwert wird und nicht den tatsächlichen Verhältnissen entspricht. Die Ursachen dieser Erscheinung sind die gewählte Vergrößerung und der Umstand, daß man bei Rundbilddarstellungen im Felde nicht immer die Möglichkeit hat, eine der Entfernung angepaßte sog. perspektive richtige Brennweite zu verwenden. Dadurch wird je nach der mittleren Entfernung die Perspektive entweder vertieft oder verflacht erscheinen; man erhält eine sog. „falsche“ Perspektive die bei monokularer Betrachtung des Bildes zu Mißdeutung Anlaß geben kann.²⁾

Um trotz dieser Mißstände die großen Vorteile der Kleinbildkammer voll auszunützen, wurde vorgeschlagen, Rundbilder mit der Brennweite 13,5 cm aufzunehmen und einzelne, besonders wichtige Objekte durch Raumbilder zu erfassen und darzustellen. Durch die räumliche Betrachtung gewinnt bekanntlich die Deutlichkeit, Lesbarkeit und Anschaulichkeit der Bilder außerordentlich und die sog. „falsche“ Perspektive wird, wenn auch nicht beseitigt, so doch in ihrer Wirkung auf den Beschauer praktisch weitgehend ausgeschaltet.

Wenn auch durch diesen Vorschlag, der mit Erfolg praktisch ausgeführt wurde, die allgemeine Verwendbarkeit der Kleinbildkammer gesteigert wird, so bleibt doch der mißliche Umstand, daß die einzelnen Raumbilder aus dem Zusammenhang des laufenden Rundbildes herausgenommen, besonders dargestellt und betrachtet werden müssen. Die Anzahl solcher ausgewählter Raumbilder wird außerdem beschränkt bleiben müssen, wenn man sie noch übersichtlich auf dem gleichen Rundbildstreifen unter-

¹⁾ Über die Erfahrungen bei Rundbilddarstellungen mit der Kleinbildkammer und die erreichbaren Ergebnisse berichtet Leutnant L. Jäger in dem Aufsatz „Rund-, Fern- und Raumbilder mit der Kleinbildkammer 2,4 × 3,6 cm“ in dem gleichen Heft dieser Mitteilungen.

²⁾ Vergl. z. B.: Grabner „Brennweite — Format — Perspektive“ in *Gebrauchsphotographie*, Heft 10/11, 1943.

bringen will. Zudem kann man im voraus nie wissen, ob nicht auch irgendein anderes Objekt nachträglich nach der Aufnahme besondere Bedeutung gewinnt, die eine räumliche Darstellung erforderlich macht.

Das erstrebenswerte Ziel wäre daher, das ganze Rundbild in der bisher üblichen Anordnung und Ausführung laufend ohne Unterbrechung einer räumlichen Betrachtung zugänglich zu machen.

Dies kann dadurch erreicht werden, daß man von zwei unmittelbar benachbarten Standpunkten aus zwei Rundbilder herstellt, die nach passender Anordnung mit einem geeigneten Gerät räumlich betrachtet werden können. Praktisch wird man dabei so vorgehen, daß man mit der auf dem Stativ eines Scherenfernrohres befestigten Kleinbildkammer, etwa mit der Brennweite 13,5 cm, eine Rundbildaufnahme in der üblichen Weise durchführt, hierauf das Stativ mit der Kammer ungefähr senkrecht zur mittleren Aufnahmerichtung und in ungefähr gleichbleibender Höhe verschiebt und in dem neuen Standpunkt in derselben Weise die Aufnahme wiederholt. Zur Erzielung einer ausreichenden Tiefenschärfe und eines wirkungsvollen Raumeindrucks genügt es schon, wenn der Abstand der beiden Standpunkte, also die Länge der Basis, zu etwa 1/1000 der mittleren Entfernung des aufzunehmenden Gebietes gewählt wird.

Statt zwei Aufnahmen von zwei verschiedenen Standpunkten mit der 13,5 cm Optik durchzuführen, kann man auch bei der Verwendung der kleinen Brennweite von 5 cm durch die beiden Okulare eines Scherenfernrohres von ein- und demselben Standpunkt aus zwei Rundbilder aufnehmen. Die durch die Objektivaabstände gegebene Basis vermittelt einen genügenden Raumeindruck. Gute Ergebnisse sind aber nur bei Windstille zu erwarten, da andernfalls das Scherenfernrohr leicht in Schwingungen gerät und dadurch die Bilder unscharf werden.

Zur räumlichen Betrachtung sind die beiden Rundbildstreifen 2,5fach zu vergrößern, also von der Filmbreite 2,4 cm auf 6 cm. Die vergrößerten Streifen werden nun neben- und übereinander in der gleichen Ebene so angeordnet, daß gleichnamige, ferne Punkte in den beiden Rundbildern den gleichen Abstand in Richtung des Fortschreitens der Bilder haben, wie die Linsen des zur räumlichen Betrachtung dienenden Stereoskops. Es ist also der obere vom rechten Standpunkt aufgenommene Bildstreifen gegenüber dem unteren, vom linken Standpunkt aufgenommenen um diesen Betrag nach rechts zu verschieben.

Zur räumlichen Betrachtung solcher Rundbilder kann das weitverbreitete Taschenstereoskop nicht unmittelbar Verwendung finden. Bei diesem einfachen Linsenstereoskop ist die seitliche Ausdehnung zweier nebeneinander aufgemachten Bilder auf den Augenabstand, also etwa 6,5 cm, beschränkt. Größere Bildformate läßt wohl das Spiegelstereoskop zu, doch Rundbildstreifen beliebiger Länge in der üblichen Anordnung können auch damit nicht betrachtet werden.³⁾ Das einfache Stereoskop läßt sich aber verhältnismäßig leicht zu dem genannten Zwecke umgestalten.

Je zwei unter sich parallele Spiegel oder zwei Spiegelprismen werden so unter den Betrachtungslinsen angebracht, daß das untere Rundbild dem linken Auge, das obere dem rechten Auge zugeführt wird. Sind die Spiegel oder Prismen abschraubbar, so bleibt das Stereoskop für die übliche Betrachtung von Raumbildern verwendbar. Durch Verstellen oder Verschieben der Beine des Stereoskops können in beiden Fällen die Bilder genähert in die Brennebene der beiden Linsen gebracht werden.

Aus der beigefügten Zeichnung, welche in den Figuren 1 bis 3 das Stereoskop in Grund-, Auf- und Seitenriß darstellt, sind die Einzelheiten ohne nähere Erläuterung ersichtlich.

Zur besseren Führung des Stereoskops entlang der Rundbilder können Laufrollen angebracht werden. Eine zweite Lösung zur Erleichterung der laufenden Betrachtung schlägt in Figur 4 einen verschiebbaren Führungsrahmen zur Aufnahme des Rundbildstreifens vor. Der Führungsrahmen besitzt wie beim Zeißschen Taschenstereoskop eine Aufsteckvorrichtung für den Linsenhalter.

Bei dem Aufmachen des Raumrundbildes werden Bildstreifen einander zugeordnet, die bei fortwährend sich ändernden Aufnahmerichtungen entstanden sind. Die Bildstreifen beginnen mit gleich-

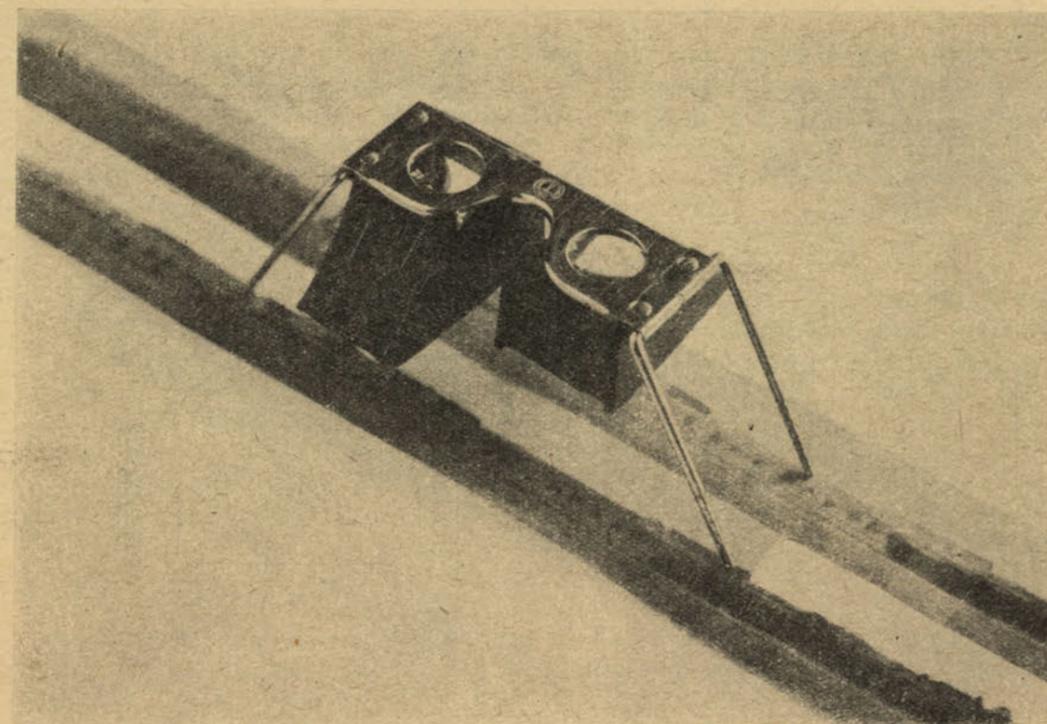
³⁾ Zur räumlichen Betrachtung von Luftbildern 30 × 30 cm mit dem Taschenstereoskop ist vorgeschlagen worden, ein Brett mit einem Schlitz zu versehen, wodurch es möglich ist, die Bilder ohne gegenseitige Störung so zu verschieben, bis entsprechende Bildpunkte einen Abstand von etwa 6,5 cm haben. Eine solche oder ähnliche Vorrichtung könnte auch der Betrachtung von Rundbildstreifen angepaßt werden. Aber auch hier bleibt der große Nachteil, daß die Streifen nicht fest gegeneinander aufgemacht werden können, die einzelnen räumlich zu betrachtenden Objekte erst mühsam herausgesucht und in den erforderlichen Abstand gebracht werden müssen und der Gesamtüberblick dabei verloren geht.

mäßig links verschwenkten Aufnahmen, die allmählich zum Normalfall übergehen, um mit gleichmäßig rechts verschwenkten Aufnahmen zu enden. Bei der laufenden räumlichen Betrachtung solcher Rundbildstreifen mit zur Bildebene senkrechter Blickrichtung können daher den Raumeindruck störende Höhenparallaxen sowie Schrägstellungen und Verbiegungen des Raummodells entstehen. Diese störenden Einflüsse sind aber bei der verhältnismäßig kleinen Aufnahmebasis so gering, daß die menschlichen Augen sie beim Betrachten leicht auszugleichen vermögen.

Aus diesen Gründen empfiehlt es sich bei der Aufnahme von Rundbildern zur räumlichen Betrachtung den Sektor nicht über einen Viertelkreis auszudehnen, was auch für die meisten praktischen Fälle genügt. Bei Aufnahmen durch das Scherenfernrohr von einem Standpunkt tritt immer der Normalfall auf und eine Beschränkung des Aufnahmebereiches ist daher nicht erforderlich; die dabei auftretenden exzentrischen Lagen der Kammern zum Drehpunkt sind praktisch belanglos.

Die Abbildung am Schluß zeigt ein von der Vermessungs- und Kartenabteilung (mot) 617 behelfs- und feldmäßig aus kleinen Spiegelbruchstücken hergestelltes Modell eines Stereoskops zur räumlichen Betrachtung von Rundbildern, das trotz der unvollkommenen Optik einen anschaulichen Raumeindruck vermittelt.

Durch die Verwendung eines Stereoskops zur räumlichen Betrachtung von Rundbildern wird der Anwendungsbereich der Kleinbildkammer für militärische Zwecke eine weitere Förderung erfahren. In vielen Fällen werden die umständlichen, zeitraubenden Aufnahmen mit den großen und schweren Rundbildkammern durch solche mit der bequem in der Tasche mitzuführenden Kleinbildkammer voll ersetzt werden können, zumal die Möglichkeit der räumlichen Betrachtung große Vorteile mit sich bringt.



Rund-, Fern- und Raumbilder mit der Kleinbildkammer 2,4 x 3,6 cm

Von Leutnant d. R. Dipl.-Ing. Ludwig Jäger

1.

Die Stellungnahme der Bildfachleute zu der Frage, ob sich die Kleinbildkammer 2,4 x 3,6 cm zur Herstellung von Rund-, Fern- und Raumbildern eignet, ist sehr unterschiedlich.

Zum Teil mag die Behauptung, die Punktschärfe einer Kontaktkopie sei immer der einer Vergrößerung überlegen, ein Festhalten am bisher üblichen Plattenformat 13 x 18 cm berechtigt erscheinen lassen. Zum anderen Teil sind es aber auch Fehlschläge, verursacht durch falschen Einsatz der Kleinbildkammer, durch Verwendung ungeeigneten Aufnahmematerials oder Entwicklers und verschiedener anderer Fehler in der Verarbeitung, die selbst die enttäuscht haben, die von Anfang an das Kleinbild weitgehendst einsetzen wollten.

Hier soll nicht zu der Frage Kleinbild oder Großformat 13 x 18 cm als Ziel konstruktiver Weiterentwicklung der Bildaufnahmegeräte Stellung genommen, sondern es sollen nur einige Fragen auf Grund praktischer Erfahrungen und zahlreicher Versuche mit dem Kleinbild behandelt werden.

2.

Die Auswahl der Kammer und der anzuwendenden Brennweite hängt von der Art und Größe des aufzunehmenden Gegenstandes und von den durch die Geländeform und Witterung bedingten Sichtverhältnissen ab.

Zeigt die Erkundung, daß von einem hochgelegenen Aufnahmestandpunkt ein tiefer Einblick in das Gelände gewonnen werden kann oder überragt ein großräumiges Aufnahmeziel, z. B. das Bild einer Stadt, ein an sich ebenes, aber freies Gelände und kann damit das Ziel auf größere Entfernung erfaßt werden (5—20 km), so dürfte im allgemeinen das Großgerät, insbesondere die 3-m-Fernkammer, zweckmäßig sein. Die größere Entfernung vom Ziel entzieht die wertvollen 13 x 18-Geräte meist der Einwirkung feindlicher Infanteriewaffen und erlaubt die schwere Kammer mit dem Kraftfahrzeug nahe an den Einsatzort heranzubringen. Doch können schlechte Wegeverhältnisse, vom Regen aufgeweichte Straßen, notwendig werdende Kletterpartien im Gebirge usw. bei sonst gleichen Aufnahmeverhältnissen auch hier die Einsatzmöglichkeit zugunsten der Kleinbildkammer verschieben.

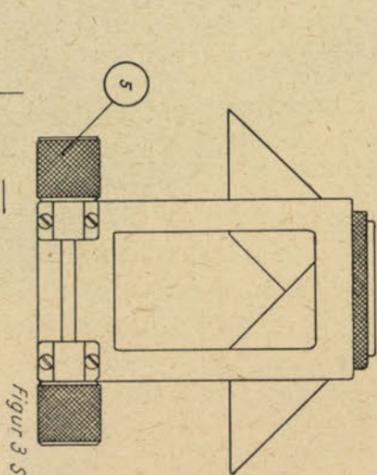
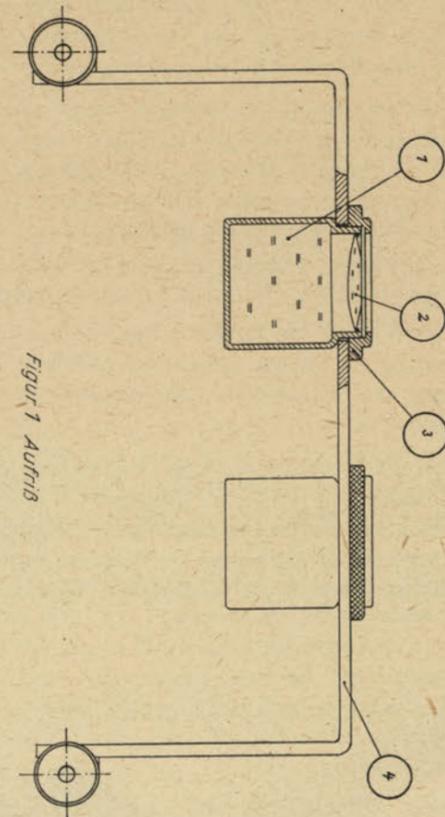
Die Kleinbildkammer ist aber im wesentlichen das Gerät für Aufnahmen aus geringer Entfernung. Überall dort, wo überragende Standpunkte fehlen, Hügelketten und Bodenwellen oder die Bodenbedeckung weite freie Sichten verhindern, oder wo die Ziele sich nicht aus dem Gelände herausheben, muß auf Aufnahmeentfernungen meist unter 5 km heruntergegangen werden.

Auch die durch die Witterung bedingten Sichtverhältnisse können kurze Entfernungen vorschreiben.

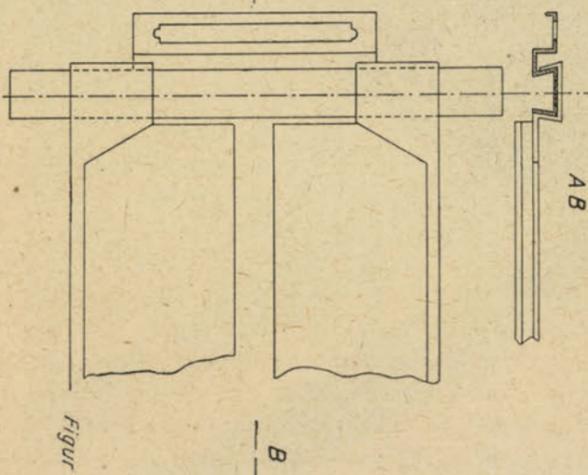
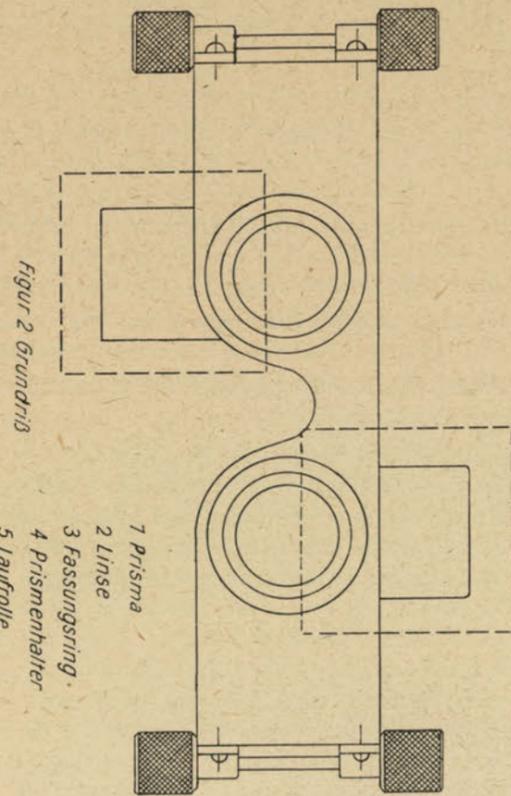
Ein Beispiel aus dem Einsatz: An einem breiten, aber tief eingeschnittenen Flußlauf waren die im jenseitigen Ufer liegenden Anlagen und das Gelände bei der vorgesehenen Übergangsstelle aufzunehmen. Der Fluß selbst und der Fuß der gegenüberliegenden Höhen konnte nur vom Rande des diesseitigen Steilufers eingesehen werden. Größtmögliche Aufnahmeentfernung war 1 km. Die Anfahrtswege waren vom Feinde eingesehen. Ein Instellunggehen bei Nacht verbot die Kürze des Termins. Hier ist die Kleinbildkammer, mit der mühelos größere Wegestrecken zu Fuß zurückgelegt werden können, und die von wenigen Männern bedient und unauffällig im Gelände aufgebaut werden kann, das zweckmäßigste Aufnahmegerät.

Die Anwendung der Kleinbildkammer ist aber auch dort gegeben, wo engste Raumverhältnisse auf dem Aufnahmestandpunkt ein Aufbauen der Großgeräte schwierig gestalten. Dies ist vor allem auf trigonometrischen Signalen, Kirchen, Wassertürmen und Schornsteinen häufig der Fall. Die Kleinbildkammer mit ihrer höheren Lichtstärke erlaubt bei der Aufnahme kürzere Belichtungszeiten, dies kann trotz der größeren Empfindlichkeit des Kleinbildes gegen Schwingungen noch von Vorteil sein, wenn der Aufnahmestandpunkt nicht erschütterungsfrei ist. Aus der Deckung können mit Scherenfernrohr und der Kleinbildkammer Fernaufnahmen und Raumbilder gemacht werden, die bei fünffacher linearer Vergrößerung der 3-m-Kammer, die aber nicht aus der Deckung eingesetzt werden kann, entsprechen.

Entwurf eines Stereoskops zur räumlichen Betrachtung von Rundbildern



Figur 3 Seitenansicht



Figur 4

- 1 Prisma
- 2 Linse
- 3 Fassungsring
- 4 Prismenhalter
- 5 Laufrolle

Anlage 1 und 2 zeigt eine Gegenüberstellung der einzelnen Geräte. Die Vorteile der Kleinbildkammer im Einsatz sind zweifellos beachtenswert, und es wird immer zu prüfen sein, ob der geringe, durch die Vergrößerung mögliche Schärfenverlust für die Auftrags erledigung wirklich so störend ist, daß der Einsatz der Großgeräte erfolgen muß.

3.

Welche Ergebnisse können nun mit der Kleinbildkammer erzielt werden?

Die Schärfe eines Bildes — der Laie verwechselt sie oft mit dem Kontrastreichtum eines Bildes — hängt davon ab, ob jeder Punkt eines Gegenstandes der Aufnahme sich auf dem Bilde wieder als Punkt darstellt. Tatsächlich projizieren sich bei allen Objektiven die einzelnen Punkte des Gegenstandes als kleine Scheiben, die Zerstreuungskreise; wichtig für uns ist nur, daß deren Durchmesser so klein bleibt, daß sie vom unbewaffneten Auge noch als Punkt wahrgenommen werden. Als Faustregel kann gelten, daß der Zerstreuungskreis kleiner als $\frac{1}{1500}$ der Brennweite bleiben muß. Dabei ist angenommen, daß die Brennweite bei Normalwinkelobjektiven ungefähr der Diagonalen des Aufnahmeformates entspricht. Für ein Plattenformat 13×18 cm ist somit höchstens noch ein Zerstreuungskreis von 0,1 mm zulässig. Für das Kleinbildformat ist als Trennschärfe der Objektive aller Brennweiten ein Kreis von $\frac{1}{30}$ mm vorgeschrieben.

Damit darf eine Kleinbildaufnahme bei fünffacher linearer Vergrößerung, von $2,4 \times 3,6$ cm auf 12×18 cm, noch keine fühlbare Unschärfe geben, wenn nicht Bewegungsunschärfen (Verwackeln) oder Kornvergrößerung in der Schicht eine Unschärfe oder ein Zerreißen der Konturen hervorgerufen haben. Die Vergleichsaufnahmen der Anlage 3 beweisen, daß diese Punktschärfe mit feinkörnigem Aufnahme-material erreicht wird.

Das Kleinbild läßt unter günstigen Verhältnissen noch Vergrößerungen bis zum acht- bis zehnfachen linearen Betrag zu. Das Bild muß jedoch aus dem der Brennweite, bei Vergrößerungen dem der vergrößerten Brennweite, entsprechenden Abstand betrachtet werden.

Die Größe des Zerstreuungskreises ist ein Maß für das Auflösungsvermögen, richtiger eigentlich für die Trennschärfe des Objektivs. Gegenstände, die so klein sind, oder so weit entfernt sind, daß sie sich auf dem Bilde nicht größer als der Zerstreuungskreis darstellen, können nur noch als Punkt abgebildet werden. Die Vergrößerung vermag vom Gegenstand keine Details mehr zu bringen weil sie schon in der Aufnahme nicht mehr erfaßt sind. Die Grenze des Erfassbaren ist beim Kleinbild also

$$= \frac{0,03 \text{ (mm)} \cdot \text{Gegenstandsweite (m)}}{\text{Brennweite (mm)}}.$$

Es gibt demnach bei gleicher Trennschärfe der Objektive eine Aufnahme $2,4 \times 3,6$ cm mit 5 cm Brennweite auf 50 cm Brennweite vergrößert nicht mehr dieselben Einzelheiten wie eine solche mit einem Fernobjektiv von 50 cm. Auf sehr große Entfernungen wird daher auch die 13×18 -cm-Aufnahme in der Wiedergabe kleinster Einzelheiten immer dem Kleinbild überlegen sein, weil die Trennschärfe der Objektive im allgemeinen größer ist als die Mindestforderung von $\frac{1}{1500}$ der Brennweite.

Die Anlage 4 zeigt Aufnahmen desselben Gegenstandes aus gleicher Entfernung (etwa 1,5 km) mit verschiedenen Brennweiten.

Die Optik mit 5 cm Brennweite gibt einen großen Ausschnitt und damit einen Gesamtüberblick über das Gelände, ohne jedoch Einzelheiten befriedigend wiedergeben zu können. Bei der Erkundung leistet sie gelegentlich gute Dienste. Die kleine Brennweite kommt für den praktischen Einsatz meist nur in Verbindung mit dem Scherenfernrohr in Frage.

Durch das Scherenfernrohr kann ein nutzbarer Geländeausschnitt von 40° mit einem der 3-m-Fernkammer ungefähr entsprechenden Bildinhalt aufgenommen werden. Mit Rücksicht auf den kleinen Bildwinkel ist es empfehlenswert, ein Rundbild zur allgemeinen Übersicht je nach der Aufnahmeentfernung mit der 5-cm- oder der 13,5-cm-Optik aufzunehmen und dieses nur hinsichtlich der taktisch wichtigen Ziele durch Fernbilder mit Hilfe des Scherenfernrohres zu ergänzen. Vor allem aber ist das Raumbild, durch beide Okulare aufgenommen, eine sehr wertvolle Ergänzung des Rundbildes. Die durch die Objektivabstände gegebene Basis genügt zur Erzielung eines wirkungsvollen räumlichen Eindrucks auf größere Entfernungen.

Längere Rundbildstreifen durch das Scherenfernrohr sind nur dann wirtschaftlich, wenn der aufzunehmende Abschnitt so viele wichtige Punkte enthält, daß die durch den kleinen Bildwinkel gegebene Vielzahl von Aufnahmen, der Materialverbrauch, die Mehrarbeit und nicht zuletzt die Unhandlichkeit eines meterlangen Rundbildes gerechtfertigt erscheinen.

Die Optik mit 13,5 cm Brennweite und einem nutzbaren Bildwinkel von 25° gibt bei fünffacher linearer Vergrößerung einen der Schützengraben- oder selbsttätigen Rundbildkammer mit $f=64$ cm entsprechenden Bildinhalt.

Das Zeiß-Fernobjektiv mit 50 cm Brennweite wurde zum Vergleich mit herangezogen, weil die Aufnahme durch das Scherenfernrohr gegen den Rand zunehmende Unschärfe und kissenförmige Verzerrung aufweist und eine auf kleinste Schwingungen des Gerätes zurückzuführende, häufig auftretende, allgemeine Unschärfe dem Kleinbild als solchem gelegentlich zugeschrieben wird.

Die Anlage 5 zeigt einen Rundbildausschnitt, der durch zwei Raumbilder bzw. Fernbilder in verschiedener Vergrößerung ergänzt wird. Anlage 6 zeigt Raumbildergebnisse auf verschiedene Entfernungen.

Bild 4, Anlage 6, zeigt außerdem den bei allen Fernobjektiven auftretenden Raumschwund. Der Abstand von dem mit einem Türmchen versehenen Gebäude bis zu dem links davon liegenden, ebenfalls die Giebelfront zeigenden Postgebäude beträgt 700 m, die Länge des rechts im Vordergrund mit der Längsseite zur Aufnahmerichtung stehenden Gebäudes 30 m.

Diese Verfälschung der Entfernungen rührt davon her, daß bei Übervergrößerung der Raum im Quadrat der Vergrößerung zusammenschrumpft.

Eine in der Aufnahmerichtung liegende Strecke, deren Anfang vom Objektiv 5000 m, deren Ende 5050 m entfernt sei, rückt im Scherenfernrohr auf $\frac{1}{10}$ der Entfernung heran. Der Anfang scheint bei 500, das Ende bei 505 m zu liegen. Eine senkrecht zur Aufnahmerichtung liegende Strecke von 50 m wird auf das zehnfache vergrößert. Die Tiefe erscheint gegenüber der Breite auf $\frac{1}{100}$ zusammengeschrumpft.

Diese Erscheinung erschwert das Deuten von Rundbildern, die mit Fernobjektiven aufgenommen sind. Bodenwellen und Hügelketten, die sich gegenseitig nur wenig überragen, heben sich nicht mehr im Bilde voneinander ab. Die Gebäude einer fern liegenden Stadt erscheinen in der Tiefe zusammengedrängt. Die Raumvorstellung wird erschwert. Für den Betrachter müssen in derartige Rundbilder für alle wichtigeren Geländepunkte Entfernungsangaben (Leitentfernungen) eingezeichnet werden. Auch aus diesem Grunde empfiehlt es sich, solche Rundbilder, die in der Hauptsache der Geländebeurteilung dienen, nur mit der 13,5-cm-Optik aufzunehmen, dafür aber die taktisch wichtigen Stellen durch Fernbilder, am besten aber durch Raumbilder zu erfassen.

4.

Mit der Kleinbildkammer $2,4 \times 3,6$ cm werden gute Ergebnisse erzielt, wenn nachfolgende Richtlinien Beachtung finden.

Die Wahl der Blende beeinflusst die Größe des Zerstreuungskreises, der Belichtungszeit und die Schärfentiefe.

Man trifft häufig die Meinung an, der Zerstreuungskreis würde um so kleiner, die Punktschärfe um so größer, je mehr man abblende. Dies ist nur teilweise richtig. Bei allen Objektiven verkleinert sich der Zerstreuungskreis durch Abblenden nur bis zu einer bestimmten, günstigsten Blendenöffnung, weiteres Abblenden verringert die Schärfe wieder. Bei einer Optik mit einer vollen Öffnung von $\frac{1}{3,5}$ liegt die günstigste Blendenöffnung bei $\frac{1}{6,3}$ bis $\frac{1}{9}$.

Kleinere Blende bedeutet aber auch längere Belichtungszeit. Bei Kleinaufnahmen wirken sich bereits kleine Bewegungsunschärfen, z. B. Verwackelungen durch geringste Vibrationen des Gerätes während der Aufnahme oder die scheinbare Bewegung des aufzunehmenden Gegenstandes durch das Flimmern der Luft an heißen Sommertagen sehr zum Nachteil der Bildschärfe aus. Während im 13×18 -cm-Aufnahmeformat 0,1 mm Bewegungsunschärfe tragbar ist, darf sie beim Format $2,4 \times 3,6$ cm 0,02 mm nicht überschreiten. Bei bewegter Luft ist also reiflich zu überlegen, ob der durch die Wahl einer kleineren Blende erzielte Gewinn an Schärfe nicht durch die Bewegungsunschärfe aufgehoben wird. Bei langen Brennweiten, insbesondere aber bei Aufnahmen durch das Scherenfernrohr, empfiehlt sich kürzeste

Belichtungszeit. Außerdem sind die Geräte vor Wind möglichst zu schützen; vor der Aufnahme muß der Kammer Zeit zum Ausschwingen gegeben werden, der Verschuß ist nur mit dem Drahtauslöser auszulösen. An heißen Sommertagen müssen Visuren vermieden werden, die dicht über stark besonnte Flächen gehen.

Kleinere Blende bringt größere Schärfentiefe. Von zwei Objektiven liefert bei gleicher Blende das mit der kleineren Brennweite die größere Schärfentiefe. Da bei Rund- und Fernbildern der Gegenstand meist in großer Aufnahmeentfernung liegt, spielt die Schärfentiefe in der Regel keine wesentliche Rolle. Immerhin kommt es vor, daß irgendwelche Gegenstände in kürzerer Entfernung vom Objektiv mit abgebildet werden müssen und Unschärfen hier besonders bei Raumbildern um so störender sind, als diese Gegenstände verhältnismäßig groß im Bilde erscheinen.

Der Bereich der Schärfentiefe wird durch den in der Entfernung a_0 befindlichen Gegenstand in zwei Zonen, die vordere und hintere, eingeteilt. Es sei a_1 die kürzeste, a_2 die weiteste Entfernung, in der ein Punkt noch scharf abgebildet wird. Bei Einstellung $a_0 = \infty$ geht die ganze hintere Schärfenzone, die zweimal so tief ist wie die vordere, nutzlos verloren. Faßt man das aufzunehmende Ziel nicht als Punkt, sondern als Raum auf, und ist a_1 wieder die Entfernung zu einem die Bildwirkung beeinflussenden Punkt im Vorder- oder Mittelgrund, so ergibt sich die günstigste Entfernungseinteilung zu $a_0 = 2 \cdot \frac{a_1 \cdot a_2}{a_1 + a_2}$ und bei $a_2 = \infty$ wird $a_0 = 2 \cdot a_1$. Dieser Einstellung $a_2 = \infty$ entspricht eine Blendenzahl $q = \frac{f^2}{z} \cdot \frac{1}{a_0 - f}$, wobei z der Durchmesser des zulässigen Zerstreungskreises, bei $2,4 \times 3,6 \text{ cm} = 0,003 \text{ cm}$ ist.

Auch hierbei ist wieder zu prüfen, ob nicht der Gewinn an Schärfentiefe mit der kleinen Blende durch die Folgen der längeren Belichtungszeit aufgehoben wird.

Die Sonnenblende ist bei allen langbrennweitigen Objektiven, insbesondere beim Scherenfernrohr anzubringen, um Seitenlicht vom Objektiv abzuhalten. Die Wahl der günstigsten Belichtungszeit ist entscheidend für die Vergrößerungsfähigkeit des Negativs. Schon bei der Belichtung muß auf die Feinkornentwicklung Rücksicht genommen werden. Um das äußerste aus dem kleinen Bildformat herauszuholen zu können, ist bereits bei der Belichtung ein Filmstreifen von möglichst gleichmäßigem Negativcharakter anzustreben. Stärkere Überbelichtungszeiten sind beim modernen Filmmaterial noch tragbar, können aber zur Kornvergrößerung führen. Unterbelichtungen sind immer untragbar. Das beste Resultat wird erreicht, wenn man so belichtet, als hätte der Film $\frac{3}{10}$ Din weniger Empfindlichkeit als angegeben, was einer doppelten Belichtungszeit entspricht.

Die Helligkeit des Gegenstandes soll mit einem elektrischen Belichtungsmesser gemessen werden. Bei Fernzielen ist zu beachten, daß tatsächlich in den seltensten Fällen wirklich die Lichtmenge, die das Fernziel anstrahlt, richtig getroffen wird. Es kann ein Ziel in 5 km Entfernung selbst im Schatten, z. B. Wolkenschatten, liegen, während von dem Belichtungsmesser die ganze Helligkeit der dazwischen liegenden sonnenbestrahlten Landschaft mit gemessen wird. Nur die Erfahrung kann hier die richtige Beurteilung der gemessenen Werte bringen. Genauere Ergebnisse werden erreicht, wenn bei der Aufnahme durch das Scherenfernrohr die Intensität des Lichtes am Okular gemessen wird. Anlage 7 zeigt einen Halter für den Belichtungsmesser, den man sich leicht aus Pappe herstellen kann.

Durch Filter in verschiedenen Farben und Dichtegraden kann eine klare Wiedergabe der Ferne erreicht werden. Je nach der Dunstschicht und dem zur Verfügung stehenden Filmmaterial ist zwischen Gelbfilter, Orangefilter und Rotfilter zu wählen. Im allgemeinen genügen helle bis mittlere Filter, um die Belichtungszeit nicht unnötig zu verlängern und die Wiedergabe der Farbwerte nicht einseitig zu verändern. Die beste Durchdringung blauer Dunstschichten wurde mit dem Isopan F und einem hellen Rotfilter erreicht. Der sehr feinkörnige Isopan FF-Film ist wenig rotempfindlich, man muß also unter Umständen den Nachteil des beim Isopan F-Film größeren Kornes im Interesse der Wiedergabe der Ferne in Kauf nehmen.

Die Vergrößerungsfähigkeit hängt weiterhin von der Feinkörnigkeit des verwendeten Aufnahmematerials ab. Eine photographische Schicht hat ein um so gröberes Korn, je hochempfindlicher sie ist. Man unterscheidet Einsichtfilme mit geringer und Mehrschichtfilme mit gesteigerter Empfindlichkeit. Je dünner die Schicht, desto geringer ist der Einfluß der Lichtzerstreuung in der Schicht selbst und die Möglichkeit einer Zusammenballung des Silberkorns. Die Emulsionen mit einer Empfindlichkeit über 17/10 Din scheiden für Rund- und Fernbilder daher praktisch aus. Die besten Ergebnisse

wurden mit dem Isopan FF-Film, 10/10 Din, erreicht; brauchbare Ergebnisse auch noch mit Isopan F mit 17/10 Din. Der Infrarotfilm befriedigt in der Kleinbildphotographie des gröbereren Kornes wegen nicht, Infrarotaufnahmen bleiben besser der $13 \times 18 \text{ cm}$ -Kamera vorbehalten.

Es gibt „härter“ und „weicher“ arbeitende Schichten. Die Bezeichnung „hart“ oder „weich“ ist eine volkstümliche Ausdrucksweise für den Begriff der individuellen Gradation einer photographischen Schicht. Die Gradation wird graphisch versinnbildlicht durch Kurven, die entstehen, wenn in einem rechtwinkligen Koordinatensystem als Abszissen die Logarithmen der in einem bestimmten Zeitraum einwirkenden Lichtmenge und als Ordinaten die dadurch bewirkte Schwärzung aufgetragen werden. Die Kurve hat einen längeren gradlinigen Teil, der mit der Abszissenachse den Winkel α bildet. Die Tangente dieses Winkels wird als γ bezeichnet. Es genügt zu wissen, daß einem α von 45° ($\gamma = 1$) ein normales, einem $\alpha = 42^\circ$ ($\gamma = 0,9$) ein weicher als normales, einem $\alpha = 48^\circ$ ($\gamma = 1,1$) ein härter als normales Negativ entspricht. Für ein Kleinbildnegativ wird $\gamma = 0,7$ gefordert.

Beeinflusst werden kann γ durch die Art des Entwicklers und die Entwicklungszeit. Für Rund- usw. Bildaufnahmen kommen nur ausgesprochene Feinkornentwickler in Frage. Die besten Ergebnisse lieferte der im Handel befindliche Atomal-Entwickler von AGFA.

Grundsatz für jede Feinkornentwicklung ist reichlicher belichten und kürzer entwickeln. Bei Durchentwicklung des Filmes mit kräftig arbeitenden Entwicklern oder durch Ausentwicklung bis zum vollen Din-Wert greift der chemische Vorgang in die Tiefe der Schicht und es wird ein gröberes Korn erreicht. Die Entwicklung wird am besten bei $\frac{2}{3}$ der für den vollen Din-Wert nötigen Zeit abgebrochen. AGFA gibt für Atomal an, daß bei der besonderen Zusammensetzung des Atomalentwicklers eine Überbelichtung nicht nötig sei. Die Entwicklungszeiten für Atomal betragen bei Isopan FF 10/10 Din 6—8 Minuten, bei Isopan F 17/10 Din 8—10 Minuten. Dabei soll der Entwickler möglichst eine Temperatur von 18° Celsius haben; zu warmer Entwickler führt unbedingt zu Grobkorn.

Unter Berücksichtigung vorstehender Richtlinien werden auch mit der Kleinbildkammer $2,4 \times 3,6 \text{ cm}$ gute Rund-, Raum- und Fernbilder erzielt.

Zu genaueren Meßbildaufnahmen ist die Kleinbildkammer $2,4 \times 3,6 \text{ cm}$ in der derzeitigen Form nicht geeignet. Die Elemente der inneren Orientierung sind nicht eindeutig genug gegeben; die beiden in der Vergrößerung reichlich groben Rahmenmarken reichen nicht zur Bestimmung des Bildmittelpunktes aus, die Brennweite muß auf Bruchteile von mm bestimmt werden. Die Scherenfernrohroptik scheidet für die Bildmeßzwecke völlig wegen ihrer Verzeichnung aus. Die äußere Orientierung wird durch die Stricheinteilung des Teilkreises und die kleine Dosenlibelle nur genähert bestimmt.

Die Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm im Einsatz

Anlage 1



Bild 1



Bild 4



Bild 2



Bild 3

Bild 1: Raumbildaufnahme mit dem Scherenfernrohr

Bild 2: Rundbildaufnahme mit 13,5 cm Optik

Bild 3: Fernbildaufnahme mit Zeiß-Fernobjektiv 50 cm

Bild 4: Raumbild aus der Deckung mit dem Scherenfernrohr

Die 13x18 Kamera

Anlage 2



Bild 1: Die Schützengrabenkammer im Jailagebirge



Bild 2: Die 3 m Fernkammer

Aufnahmen mit der Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm

Anlage 3

Vergleichsaufnahmen



Bild 1: Kleinbildkammer mit 13,5 cm Brennweite, auf $f = 64$ cm vergrößert.



Bild 2: Schützengrabenkammer 13x18 cm, $f = 64$ cm, Kontaktkopie.



Bild 3: Kleinbildkammer mit 50 cm Brennweite, auf $f = 2,5$ m vergrößert.



Bild 4: 3 m Fernkammer Kontaktkopie.

Aufnahmen mit der Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm

Anlage 4

Die verschiedenen Brennweiten



Bild 1: Brennweite 5 cm



Bild 2: Brennweite 13,5 cm



Bild 3: Brennweite 50 cm

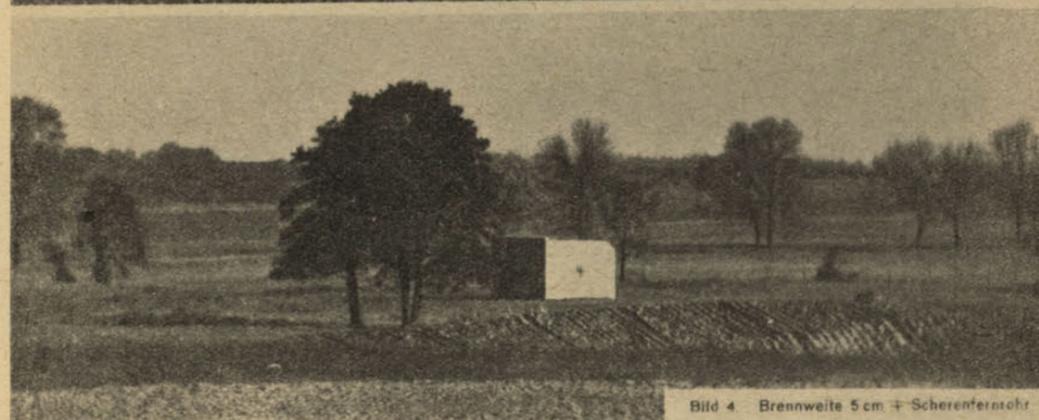


Bild 4: Brennweite 5 cm + Scherenferntoht

Aufnahmen mit der Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm

Anlage 5

Das Rundbild und seine Ergänzung durch das Raumbild

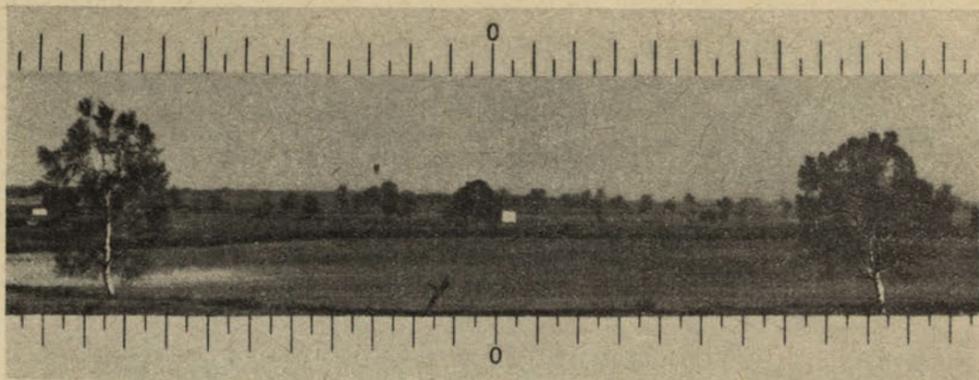


Bild 1: Rundbild mit 13,5 cm Brennweite auf $f=64$ cm vergrößert.

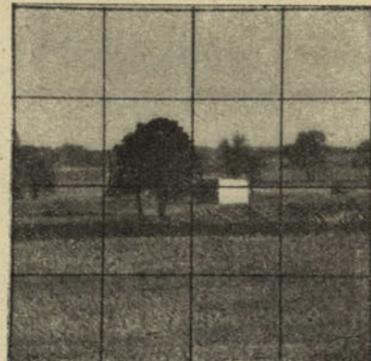


Bild 2: Raumbild durch das Scherenfernrohr auf $f=1,2$ m vergrößert.

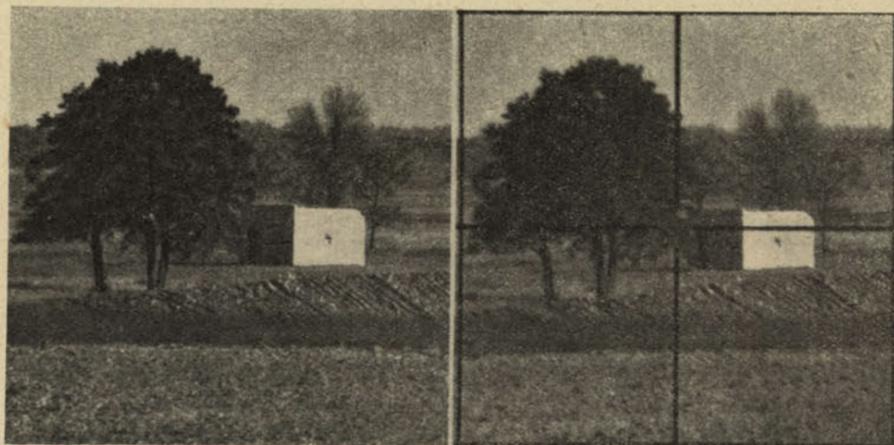


Bild 3: Raumbild durch das Scherenfernrohr auf $f=3$ m vergrößert.

montiert für Taschenraumglas 6x6

Aufnahmen mit der Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm

Anlage 6

Raumbilder auf verschiedene Entfernung

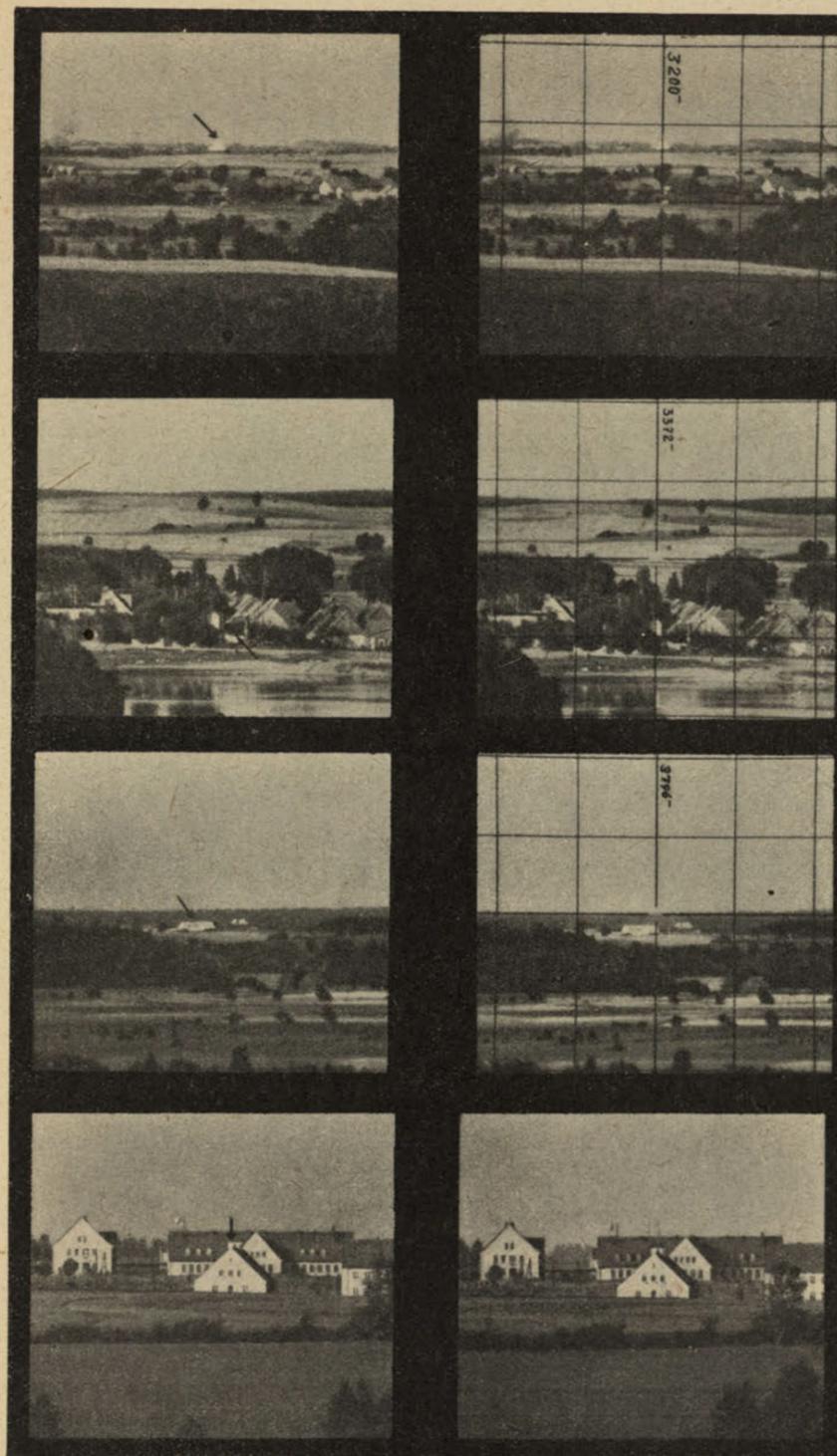


Bild 1: Entfernung 6 km \ Scherenfernrohr auf $f=1,1$ m vergrößert.

Bild 2: Entfernung 2 km \ Scherenfernrohr auf $f=1,1$ m vergrößert.

Bild 3: Entfernung 8 km \ Scherenfernrohr auf $f=1,1$ m vergrößert.

Bild 4: Entfernung 4,5 km \ $f=50$ cm auf $f=2,5$ m vergrößert.

montiert für Taschenraumglas 6x6

Fernaufnahmen mit der Kleinbildkammer 2,4x3,6 cm durch das Scherenfernrohr

Anlage 7

Anlage 1: Zusatzgerät zur Bestimmung der Belichtungszeit mit dem el. Belichtungsmesser Sixtus

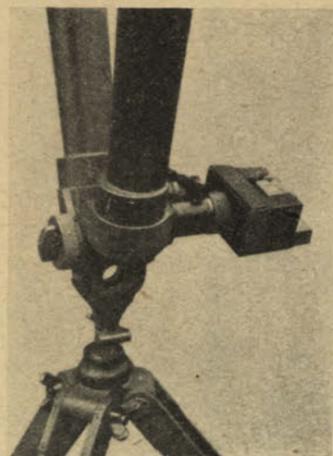


Bild 1

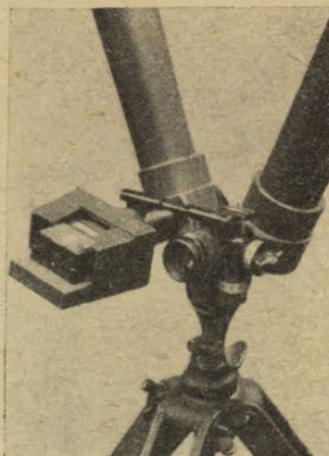
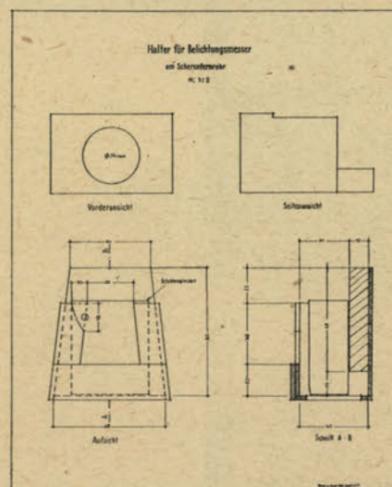


Bild 2

Ausführungszeichnung für das Zusatzgerät
1/2 natürlicher Größe



Filter (Leitz)	Isopan F 19/10 Din	Aeropan 17/10 Din	Infrarot R. 800
gelb 2	24/10	24/10	—
Rot hell	15/10	15/10	15/10
Rot dunkel	—	—	12/10

Der Belichtungsmesser wird mit der Haltevorrichtung am Okular des Scherenfernrohrs befestigt. Bei der Messung der durch das Scherenfernrohr fallenden Lichtmenge wird die rote Skala (roten Knopf drücken) verwendet.

Bei der Berechnung der Belichtungszeit werden an Stelle der Filmpflichtigkeit die Werte aus obiger Tabelle eingesetzt. Neben den Blenden kann dann sofort die jeweilige Belichtungszeit abgelesen werden. Der Filterverlängerungsfaktor ist bereits mit eingerechnet.

Die getundenen Belichtungszeiten dürfen nicht unterschritten werden. Entwicklung mit Final oder Atomal-Entwickler bei 18°C.
Isopan F und Aeropan: 9 Min.
Infrarot (R 800): 6-7 Min.

Die im englischen Kriegsvermessungswesen angewandten konformen Kegelprojektionen

(Conical orthomorphics projektions)

Von Oberleutnant d. R. Dr. Bodemüller

I. Allgemeines

Die Erfahrungen des ersten Weltkrieges trugen dazu bei, daß sich das englische „War Office“ eine eindeutige Auffassung von der Bedeutung des Vermessungswesens für die moderne Kriegführung bildete. Vor allem erkannte man die Notwendigkeit konformer ebener Koordinatensysteme für die Herstellung und Benutzung großmaßstäblicher Kriegskarten und für den Einsatz der schweren Waffen. Man betrachtete die Projektion als mechanisches Hilfsmittel, das mit großer technischer Überlegung zu entwickeln ist, um es auf einfachste und bequemste Weise anwenden zu können. Die von England gewählten Abbildungen wurden ihren Anwendungsgebieten und den verschiedenartigen Bedingungen, die bei der Einführung der Projektionen zu berücksichtigen waren, in geodätisch einwandfreiem Sinne angepaßt. Besonders wurden Formeln und Tafeln entwickelt, welche die wirtschaftlichste Anwendung der Projektion ermöglichen. Die Anzahl der für ein Gebiet erforderlichen Koordinatensysteme wurde dadurch weitgehendst beschränkt, daß für die zulässigen Projektionsverzerrungen verhältnismäßig große Maximalwerte festgesetzt wurden.

Jede konforme Abbildung hat einen günstigen Anwendungsbereich, in dem sie also kleinere Verzerrungen bedingt, als jede andere konforme Abbildung. Die Gestalt dieser Bereiche ist bei der Gauß-Krügerschen, der Lambertschen und der stereographischen Projektion für geodätische Zwecke besonders vorteilhaft. Die drei genannten Projektionen besitzen neben günstigsten Verzerrungseigenschaften weitere wesentliche Vorteile, die sie für großräumige Kriegs- und Zivilvermessungen ganz besonders geeignet machen. Sie haben z. B. die wichtige Eigenschaft, daß die Linien gleichen Vergrößerungsverhältnisses und die Linien gleicher maximaler Bildkrümmung geodätischer Linien zusammenfallen. Werden die Anwendungsbereiche von Linien gleicher Verzerrungen begrenzt, dann sind die Projektionen für diese Bereiche die günstigsten.

Bei der Gauß-Krügerschen Abbildung ist das beste Anwendungsgebiet ein symmetrisch und parallel zum gewählten Mittelmeridian verlaufender Streifen des Erdellipsoides. Um die einzelnen Systeme lückenlos und ohne Überdeckung aneinanderreihen zu können, wird die Gauß-Krügersche Projektion nur auf Meridianzweiecke angewandt.

Bei der Lambertschen Abbildung sind die von Parallelkreisen begrenzten Zonen und bei der stereographischen Projektion kreisförmige Gebiete des Erdellipsoides die günstigsten Anwendungsbereiche. Bei der stereographischen Abbildung wird, um eindeutige Verhältnisse zu schaffen, die Anwendung auf Gradabteilungen beschränkt. Vor allem aus diesem Grunde wird sie seltener angewandt, als die Gauß-Krügersche und Lambertsche Projektion, bei denen die Anwendungsgebiete für großräumige Zwecke wesentlich günstiger gestaltet sind.

Bei der Projektionswahl sind neben der Form der abzubildenden Gebiete noch einige besondere Bedingungen und Auffassungen maßgebend. Bei der Gauß-Krügerschen Projektion sind z. B. die einzelnen Koordinatensysteme kongruent, weshalb für sie nur ein einziges Tafelwerk benötigt wird und die Meridiankonvergenz bleibt so klein, daß sie kartographisch nicht störend wirkt. Die Lambertsche Abbildung besitzt diese beiden günstigen Eigenschaften nicht, dagegen läßt sie sich rechnerisch einfacher anwenden als die Gauß-Krügersche. Die Verzerrungen sind bei beiden Abbildungen ungefähr gleich groß, dagegen lassen sie sich bei der Gauß-Krügerschen Abbildung leichter berechnen.

Die Engländer wandten für das Mutterland und für Ägypten die der Landform am besten angepaßte Gauß-Krügersche Projektion und für Operationsgebiete mit vorwiegender Ost-West-Erstreckung, z. B. für das Mittelmeergebiet, Lambertsche Abbildungen an.

Die Anwendung der Lambertschen Abbildung in der Geodäsie erfolgte nach 2 grundsätzlich verschiedenen Methoden. Bei der Jordanschen oder mecklenburgischen Anwendungsart werden die Abbildungsfunktionen in Potenzreihen entwickelt und gliedweise ausgewertet. Dagegen benutzt die wirtschaftlichere französische Methode die einfachen geschlossenen Ausdrücke für die Transformationsberechnungen, wobei Hilfstafeln die Koordinatenumformungen erleichtern.

II. Grundsätzliches zu den von England angewandten Lambertprojektionen

Die vom englischen „War Office“ für einige Operationsgebiete gewählten konformen Kegelprojektionen wurden nach französischem Vorbild angewandt. Ein grundsätzlicher theoretischer Unterschied besteht dagegen darin, daß der französische Service Géographique de l'Armée (S. G. A.) auf strenge Konformität zugunsten einer geringfügigen Rechenerleichterung verzichtete, während die Engländer die Konformität mit praktischer Strenge beibehielten. Der mathematische Ausdruck für die abgebildeten Meridianbögen M , die das Gesetz für die Abbildung der Parallelkreise bestimmen, wurde sowohl vom S. G. A. als auch vom War Office in eine Potenzreihe entwickelt. Der S. G. A. brach die Entwicklung bereits beim Glied 3. Ordnung ab und nahm für letzteres noch eine willkürliche Abänderung vor, dagegen entwickelte das War Office das Halbmessergesetz in eine Reihe mit Gliedern 6. Ordnung des Meridianbogens. Ausgegangen wurde von einer Berührungskegelprojektion, die man durch nachträgliche maßstäbliche Verkleinerung in eine spezielle Schnittkegelprojektion überführte. Der Verjüngungsfaktor m_0 wurde so berechnet, daß das Vergrößerungsverhältnis auf dem Mittelparallelkreis ungefähr um denselben Betrag kleiner als l ist, als es auf den Grenzparallelkreisen größer als l wurde.

Bei der Ableitung der wichtigsten Formeln und bei den Erläuterungen werden die Bezeichnungen in Anlehnung an die englischen gewählt, um den unmittelbaren Zusammenhang mit den Tafeln zu sichern. Um stets positive Koordinaten zu erhalten, führte England Nullpunktverschiebungen durch. Ein Teil der Projektionsgrößen, vor allem die Rechtswerte (Eastings), beziehen sich auf den wahren Ursprung „true origin“ und die Hochwerte (Northings), sowie die in demselben Sinne gemessenen Größen, auf den verschobenen Nullpunkt „false origin“. Die Parallelverschiebungen im Sinne der Hochwerte wurden in den Tafeln und Formeln berücksichtigt.

III. Ableitung der benötigten Rechenformeln

Bei der Lambertschen Projektion werden die Parallelkreise des Erdellipsoides als konzentrische Kreisbögen und die Meridiane als deren Radien abgebildet. Die Winkel zwischen beliebigen Meridianen werden dabei proportional übertragen. Dadurch schließen zwei beliebige geradlinige Meridianbilder einen Winkel ein, der mit dem entsprechenden geographischen Längenunterschied das konstante Verhältnis n bildet. Bei Berührungskegel-Projektionen wird der Mittelparallelkreis, der die Breite B_0 hat, und bei Schnittkegelprojektionen werden zwei bestimmte Parallelkreise längentreu abgebildet. Bei Berührungskegel-Abbildungen ist

$$n = \sin B_0.$$

Die auf einen Mittelmeridian $L=L_0$ bezogenen geographischen Längen l werden nach Osten positiv gezählt. Ein beliebiger Punkt hat die geographische Breite B und die Länge L oder $l=L-L_0$. Die Hoch- oder x -Achse des ebenen rechtwinkligen Koordinatensystems y, x , dessen wahrer Ursprung im Bild des Schnittpunktes des Meridians L_0 mit dem Parallelkreis B_0 liegt, fällt mit dem Bild des Mittelmeridians zusammen, und die Rechts- oder y -Achse ist Tangente an das Bild des Mittelparallels B_0 . (Siehe Abb. 1.)

Ohne näher auf die funktionalen Zusammenhänge der Lambertschen Abbildung einzugehen, werden die benötigten Beziehungen unmittelbar nach der Definition der Berührungskegel-Projektion und an Hand der Abb. 1 entwickelt.

Alle linearen Größen werden zunächst mit Strichen bezeichnet.

Aus Abb. 1 liest man ab:

$$\begin{aligned}\bar{R}'_0 &= N_0 \cotg B_0 \\ y' &= R' \sin \gamma \\ x' &= \bar{R}'_0 - R' \cos \gamma\end{aligned}$$

Dabei ist:

$$\gamma = l \cdot \sin B_0.$$

Mit der Beziehung

$$\Delta R' = \bar{R}'_0 - R' \quad \text{folgt noch}$$

$$x' = \Delta R' + y' \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}.$$

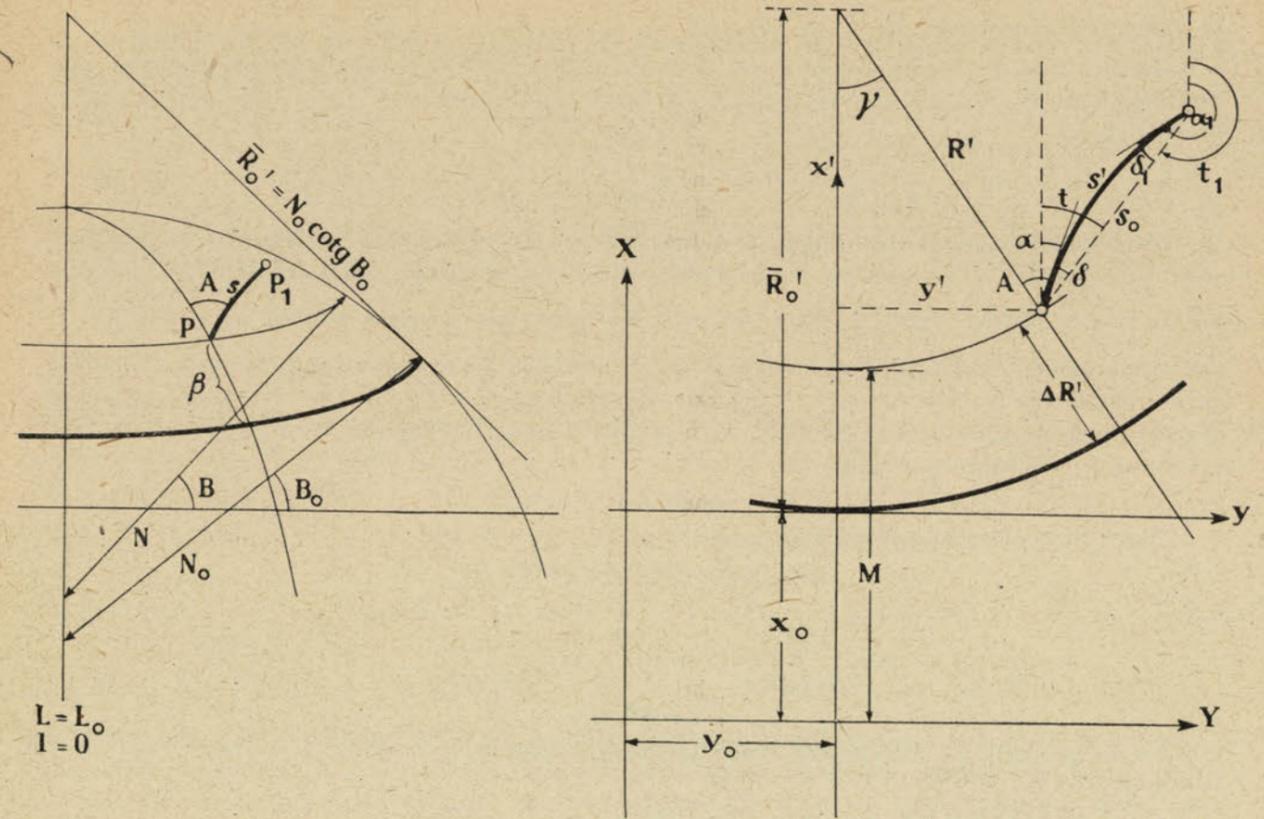


Abb. 1

Denkt man sich die x', y' -Ebene unter Verwendung des Faktors m_0 maßstäblich verkleinert, so folgen:

$$\begin{aligned}m_0 \bar{R}'_0 &= m_0 N_0 \cotg B_0 \\ m_0 y' &= m_0 R' \sin \gamma \\ m_0 x' &= m_0 \Delta R' + m_0 y' \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}.\end{aligned}$$

Werden die verkleinerten linearen Größen ohne Striche bezeichnet, dann ergeben sich:

$$\begin{aligned}R_0 &= m_0 N_0 \cotg B_0 \\ y &= R \sin \gamma \\ x &= \Delta R + y \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \\ \gamma &= l \cdot \sin B_0.\end{aligned}$$

Nach erfolgter Nullpunktverschiebung y_0, x_0 folgen die Beziehungen:

$$Y = y + y_0; \quad X = x + x_0; \quad R_0 = \bar{R}_0 + x_0; \quad M = \Delta R + x_0; \quad R = R_0 - M$$

Mit diesen Beziehungen lassen sich die Umrechnungen zwischen geographischen und ebenen Koordinaten durchführen.

I. Problem:

Gegeben sind die geographischen Koordinaten B_0, L_0 des Nullpunktes eines Koordinatensystems x, y und die geographischen Koordinaten B, L eines Punktes P . Gesucht sind die ebenen Koordinaten X, Y von P . Die Umrechnungsformeln lauten:

$$\begin{aligned}\gamma &= l \cdot \sin B_0 \\ y &= R \sin \gamma \\ X &= M + y \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}.\end{aligned}$$

II. Problem (Umkehrung):

Gegeben sind die ebenen Koordinaten X, y eines Punktes P in einem Koordinatensystem mit dem Nullpunkt B_0, L_0 . Gesucht sind die geographischen Koordinaten B, L von P . Die Umrechnungsformeln lauten:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y}{R_0 - X}, \quad M = X - y \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}, \quad l = \frac{\gamma}{\sin B_0}, \quad L = L_0 + l.$$

Die Anwendung der für die Lösung des I. und II. Problems entwickelten Formeln setzt das Bestehen einer Tafel, die M als Funktion der Breite angibt und einer 8—9stelligen Tafel des Sinus und Tangens für die kleinen Winkel γ bzw. $\frac{\gamma}{2}$ voraus. An Stelle des Sinus und Tangens können auch die in den Logarithmentafeln für kleine Winkel angegebenen Hilfsgrößen S und T mit den Argumenten γ und $\frac{\gamma}{2}$ verwendet werden.

Die Beziehung zwischen dem Meridianbogen β und dem abgebildeten Bogen $\Delta R'$ (Abb. 1) lautet für die konforme Kegelprojektion bekanntlich:

$$\Delta R' = \beta + a\beta^3 + b\beta^4 + c\beta^5 + d\beta^6.$$

Durch Multiplikation mit m_0 folgt daraus:

$$\Delta R = m_0\beta + A\beta^3 + B\beta^4 + C\beta^5 + D\beta^6,$$

wobei $A = m_0 \cdot a, \quad B = m_0 \cdot b, \quad C = m_0 \cdot c, \quad D = m_0 \cdot d$ ist. Es sind

$$a = \frac{1}{6M_0N_0}, \quad b = \frac{t_0}{24M_0N_0^2}(1 - 4t_0^2), \quad c = \frac{5 + 3t_0^2}{120M_0N_0^3}, \quad d = \frac{t_0(7 + 4t_0^2)}{240M_0N_0^4},$$

$$M = \Delta R + x_0.$$

Da die unmittelbare Auswertung dieser Beziehung umständlich ist, wurde die erwähnte Tafel für M berechnet.

Der S. G. A. nahm für $\Delta R'$ den rohen Ausdruck an:

$$\Delta R' = \beta + \frac{\beta^3}{6N_0^2}.$$

Der Verjüngungsfaktor m_0 .

Der Ausdruck für das Vergrößerungsverhältnis der Lambertschen Abbildung für Berührungskegel lautet genähert:

$$m = 1 + \frac{\beta^2}{2r_0^2}, \quad \text{wobei } r_0^2 = M_0N_0 \text{ ist.}$$

Wenn die Grenzparallelkreise B_G der Projektion den Meridianabstand $\pm d$ vom Mittelparallel B_0 haben, dann besteht dort das genäherte Vergrößerungsverhältnis $m_G = 1 + \frac{d^2}{2r_0^2}$. Durch Verkleinerung der Projektion werden zwei ungefähr im Abstand $\pm \beta_1$ gelegene Parallelkreise längentreu abgebildet. Wird m_0 so festgesetzt, daß m im Mittelparallel etwa um denselben Betrag kleiner als 1 ist, wie es auf den Grenzparallelen größer als 1 wird, dann folgt ohne weiteres

$$m_0 = 1 - \frac{d^2}{4r_0^2}.$$

Der ungefähre Abstand der längentreuen Parallelkreise vom Mittelparallel läßt sich aus der folgenden Abb. 2 leicht ableiten. Man denkt sich die Parabel

$$m = 1 + \frac{\beta^2}{2r_0^2}$$

gezeichnet und sieht, daß

$$\frac{d^2}{4r_0^2} = \frac{\beta_1^2}{2r_0^2} \text{ ist. Oder}$$

$$\beta_1 = \pm \frac{d}{\sqrt{2}}.$$

In Wirklichkeit liegen die längentreu abgebildeten Parallelkreise nicht in genau gleichen Abständen β vom Mittelparallel entfernt.

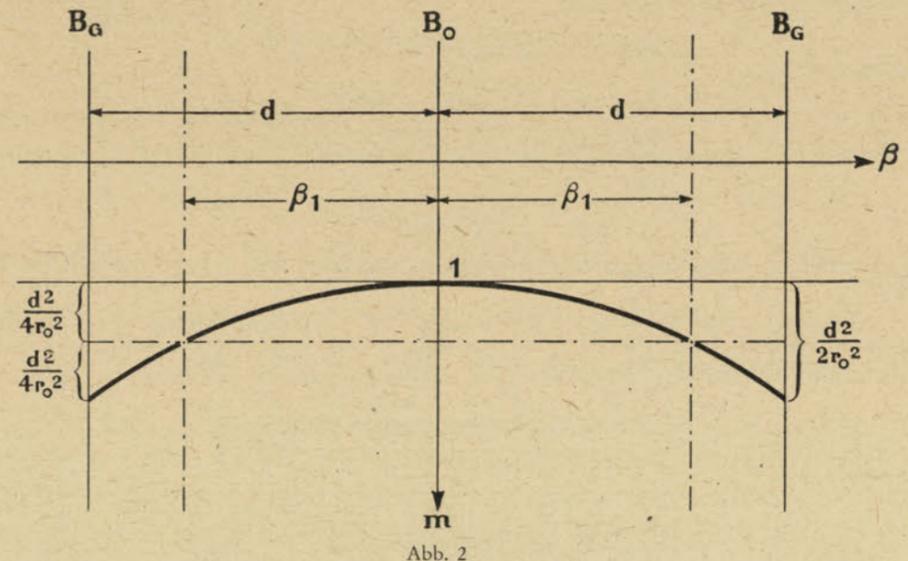


Abb. 2

III. Problem:

Die Anwendung der englischen Projektionen zeigt noch eine Besonderheit. Ausgehend von streng berechneten Lambertschen Koordinaten von Punkten höherer Ordnung, werden die ebenen rechtwinkligen Koordinaten weiterer Punkte mit den aus der sphäroidischen Ausgleichung und Berechnung bekannten sphäroidischen Dreiecksseiten s und den Azimuten A berechnet. Bei der Ableitung der Rechenformeln (siehe Abb. 1) sind die Richtungs- und Entfernungsreduktion in Rechnung zu stellen.

Für jede Dreiecksseite wird zunächst die Meridiankonvergenz γ am Azimut A berücksichtigt und dadurch der Winkel α erhalten. Es ist:

$$\alpha = A - \gamma.$$

Der ebene Richtungswinkel t errechnet sich aus α und der Richtungsreduktion δ mit:

$$t = \alpha + \delta.$$

Die sphäroidische Dreiecksseite von der Länge s wird als Kurve von der Länge s' abgebildet. In der Projektion hat die den Anfangs- mit dem Endpunkt der Seite geradlinig verbindende Sekante die Länge s_0 . Es ist zunächst:

$$s' = s + \delta s,$$

wobei δs die Längenreduktion bedeutet. In der gewünschten Genauigkeitsgrenze darf $s' = s_0$ gesetzt werden. Bei Schnittkegel-Abbildungen ist s noch um den Betrag $s \cdot (1 - m_0)$, den Einfluß der Verjüngung, zu verkleinern, was im folgenden als geschehen vorausgesetzt wird. Nun ist:

$$\Delta x = s_0 \cos t$$

$$\Delta y = s_0 \sin t.$$

Zur Abkürzung werden eingeführt:

$$m = s \cdot \cos \alpha$$

$$n = s \cdot \sin \alpha.$$

Δx und Δy lassen sich durch m, n und die bekannten Koordinaten x, y ausdrücken. Zunächst ist noch:

$$\frac{\partial s}{\partial s_0} = \frac{\partial s}{s_0} = \frac{x^2 + xx_1 + x_1^2}{6r_0^2} + \text{Glieder 3. Ordnung}$$

$$\frac{\partial}{\partial} = \frac{\Delta y}{2r_0^2} \left(x + \frac{\Delta x}{3} \right) + \text{Glieder 3. Ordnung.}$$

x_1, y_1 sind die Lambertschen Koordinaten des Endpunktes P_1 einer beliebigen Bildkurve einer geodätischen Linie.

Mit $x_1 = x + \Delta x, y_1 = y + \Delta y$ folgt:

$$\Delta x = s_0 \cos t = (s + \delta s) \cos (\alpha + \delta).$$

Genähert ergibt sich:

$$\Delta x = (s + \delta s) (\cos \alpha - \delta \sin \alpha)$$

$$\Delta x = s \cdot \cos \alpha - \delta \cdot s \sin \alpha + \delta s \cos \alpha$$

oder:

$$\Delta x = m - n \delta + \delta s \cos \alpha.$$

Für δ und δs werden die oben angegebenen Ausdrücke eingeführt und in den Gliedern 2. Ordnung wird nach Bedarf für

$$\Delta y = n, \quad \text{für } \Delta x = m, \quad \text{für } s' \cos \alpha = x_1 - x \quad \text{und für } x_1 = x + m$$

gesetzt, was innerhalb der angestrebten Genauigkeit zulässig ist. Nun folgt:

$$\Delta x = m - \frac{n^2}{2r_0^2} x - \frac{n m^2}{6r_0^2} + \frac{x_1^3 - x^3}{6r_0^2}.$$

Ebenso ergibt sich:

$$\Delta y = s_0 \sin t = (s + \delta s) \sin (\alpha + \delta)$$

$$\Delta y = (s + \delta s) (\sin \alpha + \delta \cos \alpha)$$

$$\Delta y = s \cdot \sin \alpha + \delta \cdot s \cdot \cos \alpha + \delta s \sin \alpha$$

$$\Delta y = n + m \cdot \delta + \delta s \cdot \sin \alpha.$$

Da für $x^2 + x x_1 + x_1^2 = 3x^2 + 3mx + m^2$ und für $x^2 = x_1^2 - 2mx_1 + m^2$ geschrieben werden darf, folgt:

$$\Delta y = n + \frac{n}{2r_0^2} x_1^2 - \frac{m^2 n}{6r_0^2}.$$

Der α entsprechende Gegenrichtungswinkel α_1 der Bildkurve wird berechnet aus

$$\alpha_1 = \alpha \pm \pi + \delta + |\delta_1|$$

Es ist

$$\delta = \frac{n}{2r_0^2} (x + \frac{m}{3})$$

$$|\delta_1| = \frac{n}{2r_0^2} (x_1 - \frac{m}{3}).$$

Daraus folgt:

$$\alpha_1 = \alpha \pm \pi + \frac{n}{2r_0^2} (x + x_1).$$

Die Anwendungsmöglichkeiten der hier entwickelten Formeln sind für die deutsche Kriegsvermessung begrenzt, da es zweckmäßiger ist, die Triangulationen II. und niederer Ordnung unter Berücksichtigung der Richtungsreduktionen in der Ebene zu berechnen.

4. Die Lambertsche Abbildung — Mittelmeer-Zone (Mediterranean-Zone)

England wandte für den europäischen Südosten, die Türkei und Teile des ostw. Mittelmeeres eine Lambertsche Abbildung, die sog. Mittelmeerzone, an. Zugrunde gelegt wurde das Besselsche Ellipsoid mit der großen Halbachse $a = 6377397,155$ m und der Abplattung $1 : 299,1528128$. Der Mittelparallelkreis hat die nördliche Breite

$$B_0 = 39^\circ 30'$$

und der Mittelmeridian hat die Länge

$$L_0 = 29^\circ \text{ ostw. Greenwich.}$$

Das normale Anwendungsgebiet verläuft von 36° bis 43° Breite, dagegen wurden die berechneten Tafeln bis 44° nördlicher Breite ausgedehnt. Der Verjüngungsfaktor wurde so festgesetzt, daß das

Vergrößerungsverhältnis ungefähr in den Breiten 36° und 43° um denselben Betrag kleiner als 1 ist, wie es im Mittelparallel größer als 1 wird. Es ergab sich

$$m_0 = 0,99906.$$

Die Nullpunktverschiebungen sind:

$$x_0 = 600\,000 \text{ m}$$

$$y_0 = 900\,000 \text{ m.}$$

M wurde aus der Formel berechnet:

$$M = 600\,000 + 0,99906\beta + 410\,878 \cdot 10^{-20}\beta^3 + 13\,047 \cdot 10^{-20}\beta^4 + 3538 \cdot 10^{-32}\beta^5 + 315 \cdot 10^{-38}\beta^6.$$

$$R_0 = x_0 + m_0 N_0 \cotg B_0 = 600\,000 + 0,99906 N_0 \cotg B_0 = 8\,339\,586,30$$

und

$$\sin B_0 = 0,63607822.$$

Das „Halbmessergesetz“ M wurde von Minute zu Minute von 36° — 44° berechnet und in der kleinen Tafel „Europe Concial Orthomorphic Projection — Mediterranean Zone“ (Europäische konforme Kegelprojektion — Mittelmeer-Zone) zusammengestellt. Abb. 3 zeigt einen Ausschnitt aus dieser Tafel, die auch die 1. Differenzen und die logarithmischen Differenzen für 1 Breitensekunde enthält.

Abgebildete Meridianbögen (M) in Metern.

(Developed Meridional Distances)

Breite	M Abstand vom verschobenen Nullpunkt	Differenz	Log. Differenz für 1 Sekunde	Breite	M Abstand vom verschobenen Nullpunkt	Differenz	Log. Differenz für 1 Sekunde
37 10	341 194.00		1.488845	37 20	359 685.75	1849.09	1.488809
11	343 043.25	1849.25	841	21	361 534.84	9.08	805
12	344 892.48	9.23	838	22	363 383.92	9.06	802
13	346 741.69	9.21	834	23	365 232.98	9.05	798
14	348 590.89	9.20	830	24	367 082.03	9.03	795
37 15	350 440.07		1.488827	37 25	368 931.06	1849.02	1.488792
16	352 289.24	1849.17	823	26	370 780.08	9.01	789
17	354 138.39	9.15	819	27	372 629.09	8.99	785
18	355 987.53	9.14	816	28	374 478.08	8.98	782
19	357 836.65	9.12	812	29	376 327.06	8.96	779
		9.10		37 30	378 176.02		1.488776

Abb. 3

Die Tafel enthält für die Breiten von 36° — 44° von 10 zu 10 Minuten das Vergrößerungsverhältnis der Schnittkegelprojektion. Dieses Täfelchen ist in Abb. 4 wiedergegeben.

Entfernungsverbesserungsfaktor

Distance Correcting Factor.

Breite	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°
00	0.99911	1.00000	1.00060	1.00090	1.00090	1.00060	0.99998	0.99905
10	0.99928	1.00012	1.00067	1.00092	1.00087	1.00052	0.99985	0.99886
20	0.99944	1.00023	1.00073	1.00094	1.00083	1.00043	0.99970	0.99867
30	0.99959	1.00034	1.00079	1.00094	1.00079	1.00033	0.99955	0.99846
40	0.99974	1.00043	1.00084	1.00094	1.00073	1.00022	0.99939	0.99825
50	0.99987	1.00052	1.00087	1.00092	1.00067	1.00010	0.99923	0.99803
60	1.00000	1.00060	1.00090	1.00090	1.00060	0.99998	0.99905	0.99780

Abb. 4

Die Tabelle (Abb. 4) ermöglicht die Ableitung eines guten Näherungswertes für die Längenreduktion kurzer geodätischer Linien. Die aus den Gitterkoordinaten abgeleiteten Entfernungen werden mit dem für die Mitte der Seite ermittelten Tafelwert multipliziert, wodurch die sphäroidischen Entfernungen erhalten werden.

Die beschriebene Transformationstafel ermöglicht die rasche Umrechnung geographischer in rechtwinklige ebene Koordinaten und umgekehrt, wie an Hand des nachfolgenden Beispiels erläutert wird.

Beispiele.

I. Problem. Für die Mittelmeerzone sind die Lambertschen Koordinaten des Punktes *P* aus dessen geographischen Koordinaten *B*, *L* zu berechnen.

Es ist: $B = 37^{\circ} 21' 12''.27$
 $L = 32^{\circ} 46' 47''.81$
 $l = + 3^{\circ} 46' 47''.81 = 13607''.81$

Aus der Tafel Abb. 3 ergibt sich

$$M = 361534,84 + \frac{1849,08 \cdot 12,27}{60} = 361912,97.$$

Damit wird

$$R = R_0 - M = 7977673,33 \text{ m}$$

$$\gamma = l \sin B_0 = 8655'',63 = 2^{\circ} 24' 15'',63$$

$$\frac{\gamma}{2} = 1^{\circ} 12' 07'',82$$

$$\sin \gamma = 0,041951352$$

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 0,020984913$$

$$y = R \sin \gamma = + 334674,18$$

$$Y = 1\ 234\ 674,18 \text{ m}$$

$$X = M + y \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

$$X = 368\ 936,08 \text{ m}$$

II. Problem. Gegeben sind die Koordinaten der Mittelmeer-Zone $Y = 1\ 234\ 674,18$ oder $y = 334\ 674,18$ und $X = 368\ 936,08 \text{ m}$. Gesucht sind die entsprechenden geographischen Koordinaten *B*, *L*.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y}{R_0 - X} = 0,041988315$$

$$\gamma = 2^{\circ} 24' 15'',63$$

$$\gamma = 8655'',63$$

$$\frac{\gamma}{2} = 1^{\circ} 12' 07'',82$$

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = 0,020984913$$

$$M = X - y \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$$

$$M = 361\ 912,98.$$

Aus der Tafel Abb. 3 ergibt sich mit *M* durch Interpolation:

$$B = 37^{\circ} 21' 12'',27$$

$$l = \frac{\gamma}{\sin B_0} = 13607'',81$$

$$l = 3^{\circ} 46' 47'',81$$

$$L = 32^{\circ} 46' 47'',81.$$

Die Projektionstafel C. V. 8

Zur unmittelbaren Ermittlung Lambertscher Koordinaten der Mittelmeerzone aus geographischen durch Interpolation wurde eine weitere Tafel berechnet. Diese Tafel C. V. 8 wurde im Februar 1941 in Kairo vom „Vermessungsdirektorium“ des Hauptquartiers Mittelost herausgegeben und hat den Titel „Mediterranean Zone-Lambert Projection (Concial orthomorphic) — Transformation between Geographical and Rectangular Co-ordinates“ oder „Mittelmeer-Zone-Lambert-Projektion (konforme Kegelprojektion) Umformung zwischen geographischen und rechtwinkligen Koordinaten“.

Die Tafel gibt die Hochwerte vom verschobenen und die Rechtswerte vom wahren Nullpunkt aus für geographische Breiten und Längen von 30 zu 30 Minuten an. Ferner enthält die Tafel die zur Berechnung beliebiger Werte benötigten Größen. Um die Übereinstimmung mit der Tafel zu sichern, werden bei der folgenden Erläuterung die dort angewandten Bezeichnungen beibehalten. Die sich auf den Rechtswert (Easting) beziehenden Größen sind mit *E* und die sich auf den Hochwert (Northing) beziehenden Größen mit *N* bezeichnet. Die benutzten Formeln lauten

$$(a) \begin{cases} E = E_0 + E_1 n + E_2 m + E_3 nm + E_4 n^2 + E_5 m^2 & (\text{bezogen auf den wahren Ursprung}) \\ N = N_0 + N_1 n + N_2 m + N_3 nm + N_4 n^2 + N_5 m^2 & (\text{bezogen auf den verschobenen Ursprung}) \end{cases}$$

Die Größen *E*₀, *N*₀ sind die Koordinaten für runde Werte der Breite und Länge von 30' zu 30' und damit die Blatteckenwerte für Karten, mit entsprechendem Blattschnitt. *E*₁, *E*₂ ... *N*₁, *N*₂ ... sind Koeffizienten die für alle 30' in Länge (bezogen auf den Mittelmeridian) und Breite tabelliert sind. *n* ist der Quotient der Längendifferenz der umzuformenden Länge gegenüber der nächst kleineren Tafellänge und des ganzen Intervalles von 30' = 1800". *m* ist der entsprechende Quotient für die Breite.

Jede Seite der Tafel ist für eine bestimmte geographische Breite, die sich von Seite zu Seite um 30' ändert und Werte von 35° bis 44° umfaßt, berechnet, wobei die geographischen Längen auf jeder Seite Werte von 0 bis 11° von 30 zu 30' annehmen. Für die Breiten von 42—44° reichen die Längen bis 13°. Um im Bedarfsfalle die Tafeln auch in den Breiten von 35° bis 42° für Längen bis 13° erweitern zu können, wurde in den Tafeln der erforderliche Raum freigehalten.

Die erste Spalte jeder Seite dient der Umwandlung von Minuten in Sekunden und die zweite ist das Argument für die geographischen Längen. In der 3. Spalte sind die Werte *E*₀ und *N*₀ und in den 5 restlichen Spalten die Koeffizienten *E*₁, *N*₁, *E*₂, *N*₂ ... angegeben. Abb. 5 zeigt einen Ausschnitt aus der Tafel.

Tafel C.V.8

Umwandlung von Minuten in Sekunden	Breite 35°		Koeffizienten von				
	Länge	<i>E</i> ₀ <i>N</i> ₀	<i>E</i> ₁ <i>N</i> ₁	<i>E</i> ₂ <i>N</i> ₂	<i>E</i> ₃ <i>N</i> ₃	<i>E</i> ₄ <i>N</i> ₄	<i>E</i> ₅ <i>N</i> ₅
1' = 60"	0°00	0	+45 733.35	- 0.04	-308.43	- 0.35	+ 0.04
2' = 120"	30'	100 598.14	+ 0.43	+55 579.02	- 0.86	+126.50	-15.12
3' = 180"		45 733.00	+45 732.64	- 308.55	-308.41	- 1.06	+ 0.13
4' = 240"	1°00	100 725.07	+ 254.28	+55 578.16	- 2.57	+126.50	-15.12
5' = 300"		91 464.58	+45 730.51	- 617.05	-308.40	- 1.76	+ 0.21
6' = 360"	30'	101 105.85	+ 508.14	+55 575.60	- 4.28	+126.49	-15.12
7' = 420"		137 193.32	+45 726.97	- 925.53	-308.37	- 2.45	+ 0.29
8' = 480"	2°00	101 740.48	+ 761.96	+55 571.31	- 5.99	+126.48	-15.12
9' = 540"		182 917.84	+45 722.06	- 1 233.98	-308.33	- 3.16	+ 0.38
10' = 600"	30'	102 628.92	+ 1 015.78	+55 565.32	- 7.70	+126.46	-15.12
11' = 660"		228 636.74	+45 715.73	- 1 542.39	-308.28	- 3.87	+ 0.46
	3°00	103 771.16	+ 1 269.55	+55 557.62	- 9.42	+126.44	-15.11
		274 348.60	+45 707.95	- 1 850.76	-308.23	- 4.57	+ 0.55
	30'	105 167.15	+ 1 523.30	+55 548.20	- 11.13	+126.42	-15.11
		320 051.99	+45 698.78	- 2 159.07	-308.16	- 5.26	+ 0.63
	4°00	106 816.86	+ 1 776.98	+55 537.07	- 12.84	+126.39	-15.11
		365 745.51	+45 688.23	- 2 467.31	-308.08	- 5.96	+ 0.71
	30'	108 720.24	+ 2 030.63	+55 524.23	- 14.55	+126.36	-15.10
		411 427.78	+45 676.27	- 2 775.47	-308.00	- 6.67	+ 0.80
		110 877.23	+ 2 284.20	+55 509.68	- 16.26	+126.32	-15.10

Abb. 5

Zur Erläuterung des Gebrauchs der Tafel dient folgendes Beispiel:

Gegeben sind

$$B = 35^{\circ} 15' 49'',60$$

$$L = 31^{\circ} 21' 22'',29$$

$$l = 2^{\circ} 21' 22'',29$$

Die nächst kleineren Tafelwerte sind in der Breite 35^0 und in der Länge 2^0 . Damit berechnen sich:

$$n = \frac{21' 22'', 29}{30'} = \frac{1282,29}{1800} = 0,7123833$$

$$m = \frac{15' 49'', 60}{30'} = \frac{949,60}{1800} = 0,5275556.$$

n und m werden auf 7 Stellen berechnet, dagegen genügt für $n \cdot m$, n^2 und m^2 eine 5-stellige Berechnung. Nun werden

$$n \cdot m = 0,37582$$

$$n^2 = 0,50749$$

$$m^2 = 0,27831.$$

Mit den in der Tafel angegebenen Größen können nun E und N nach Gleichung (a) berechnet werden. Es ist:

$E = 182917,84$ $+ 45722,06 \cdot 0,7123833$ $+ (-1233,98 \cdot 0,5275556)$ $+ (-308,33 \cdot 0,37582)$ $+ (-3,16 \cdot 0,50749)$ $+ 0,38 \cdot 0,27831$ <hr style="width: 100%;"/> $E = + 214721,10 \text{ (Vorzeichen von } l)$ $+ 900000,00$ <hr style="width: 100%;"/> $E' = 1114721,10$	$N = 102628,92$ $+ 1015,78 \cdot 0,7123833$ $+ 55565,32 \cdot 0,5275556$ $+ (-7,70 \cdot 0,37582)$ $+ 126,46 \cdot 0,50749$ $+ (-15,12 \cdot 0,27831)$ <hr style="width: 100%;"/> $N = 132723,42.$
--	--

E' und N beziehen sich auf den verschobenen Nullpunkt.

Die Tafel C. V. 8 kann auch für die umgekehrte Aufgabe, geographische aus rechtwinkligen Koordinaten zu berechnen, ausgenutzt werden. Beim Vorliegen der Tafel für M führt deren Anwendung allerdings bedeutend rascher zum Ziele, als das im folgenden erläuterte Verfahren:

In den Gleichungen (a) sind nun n und m die Unbekannten, während alle übrigen Größen als bekannt anzusehen sind. Aus der Tafel können die runden Breiten und Längen, die den gegebenen E - und N -Werten nach unten am nächsten liegen, ermittelt werden. Damit sind die Größen $E_0, E_1, E_2 \dots N_0, N_1, N_2 \dots$ bekannt. Die Auflösung der Gleichungen (a) nach den Unbekannten n und m erfolgt durch allmähliche Annäherung, wobei 3 Annäherungen im allgemeinen die gewünschte Genauigkeit ergeben. Die Erläuterung des Verfahrens erfolgt an Hand des obigen Beispiels

$$\text{mit } E = 214721,10, \quad N = 132723,42.$$

1. Näherung: Man vernachlässigt in den Gleichungen (a) die Glieder 2. Ordnung und bestimmt erste Näherungen von n und m aus den linearen Gleichungen. Aus der Tafel findet man für die nächst kleinere Breite 35^0 und für die Länge 2^0 . Zu ihnen gehören:

$$E_0 = 182917,84 \quad E_1 = + 45722,06 \quad E_2 = - 1233,98 \dots$$

$$N_0 = 102628,92 \quad N_1 = + 1015,78 \quad N_2 = + 55565,32 \dots$$

Also ist zunächst:

$$\left. \begin{aligned} 182917,84 + 45722,06 \cdot n - 1233,98 \cdot m &= 214721,10 \\ 102628,92 + 1015,78 \cdot n + 55565,32 \cdot m &= 132723,42 \end{aligned} \right\} (b)$$

Daraus folgen:

$$m_{(1)} = 0,5286293$$

$$n_{(1)} = 0,7098451$$

2. Näherung:

Mit $n_{(1)}$ und $m_{(1)}$ werden $n \cdot m$, n^2 und m^2 und mit diesen Werten die Glieder 2. Ordnung der Gleichungen (a) berechnet. Die Glieder 2. Ordnung werden an den Absolutgliedern der Gleichungen (b) berücksichtigt, worauf die verbesserten linearen Gleichungen (b) zum 2. Male nach n und m aufgelöst werden.

Es ist

$$n_{(1)} \cdot m_{(1)} = 0,37524$$

$$n_{(1)}^2 = 0,50388$$

$$m_{(1)}^2 = 0,27945.$$

Damit ergeben sich:

$$E_3 n \cdot m + E_4 n^2 + E_5 m^2 = - 117,18$$

$$N_3 n \cdot m + N_4 n^2 + N_5 m^2 = + 56,61.$$

Die neuen linearen Bestimmungsgleichungen lauten nun:

$$\left. \begin{aligned} 45722,06 \cdot n - 1233,98 \cdot m &= 31920,44 \\ 1015,78 \cdot n + 55565,32 \cdot m &= 30037,89 \end{aligned} \right\} (c)$$

Die Auflösung ergibt in 2. Näherung:

$$m_{(2)} = 0,5275641$$

$$n_{(2)} = 0,7123792.$$

3. Näherung:

Mit $n_{(2)}$, $m_{(2)}$ werden erneut $n \cdot m$, n^2 und m^2 berechnet, und die Absolutglieder der Gleichungen (c) werden wieder durch Berücksichtigung der Glieder 2. Ordnung verbessert.

Die neue Auflösung ergibt:

$$m_{(3)} = 0,5275558$$

$$n_{(3)} = 0,7123833.$$

Aus n und m lassen sich durch Multiplikation mit 1800 die Minuten und Sekunden, die zur Breite 35^0 und zur Länge 2^0 zu addieren sind, ermitteln. Mit $L = 29^0 + l$ ergibt sich:

$$B = 35^0 15' 49'',60$$

$$L = 31^0 21' 22'',29.$$

Die Probe erfolgt durch Einsetzen von n und m in die Gleichungen (a), die identisch erfüllt sein müssen.

5. Umformung von Koordinaten der Mittelmeer- in die Donau-Zone Tafel C. V. 8a

Zur raschen Umformung rechtwinkliger Koordinaten der Mittelmeerzone in rechtwinklige Koordinaten der Donau-Zone für Punkte des Überlappungsgebietes, das von $41^0 24'$ bis 44^0 Breite reicht, wurde eine besondere Lambertsche Projektionstafel C. V. 8a berechnet und mit der Tafel C. V. 8 zusammengefaßt.

Die Donau-Zone hat, wie die Mittelmeer-Zone, den Mittelmeridian

$$L_0 = 29^0.$$

Der Mittelparallel hat die Breite

$$B_0 = 45^0 54'.$$

Die Nullpunktverschiebung beträgt

$$y_0 = 1\,500\,000 \text{ m westlich}$$

$$x_0 = 601\,000 \text{ m.}$$

Für beide Projektionen beziehen sich die Rechtswerte der Tafel auf den wahren und die Hochwerte auf den verschobenen Nullpunkt. Wenn man mit Koordinaten der Mittelmeerzone als Argumente in die Tafel eingeht, erhält man, eventuell durch Anwendung einer Interpolationsformel, die Koordinaten E, N der Donau-Zone auf 0,1 m genau. Die Argumente ändern sich von 100 zu 100 km. Die runden Argumenten entsprechenden Koordinaten der Donau-Zone E_0, N_0 und die zur Umrechnung beliebiger Punkte der Überlappungszone benötigten Koeffizienten $E_1, E_2 \dots N_1, N_2 \dots$ sind für Intervalle von 100 zu 100 km in der Tafel enthalten. Zur Berechnung werden wieder die Gleichungen (a) angewandt:

$$E = E_0 + E_1 n + E_2 m + E_3 n m + E_4 n^2 + E_5 m^2$$

$$N = N_0 + N_1 n + N_2 m + N_3 n m + N_4 n^2 + N_5 m^2.$$

n ist der Quotient der Differenz zwischen dem Rechtswert eines umzuformenden Punktes und dem nächst kleineren runden 100 km Rechtswert der Tafel zum ganzen Intervall von 100 km.

m ist der entsprechende Quotient für die Hochwerte.

Jede Seite der Tafel, die im Ausschnitt in Abb. 6 wiedergegeben ist, umfaßt zwei in einem Intervall von 100 km aufeinanderfolgende Hochwerte der Mittelmeerzone, und jeweils Rechtswerte von 0 bis 1100 km von 100 zu 100 km, wie aus der 1. Spalte der Tafel ersichtlich ist. Die übrigen 6 Spalten enthalten die zur Umrechnung benötigten Koeffizienten $E_0, E_1, E_2 \dots, N_0, N_1, N_2 \dots$.

Die Umrechnung wird an Hand eines Beispiels erläutert:

Tafel C.V.8a

Rechts Mittelmeerzone	Hoch Mittelmeerzone 766000	Koeffizienten von				
	E_0 N_0	E_1 N_1	E_2 N_2	E_3 N_3	E_4 N_4	E_5 N_5
0	0 56 157.98	+100 314.62 - 0.51	+ 0.50 +100 314.94	-171.86 + 1.01	+ 0.51 +85.92	- 0.50 -85.92
100 000	100 315.13 56 243.38	+100 315.64 + 170.13	- 170.35 +100 315.92	-171.78 + 2.99	+ 1.48 +86.14	- 1.51 -85.90
200 000	200 632.25 56 499.65	+100 318.47 + 341.17	- 341.15 +100 318.86	-171.67 + 4.94	+ 2.48 +85.84	- 2.49 -85.85
300 000	300 953.20 56 926.66	+100 323.45 + 511.87	- 511.85 +100 323.72	-171.52 + 6.96	+ 3.47 +85.76	- 3.46 -85.77
400 000	401 280.11 57 524.29	+100 330.28 + 682.41	- 682.39 +100 330.57	-171.47 + 8.91	+ 4.47 +85.67	- 4.44 -85.67
500 000	501 614.85 58 292.37	+100 339.08 + 852.79	- 852.87 +100 339.35	-171.05 + 10.90	+ 5.48 +85.55	- 5.43 -85.54
600 000	601 959.40 59 230.72	+100 349.78 + 1 022.91	- 1 022.90 +100 350.11	-170.55 + 12.89	+ 6.40 +85.39	- 6.44 -85.40
700 000	702 315.58 60 339.02	+100 362.49 + 1 192.76	- 1 192.47 +100 362.82	-170.51 + 14.75	+ 7.38 +85.23	- 7.43 -85.22
800 000	802 685.45 61 617.01	+100 377.18 + 1 362.27	- 1 362.05 +100 377.38	-170.29 + 16.73	+ 8.39 +85.04	- 8.36 -85.03
900 000	903 071.02 63 064.32	+100 393.61 + 1 531.39	- 1 531.37 +100 393.90	-169.54 + 18.66	+ 9.32 +84.81	- 9.33 -84.82
1 000 000	1003 473.94 64 680.52	+100 412.05 + 1 700.08	- 1 699.95 +100 412.32	-169.19 + 20.47	+10.24 +84.58	-10.29 -84.58
1 100 000	1103 896.22 66 465.18	+100 432.19 + 1 868.33	- 1 868.22 +100 432.52	-168.60 + 22.43	+11.21 +84.32	-11.21 -84.31

Beispiel: Aus den gegebenen verschobenen Koordinaten eines Punktes der Mittelmeer-Zone sind die verschobenen Koordinaten in der Donau-Zone zu berechnen. Es ist

$$\text{Rechts} = 1\,340\,721,6$$

$$\text{Hoch} = 817\,423,4$$

Zum Eingang in die Tafel wird der wahre Rechtswert benötigt. Es ist

$$\text{wahres Rechts} = +440\,721,6$$

Das nächstgelegene Tafelargument ist bei Hoch 766 000 m und bei Rechts 400 000 m. Daraus ergibt sich:

$$n = 0,407216$$

$$m = 0,514234$$

$$n \cdot m = 0,2094$$

$$n^2 = 0,1658$$

$$m^2 = 0,2644$$

Mit den aus der Tafel Abb. 6 zu entnehmenden Koeffizienten $E_0, N_0, E_1, N_1, E_2, N_2 \dots$ berechnet sich der Rechtswert der Donau-Zone

$$E = 401280,11 + 100330,28 \cdot 0,407216 - 682,39 \cdot 0,514234$$

$$- 171,47 \cdot 0,2094 + 4,47 \cdot 0,1658 - 4,44 \cdot 0,2644$$

$$E = +441\,749,0 \quad \text{und} \quad E' = 1\,941\,749,0$$

Der verschobene Hochwert errechnet sich zu

$$N = 57524,29 + 682,41 \cdot 0,407216 + 100330,57 \cdot 0,514234$$

$$+ 8,91 \cdot 0,2094 + 85,67 \cdot 0,1658 - 85,67 \cdot 0,2644$$

$$N = 109\,389,0$$

Erfahrungsbericht

über die Herstellung einer Schießkarte 1:50 000 durch Neuzeichnung auf Grund von Luftbildauswertungen und topogr. Ergänzungen nach der russ. Karte 1:100 000 im Gebiet des mittleren Don

Von Hauptmann d. R. Heinrich Geißler

Schießkarten werden vordringlich an ständigen Fronten benötigt. Eine ständige Front ergab sich 1942 im Südabschnitt der Ostfront erst im Spätherbst, es wurde daher die beschleunigte Herstellung einer Schießkarte, Maßstab 1:50 000 befohlen. Einer le. Kartendruckerei-Abt. wurde ein Gebiet mit 13 000 qkm (40 Kartenblätter) zur Bearbeitung zugewiesen. (Siehe Anlage 1.)

Der Einsatz jeder Kartentruppe ist nun durch 5 Faktoren bestimmt:

1. Gegebene Unterlagen,
2. Auftrag,
3. Frist,
4. verfügbares Personal und
5. verfügbares Gerät.

1. Gegebene Unterlagen:

a) Vorhandenes Kartenmaterial: 9 russ. Karten 1:100 000 aus Aufnahmen von 1931—1941 und 1 russ. Karte 1:100 000, die aus 1:200 000 vergrößert war.

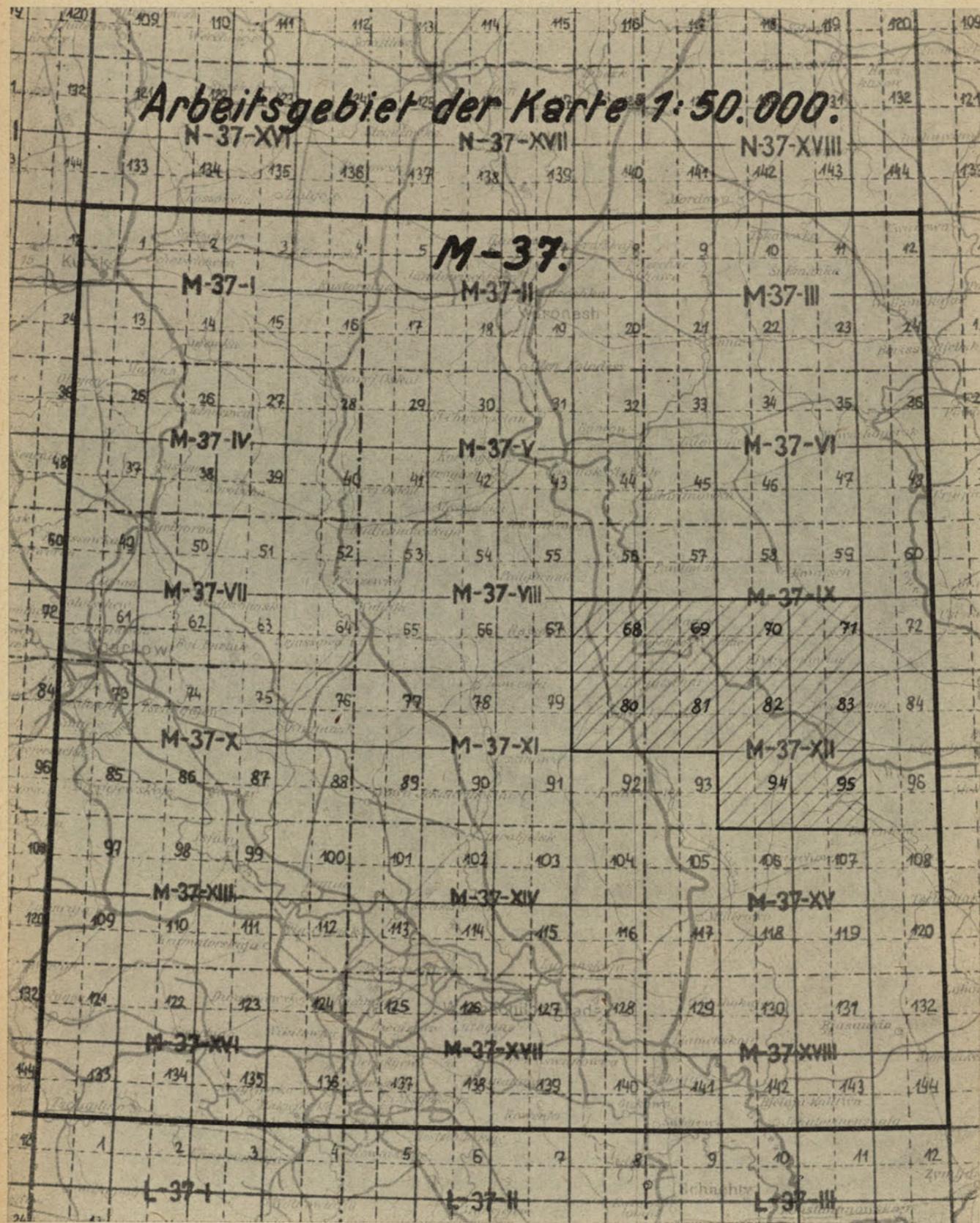
Die Abteilung hatte zusammen mit einem Kriegskarten- u. Verm.-Amt vorläufige Ausgaben 1:50 000 durch photographische Vergrößerung der russ. Karte 1:100 000 geschaffen.

b) Russ. Koordinatenverzeichnisse für die Punkte I.—IV. Ordnung ohne Punktbeschreibungen. Die Punkte sind über das Arbeitsgebiet ungleichmäßig verteilt, für 1 Blatt 1:100 000 liegen überhaupt keine Punkte vor.

c) Von den Verm.- u. Kartenabteilungen war das Gebiet westlich des Don in einer Tiefe von durchschnittlich 50 km bereits trianguliert. Ostwärts des Don, also im Feindgebiet, waren gleichzeitig einige Punkte durch Vorwärtseinschnitt bestimmt worden. Die Koordinaten dieser Neupunkte waren in Koordinatenverzeichnissen zusammengefaßt. Diese Triangulationen waren an das russ. Dreiecksnetz angeschlossen. Für die meisten von den Verm.- u. Kartenabteilungen erfaßten und neu bestimmten Punkte waren den Koordinatenverzeichnissen Punktbeschreibungen beigegeben. In diesen Vermessungsgebieten waren die Festpunkte mit wenigen Ausnahmen gleichmäßig verteilt. Die Triangulierungsarbeiten der Verm.- u. Kartenabteilungen waren nur für Verwendung durch die Artillerie bestimmt. Eine mögliche Verwendung der Punkte für photogrammetrische Zwecke war nicht vorgesehen. Die Verm.- u. Kartenabteilungen wurden gebeten, im triangulierten und im übrigen zu bearbeitenden Gebiet Paßpunkte einzumessen, von dem bereits befliegenen Gebiet wurden ihnen Luftbilder zur Verfügung gestellt, damit sie die eingemessenen Paßpunkte gleich an Ort und Stelle eintragen konnten.

d) Von der Luftwaffe war ein Streifen beiderseits des Don zur Überwachung bereits befliegen. Da die Längs- und Querüberdeckung der Flugreihen den photogrammetrischen Anforderungen einigermaßen genügte, konnten die Filme verwendet werden. Um die schnelle Befliegung des übrigen Gebietes bemühte sich das VKVerm. Inzwischen konnte die Arbeit im Donstreifen begonnen werden.

2. Auftrag: Schießkarte 1:50 000. Herstellung durch Neuzeichnung des Grundrisses auf Grund von Luftbildauswertungen mit topographischen Ergänzungen nach neueren russ. Karten 1:100 000 und Übernahme der Höhenlinien aus der russ. Karte 1:100 000. Lagegenauigkeit der Punkte nach Nr. 66 der H. Dv. 141/1 ist anzustreben. Die der russ. Karte 1:100 000 entnommenen Höhen sind zu überprüfen. Beim Blatt aus 1:200 000 sind Höhenausmessungen notwendig, sofern nicht inzwischen eine Beutekarte mit besseren Unterlagen erreicht wird.



3. **Frist:** In Anbetracht der zu erwartenden Winterschlacht ist die Arbeit **schnellstens** zu betreiben.

4. **Verfügbares Personal:** 4 Uffz. und 12 Mann eines Bildzuges,
1 Uffz. und 6 Mann eines Kartenzeichnerzuges.

Das übrige Personal des Kartenzeichnerzuges war für andere dringende Arbeiten eingesetzt.

5. **Verfügbares Gerät:** Geräte nach der KAN des Bildzuges einer 1e. Kartendruckerei-Abteilung. Das Luftbildkartiergerät (Triplex) stand erst später bereit.

Diese 5 Faktoren, vor allem die Dringlichkeit der Ziff. 3, waren nun ausschlaggebend für die Arbeitsmethode. Die beschrittenen Arbeitswege standen unter außerordentlichem Zwang. Die gewählten Methoden sind nur unter dem Gesichtspunkt der höchsten Dringlichkeit des Auftrages zu beurteilen.

I. Luftbildauswertung.

Die für die Luftbildauswertung notwendige Festpunktdichte war nur durch Radialtriangulation rasch zu erreichen. Dies war unbedenklich, weil das Gelände flachwellig war. Die größten Höhenunterschiede zwischen dem Don und den Hochflächen betragen etwa 170 m. Erschwerend war allerdings, daß nur wenige Punkte der russ. Triangulation I.—IV. Ordnung in den Luftbildern einwandfrei erkannt werden konnten, daß die Festpunktverdichtung der Verm.- u. Kartenabteilungen nicht auf Bildtriangulation angelegt war und die von den Verm.- u. Kartenabteilungen angeforderten Paßpunkte erst gegen Mitte oder gar Ende der Arbeit zu erwarten waren.

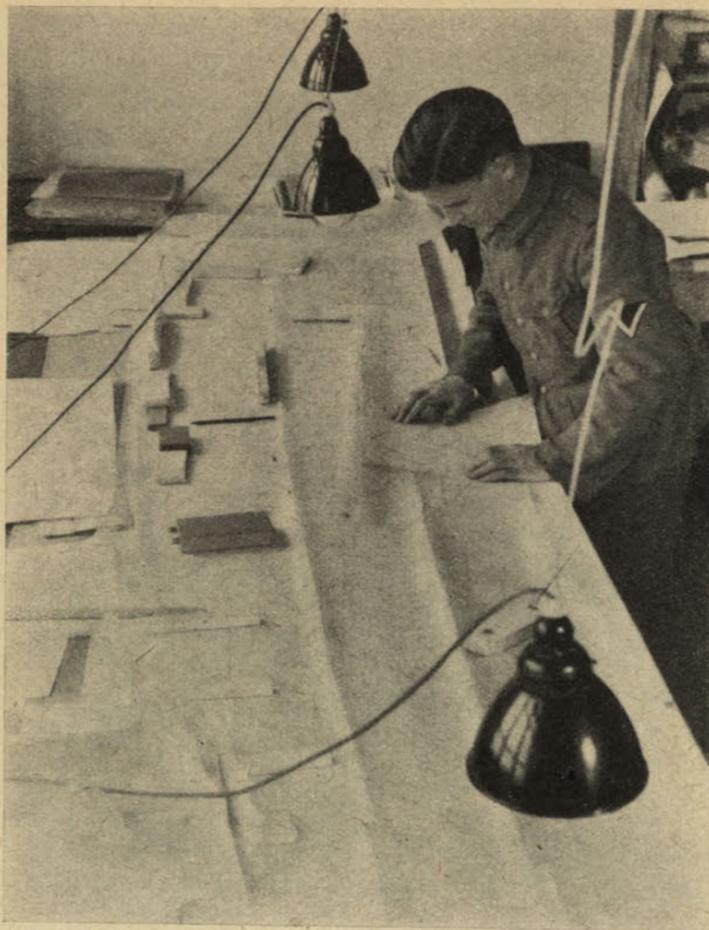
Die Entscheidung, ob die Radialtriangulation zweckmäßiger rechnerisch oder graphisch durchzuführen sei, wurde rasch zugunsten der graphischen Durchführung getroffen. Es waren 9 Bildflüge mit zusammen 1400 Luftbildern auszuwerten. Mit 4 Unteroffizieren und 12 Mann und nur einem Radialtriangulator wäre es unmöglich gewesen, diese Bildzahl in der verfügbaren Zeit auszuwerten. Außerdem war bei der rechnerischen Auswertung keine größere Genauigkeit zu erwarten als bei der graphischen, weil die Bildflüge den Anforderungen nicht voll genügten. Die Bildflüge wurden mit starr eingebauter Kamera durchgeführt; durch Wind- und Feindeinwirkung konnten Schrägaufnahmen über das zugelassene Maß von 6° hinaus nicht vermieden werden. Die starken Bildstürze ließen sich schon bei Vergleich der Folgebilder erkennen: Einander entsprechende Strecken zeigten bei den einzelnen Bildern größere Längenunterschiede. Bei der Ungleichheit der Bildschiefen von den einzelnen Aufnahmen konnte eine regelmäßige Veränderung der Radialwinkel nicht erwartet werden. Bei der graphischen Radialtriangulation werden nun durch die Angleichung mehrerer Rautenketten gröbere Verzeichnungen sofort augenfällig. Bei der notwendigen Überbrückung festpunktleerer Flächen verbessert ein gleichzeitiges Zusammenpassen und Abstimmen der Rautenketten der einzelnen Bildflüge die Punktlage sofort, wogegen bei der rechnerischen Triangulation der Überblick und die Vorstellung über die gegenseitige Abhängigkeit während des Arbeitsganges fehlt.

a) Der Arbeitsgang:

Gleich zu Beginn wurde die Arbeit in verschiedene Teilgebiete mit entsprechendem Umfang unterteilt. Die Leute wurden dabei nach Möglichkeit ihrer Veranlagung und ihrem Können entsprechend eingeteilt. Dadurch wurde ein reibungsloser und schneller Arbeitsablauf gewährleistet.

b) Arbeitseinteilung:

1. Identifizieren der von den Verm.- u. Kartenabteilungen eingemessenen TP und AP und der russischen Dreieckspunkte in den Luftbildern (2 Mann).
2. Eintragung der Bildhauptpunkte und deren stereoskopische Übertragung in die Folgebilder (1 Mann).
3. Festlegen und Übertragen der Radialpunkte in die Folgebilder und in die Nebenflüge (1 Mann).
4. Übertragen der Paßpunkte, Bildhauptpunkte und Radialpunkte in den Originalfilm (1 Mann).
5. Ringeln der übertragenen Punkte auf den Film und ihre Übernahme auf Ultraphanpapier zur Herstellung der Strahlenpausen. (Siehe Anlage 1.) (2 Mann).
6. Ausziehen der Strahlenpausen (2 Mann).



Anlage 2

Links:

Aneinanderfügen der Strahlenpausen zur Radialtriangulation im Maßstab 1:25 000.

Unten:

Luftbildauswertzeichnung auf Ultraphan (rot die Veränderungen im Grundriß, grün die Veränderungen im Wald und braun die Veränderungen im Gelände gegenüber der auf 1:50 000 vergrößerten russ. Karte 1:100 000). Die Arbeit erfolgt auf dem Durchleuchtungstisch, auf dem Vergrößerung, Film und Ultraphan übereinandergelegt werden.



Anlage 3

*Meinung über
Kartographie*

7. Ausführung der Bildtriangulation durch Aneinanderreihen der Strahlenpausen und Nadeln der gewonnenen Neupunkte. (Siehe Anlage 2.) (1 Mann).
8. a) Ablesen der Koordinaten der Neupunkte im Netz 1:25 000 und Eintragung in Koordinatenverzeichnisse.
b) Auftragen der Neu- und Festpunkte im Maßstab 1:50 000 (1 Mann).
9. a) Übernahme der Neu- und Festpunkte in die Strahlenpausen aus dem Netz 1:50 000.
b) Entzerren merklich verzerrter Bilder im Entzerrungsgerät (1 Mann).
10. Verkleinern der Luftbilder auf Diafilm auf 1:50 000 durch den Reprotrupp nach den Strahlenpausen (1 Mann der Repro.).
11. Einpassen der auf 1:50 000 vergrößerten 1:100 000-Karte mit den entzerrten verkleinerten Luftbildern und Durchzeichnen der Berichtigungen in die Ultraphannetze. (Siehe Anlage 3.) (3 Mann).
12. Nebenarbeiten in Zusammenarbeit mit Zug 1: Anfertigung einer Gitter- und Rahmenentwurfkarte auf Astralon (durch Ritzung), hiervon Abnahme des Gitters und Konstruktion der Blattecken; Übernahme des Blattrahmens und Blattgitters auf Ultraphan für Ziffer 11. Anfertigung der Bildflugübersichtskarte 1:100 000 und Ausscheiden von zu stark überlappten Luftbildern; Anfertigung der Gitternetze 1:25 000 für die Bildtriangulation (2 Mann).
13. Dunkelkammerarbeiten (2 Mann).

Diese Arbeitseinteilung konnte im wesentlichen eingehalten werden.

Während die Vorarbeiten für die eigentliche Triangulation (Punkt 7) liefen, waren die Arbeitskräfte, die für Punkt 8—11 vorgesehen waren, zur Beschleunigung der Vorarbeiten eingesetzt. Sobald die Triangulation genügend Neupunkte für den Beginn der Bildauswertung geliefert hatte, ging die Arbeit flüssig weiter, bis gegen Ende die Arbeitskräfte der ersten Punkte für die Schlußarbeiten eingesetzt werden konnten.

Der vorliegende Auftrag bildete die erste Einsatzarbeit des Bildzuges. Die klare Arbeitseinteilung ermöglichte die reibungslose Zusammenarbeit der noch nicht eingearbeiteten Mannschaften und die Übersicht über das organische Ineinandergreifen der Arbeitsphasen.

Die Punkte der Arbeitseinteilung sollen nun einzeln besprochen werden:

Zu Punkt 1.

Die Zeit drängte, es konnte nicht bis zum Eintreffen der ersten Paßpunkte gewartet werden. Die wichtigste Aufgabe war daher zunächst, die Aufnahmepunkte der Verm.- u. Kartenabteilungen und der russ. Triangulation in den Luftbildern zu erkennen. Von den meisten Punkten waren Einmessungen vorhanden. Sehr viele waren allerdings für das Auffinden der Punkte schlecht oder garnicht brauchbar. Dies lag daran, daß bei Ausführung der Verm.-Arbeiten an eine mögliche Verwertung der Punkte für photogrammetrische Zwecke nicht gedacht wurde. Die Signalisierung der Festpunkte und die Einmessungsskizzen waren nicht im Hinblick auf ihre Erkennbarkeit in Luftbildern ausgeführt. Die Ausgangspunkte der Anmaße waren in den Luftbildern nur selten aufzufinden. Viele Maße waren hunderte Meter, manche sogar einige Kilometer lang. Sie waren für verzerrte Luftbilder nicht zu verwenden. Trotz all dieser Schwierigkeiten mußte angestrebt werden, einen Teil der Punkte aufzufinden.

Mit Hilfe der bei dieser Arbeit gesammelten Erfahrungen gelang es vielfach, Punkte zu identifizieren, deren Auffinden zuerst hoffnungslos schien. Immerhin war unter den so festgestellten Punkten doch noch ein Teil zweifelhaft. Diese wurden als unsicher angemerkt. Beim Zusammenpassen der Strahlenpausen war es dann leicht, die tatsächlich falschen Punkte auszuschneiden. Manchmal gelang es sogar durch Messen der Abweichung von der koordinierten Lage, ihre vermutliche Lage im Luftbild soweit einzuengen, daß sie dann einwandfrei erkannt werden konnten.

Zum Aufsuchen der Punkte wurden die Luftbilder stereoskopisch betrachtet. Leicht aufzufinden waren Festpunkte, die lange Schatten warfen wie Kirchen, Windmühlen, Wassertürme, Wasserräder und trigonometrische Hochstände. Auf Höhen und Hügeln gelegene Punkte waren oftmals sicher erkennbar. Scherensignale ließen sich im Luftbild nur ganz selten erkennen; sie sind zu klein. Wohl aber gelang es, einige Drei- und Vierbocksignale zu finden.

Wenn sich die Punktlageskizzen zum Aufsuchen der Punkte nicht eigneten, wurden die Punkte in die russ. Karte 1:100 000 eingezeichnet und versucht, den Punkt durch Vergleich der Situation in Karte und Luftbild zu finden. Auch das führte manchmal zum Erfolg.

Die Anzahl der festgestellten Punkte reichte aus, um darauf die Triangulation mit einer gewissen Sicherheit aufzubauen. Als die ersten Paßpunkte von den Verm.- u. Kartenabteilungen eintrafen, war ein Großteil der Blätter schon trianguliert und ausgewertet. Diese Paßpunkte wurden dann zu der unten angegebenen Genauigkeitsuntersuchung benutzt.

Wenn keine Festpunkte vorhanden und keine Paßpunkte zu erwarten waren, also besonders im Feindgebiet, mußte die russ. Karte 1:100 000 als alleinige Grundlage herangezogen werden. In der Karte eingezeichnete Dreieckspunkte (deren Koordinaten nicht erbeutet waren), Kirchen, Brücken, Windmühlen, Wegekreuze usw. wurden bei lagemäßiger Übereinstimmung mit der umgebenden Situation im Luftbild als graphische Paßpunkte herangezogen. Ihre Koordinaten wurden aus der russ. Karte abgegriffen.

Die graphischen Paßpunkte wurden blau, die in der Natur eingemessenen Fest- und Paßpunkte grün geringelt und beschriftet. Diese Unterscheidung war notwendig, weil die Koordinaten der graphischen Paßpunkte mit den Zeichengenauigkeiten und Fehlern der russ. Karte behaftet waren. Diese Punkte waren also als unsicher anzusprechen, weshalb ihnen bei Triangulation ein geringeres Gewicht zugesprochen wurde.

Zu Punkt 2.

Gleichzeitig mit Punkt 1. begann auch die Eintragung der Bildhauptpunkte in die Luftbilder. Die Übertragung der Bildhauptpunkte in die Folgebilder erfolgte mit Spiegelstereoskop unter Verwendung der Markiereinrichtung des Raumbildmeßgerätes II von Zeiß. Diese Übertragungsart erwies sich genauer und schneller als das Übertragen von Punkten durch Schnittlinien. Zwei Flugreihen waren zufällig mit über 50 Prozent Seitenüberdeckung geflogen. Hier wurden auch die Hauptpunkte der Nebenreihe übernommen.

Die Hauptpunkte wurden größer als die anderen Punkte geringelt. Sie wurden in roter Tusche mit „P“ mit der zugehörigen Bildnummer als Index bezeichnet.

Zu Punkt 3.

Die Radialpunkte wurden so gewählt, daß sich günstige Rauten, also gute Schnitte ergaben. Die Punkte sollten nicht zu nahe am Bildrand liegen (etwa 3—4 cm). Außerdem mußten sie im vorangehenden und im folgenden Bild einwandfrei erkennbar sein. Schließlich wurde darauf geachtet, daß die Punkte nicht auf Höhen oder in Tiefen (wie etwa in den im Arbeitsgebiet häufigen schluchtartigen Steppenrissen) gewählt wurden. Kirchtürme, Windmühlen usw. wurden gleichfalls nicht als Radialpunkte verwendet. Auf diese Weise wurde der Einfluß des Bildsturzes an den Bildrändern gemildert. Die gewählten Radialpunkte wurden nicht nur ins Vorbild und in das Folgebild übertragen, sondern auch, soweit als möglich, in die Bilder der Nebenflüge, um die Rautenkette jeweils aufeinander abstimmen zu können. Die Punkte wurden wie üblich mit „A“ und „B“ mit der zugehörigen Bildnummer als Index bezeichnet. Sie erhielten also den Index des zugehörigen Bildhauptpunktes. In der ihnen zugehörigen Flugreihe wurden sie rot geringelt und beschriftet, in die Nebenreihen dagegen schwarz übertragen.

Es erwies sich als zweckmäßig, alle Punkte ihrem Zwecke nach verschiedenfarbig zu ringeln und zu beschriften, um sie am Bild leicht auseinanderhalten zu können.

Zu Punkt 4.

Die Paß-, Bildhaupt- und Radialpunkte waren nunmehr auf den Papierpositiven festgelegt. Papierabzüge sind aber nicht maßhaltig. Der Versuch, die Bilder mit dem Film in allen Teilen zugleich zur Deckung zu bringen, zeigte ungleiche Papiereingänge bis 6 mm. Deshalb wurden die Strahlenpausen vom Originalfilm abgenommen. Zu diesem Zwecke mußten die Bildhaupt-, Radial- und Paßpunkte in den Film übertragen werden. Der Originalfilm wurde mit der Rückseite nach oben am Durchleuchtungskasten aufgespannt. Von jedem Bild wurde Punkt für Punkt eingepaßt. Die Bilder wurden dabei bei jedem Punkt solange verschoben, bis die Situation in der engeren Umgebung desselben in der Durchleuchtung verschwand und sich ein gleichmäßiger Grauton zeigte. Sodann wurde der

Punkt genadelt. Durch dieses Verfahren konnten die Punkte peinlich-genau in den Film übernommen werden. Sie wurden nicht allein zur Herstellung der Strahlenpausen benötigt, sie waren auch erforderlich zur Herstellung der verkleinerten Dia 1:50 000 und zur Entzerrung der stark verzerrten Bilder. Schließlich waren die Punkte bei der Auswertung der Entzerrungen oder Verkleinerungen, also für das Durchzeichnen der festgestellten Änderungen, die Grundlage für die Einpassung jedes Bildes.

Zu Punkt 5.

Die genadelten Punkte wurden auf der Rückseite mit Tusche geringelt, damit die Ringe leicht wieder wegzuwischen waren. Anschließend wurden die Strahlen auf Ultraphanpapier im Format 30×30 cm durch Abnahme vom Film gefertigt. Die Punkte wurden dabei genadelt und vorläufig mit Bleistift geringelt, um beim folgenden Arbeitsgang leicht auffindbar zu sein. Das Übernehmen und Ringeln der Punkte in den Ultraphanblättern wurde am Durchleuchtungstisch 30×40 cm durchgeführt und zur Beschleunigung des gesamten Arbeitsganges mit dem Vorgang unter Punkt 4. insofern gekoppelt, als der Originalfilm von vornherein über zwei hintereinandergereihte, horizontal liegende Durchleuchtungskästen geführt wurde. Die nach Punkt 4. genadelten Punkte wurden gleich nach Weiterkurbeln des Films zum zweiten Durchleuchtungskasten geringelt und auf Ultraphanpapier übernommen.

Bei zehnstündiger Arbeitszeit konnten die Punkte von 40 bis 45 Bildern in den Film übernommen, geringelt und auf Ultraphanpapier übertragen werden.

Zu Punkt 6.

Die vom Bildhauptpunkt nach den einzelnen Punkten führenden Radialstrahlen wurden wie folgt verschiedenfarbig ausgezogen: rot die Strahlen zu den Radialpunkten der ihnen zugehörigen Flugreihe, schwarz die Strahlen zu den Radialpunkten, die aus der Nebenflugreihe übernommen waren, blau die Strahlen zu den eingemessenen, koordinatenmäßig bekannten Fest- und Paßpunkten, grün die Strahlen zu den graphischen Paßpunkten. Die den Strahlen zugehörigen Punktbezeichnungen wurden in entsprechender Farbe am äußersten Rand des Strahles angeschrieben. Die nun fertiggestellten Strahlenpausen erhielten die Nummer des zugehörigen Luftbildes.

Zu Punkt 7.

Die in den Luftbildern festgestellten Fest- und Paßpunkte wurden auf inzwischen vorbereiteten Gitternetzen im Maßstabe 1:25 000 zum Zwecke der Radialtriangulation aufgetragen.

Grundsatz der Triangulation war, die Strahlenpausen sowohl in der zugehörigen Flugreihe als auch mit den beiderseits anschließenden Flugreihen widerspruchsfrei zusammenzupassen. Deshalb wurden zumindest drei, meistens aber mehr Flugreihen gleichzeitig trianguliert. Wie bereits erwähnt, erweist sich die graphische Radialtriangulation durch diese Arbeitsweise der rechnerischen überlegen.

Schwierig gestaltete sich der Vorgang in den Gebieten, in denen wenig oder keine Festpunkte oder Paßpunkte vorlagen. Hier mußten graphische Paßpunkte herangezogen werden. Um sie im Zuge der Triangulation in ihrer Genauigkeit selbst kontrollieren und die schlechten ausscheiden zu können, wurden sie in entsprechender Dichte ausgewählt. Trotzdem war diese Heranziehung nur ein Behelf, denn schon die Generalisierung in 1:100 000 kann zu Punktverzeichnungen zwingen, auch ist bei der russ. Karte 1:100 000 das Gitternetz nur als Meldenetz zu werten (siehe Vermerk auf dem Kartenrand bei 1:50 000). Es fielen deshalb bei der Durchführung der Triangulation viele der graphischen Punkte wegen ihrer Widersprüche aus. Dies wurde vor allem offenbar, wenn mehrere Flugreihen gleichzeitig bearbeitet wurden. Der Bearbeiter mußte dabei nicht nur fachkundig gewandt, sondern auch recht geduldig sein. Auf diese Weise mußte einmal ein festpunktleerer Raum von etwa 30 km Längenausdehnung überbrückt werden. Die unten gegebene Genauigkeitsuntersuchung zeigt aber, daß die Abweichungen sich in zulässigen Grenzen hielten.

Zu Punkt 8.

Die aus der Radialtriangulation erhaltenen Neupunkte wurden genadelt, in Bleistift geringelt und beschriftet. Die Koordinaten wurden mit dem Planzeiger abgelesen und in Koordinatenhefte eingetragen. Anschließend wurden sie auf vorher vorbereitete Netze in 1:50 000 auf Ultraphan mittels Koordinatenschieber kartiert. Desgleichen wurden die zur Triangulation verwendeten Fest- und Paßpunkte eingetragen. Diese wurden schwarz und die Neupunkte blau und zwar auf der Rückseite geringelt. Die Punkte wurden nur vorläufig mit Bleistift beschriftet.

Zu Punkt 9.

Nun wurden die Strahlenpausen mit ihren zugehörigen Hauptpunkten auf das Ultraphannetz aufgelegt und die kartierten Punkte auf den zugehörigen Strahlen durchgeringelt. Auf diese Weise wurde die Kartierung auf unterlaufende Auftragsfehler geprüft. Solche zeigten sich dadurch auf, daß sie nicht auf die ihnen entsprechenden Strahlen zu liegen kamen. Diese Strahlenpausen, in denen jetzt die Punkte 1 : 50 000 eingetragen waren, dienten als Unterlagen auch für den folgenden Arbeitsgang.

Stark verzerrte Bilder und Bilder mit ausgedehnten Ortschaften wurden auf den Maßstab 1 : 50 000 entzerrt. Die Luftbilder hatten einen mittleren Maßstab von 1 : 25 000. Sie konnten im Entzerrungsgerät nicht ohne weiteres auf 1 : 25 000 entzerrt werden. Es wurden deshalb die im folgenden Punkt 10 näher erörterten, vom Reprotrupp hergestellten, verkleinerten Diapositive 1 : 50 000 verwendet. Sie hatten das ungefähre Format 15×15 cm, hatten also den Vorteil, daß sie sich im Filmträger 30×30 cm verschieben ließen. Von dieser Möglichkeit mußte oft Gebrauch gemacht werden. Die Aufnahmen waren teilweise derart schief geflogen, daß die gerätetmäßige Verschiebbarkeit des Filmträgers nicht mehr ausreichte. Das Dia 1 : 50 000 mußte gegen den Rand hin verschoben, teilweise diagonal gelegt werden, um die Entzerrung zu ermöglichen. Stark verzerrte Bilder hätten sich demnach nicht direkt aus dem Originalfilm entzerren lassen, da sich dieser im Filmträger nicht verschieben läßt, ohne daß Randpartien der Bilder und damit auch Punkte, die zur Entzerrung gebraucht werden, verloren gegangen wären. Diagonalstellen der Bilder ist beim Originalfilm im Bildträger überhaupt nicht möglich. Als Entzerrungsunterlage wurden die Strahlenpausen mit dem vom Ultraphannetz 1 : 50 000 durchgepausten Punkten verwendet. Grundlage der Entzerrung waren durchweg die Neupunkte allein. Durch ihre gleichmäßige Verteilung im Luftbild ermöglichten sie einen fast schematischen Arbeitsgang am Entzerrungsgerät. Es zeigte sich hierbei, daß die graphische Radialtriangulation die erwartete Genauigkeit sogar übertraf. Sämtliche Punkte fügten sich durch die Entzerrung durchwegs ausreichend genau in die Lage der koordinierten ein. Schien es ratsam, einen Teil des Filmstreifens, der starke Schrägbilder aufwies, zu entzerren, so genügte es jeweils, jedes zweite Bild zu entzerren. Bei guter Übereinstimmung der Entzerrung mit den koordinierten Punkten konnten die Bilder bis zum Rand ausgewertet werden.

Zu Punkt 10.

Vom Originalfilm mit den nach Punkt 5. eingetragenen Punkten wurden am Reproduktionsgerät die bereits erwähnten, auf den mittleren Maßstab 1 : 50 000 verkleinerten Diapositive hergestellt. Als Maßstabsunterlage dienten die Strahlenpausen mit den nach Punkt 9. 1 : 50 000 übernommenen Punkten. Die Bilder wurden soweit verkleinert, bis sich die Abweichungen der Punkte der Filmprojektion von den Punktlagen auf den Strahlenpausen, die durch die Bildschiefen hervorgerufen sind, in den zu großen und zu kleinen Partien die Waage hielten.

Zu Punkt 11.

Nun waren alle Vorarbeiten für die eigentliche Bildauswertung getroffen. Zur Auswertung wurde die auf 1 : 50 000 vergrößerte Karte 1 : 100 000 als Grundlage herangezogen. Am Durchleuchtungstisch wurde das Ultraphannetz 1 : 50 000 mit den nach Punkt 8 eingetragenen Punkten nach den Netzquadraten auf die vergrößerte Karte gelegt. Dazwischen wurde das auszuwertende Luftbild (verkleinertes Diapositiv im Mittelmaßstab 1 : 50 000 oder Entzerrung 1 : 50 000 auf Diafilm) geschoben und so eingepaßt, daß die Punkte im Luftbild mit den zugehörigen Punkten im Ultraphannetz zusammenfielen. Nun war ersichtlich, was von der alten Karte ganz gestrichen werden mußte, was geändert werden mußte und was noch Gültigkeit hatte. So wurde Luftbild für Luftbild einzeln eingepaßt und ausgewertet. Das Auswertergebnis auf dem Ultraphannetz sollte nicht die vollkommen neu gezeichnete Karte sein, sondern es sollte gemeinsam mit der vergrößerten Karte 1 : 100 000 dem Zeichnerzug für die Neuzeichnung der Karte alle Unterlagen geben. Das Ultraphannetz brauchte also nur Änderungen, Streichungen und Neues enthalten. Was gleich geblieben war, konnte weggelassen werden.

Was von der alten Karte gestrichen werden sollte, wurde gelb gekreuzt; Neues, soweit es Ortschaften, Häuser, Straßen, Wege, Eisenbahnen usw. waren, rot; geänderte Wasserläufe, Tümpel usw. blau; Bäume und Wald grün; die im Arbeitsgebiet häufigen Schluchten (Steppenrisse) braun und Geröll und Sand mit Bleistift vom Luftbild auf das Ultraphannetz übernommen.

Die Ortschaften mußten fast durchweg vollkommen neu aus den Luftbildern übernommen werden. Sie sind in der russ. Karte zum Teil überdimensioniert gezeichnet und sind für den Maßstab 1 : 50 000 zu wenig aufgelöst. Außerdem sind sie oft durch Neuanlage von Straßen und durch zahlreiche Neubauten, besonders an den Ortsrändern, stark verändert. Die Waldränder, Flußläufe und Wege mußten häufig neu gezeichnet werden.

Dadurch, daß sich aus der Radialtriangulation 9 im Luftbild gleichmäßig verteilte Neupunkte ergaben, war die genaue Auswertung aller Bilder in allen ihren Teilen möglich. Für Bilder, deren 9 Neupunkte sich mit den kartierten ziemlich deckten, war die Auswertung ohne Entzerrung möglich und durchaus gerechtfertigt. Infolge der 50–60 % Längsüberdeckung und durchschnittlich 20 % Querüberdeckung der Luftbilder brauchten bei diesen Bildern jeweils nur die zentralen Partien, in denen die Verzerrung wenig Rolle spielt, zur Auswertung herangezogen werden. Durch Wegfallen des Entzerrungsvorganges für die meisten Bilder war gewaltige Arbeitseinsparung erreicht und die Ausführung des Auftrages mit der geforderten Genauigkeit innerhalb so kurzer Zeit erst ermöglicht. Außerdem war auch die Einsparung an Photomaterial bedeutend. Nur stark verzerrte Bilder und Bilder mit ausgedehnten Ortschaften wurden entzerrt. Solche Bilder konnten bis an den Rand ausgewertet werden, da sie nunmehr hinlänglich maßstäblich waren.

Zu Punkt 12.

a) Auf einer Astralonplatte wurde ein einwandfreies Heeresgitternetz etwas größer als das größte Blatt entworfen und mit Lith.-Nadel scharf eingerissen. Die Randleiste wurde auf der NW- und der SO-Ecke abgesetzt von der Gitterritzung, als Winkel mit Schenkeln für je zwei Blattseiten gestochen. Hierauf wurden die Ritzungen mit Kupferdruckfarbe eingeschwärzt. Von dieser Gitterentwurfplatte wurden 6 weitere Gitternetzplatten auf Astralon im Positivkopierverfahren gefertigt. Auf diesen Platten wurden jeweils mittels der Blatteckenwerte die Blattränder in Bleistift eingezeichnet. Diese Gitter- und Rahmenkarten benutzten sowohl der Bildzug für die Eintragung der Festpunkte, Paßpunkte und Radialpunkte und für die Abnahme der Gitter und Koordinatenpunkte auf die Auswertultraphane wie auch der Kartenzeichnerzug als Unterlage für die Kartenneuzeichnung.

b) Um für jedes der 1400 Luftbilder jederzeit die örtliche Lage auf der Karte feststellen zu können, wurden die einzelnen Bilder mit einer Rahmenschablone ungefähr lagemäßig in die russ. Karte 1 : 100 000 eingezeichnet und die einzelnen Blätter zu einer Übersichtskarte zusammengefügt. Die eingezeichneten Luftbilder bekamen die laufenden Nummern der Bilder des Originalfilms. Jeder Flug wurde mit einer anderen Farbe angelegt.

c) Für die Radialtriangulation selbst, die 1 : 25 000 durchgeführt wurde, mußte ein eigenes Gitternetz angefertigt werden. Auf Astralon wurde ein genaues Netz mit 1 km Abstand der Gitterlinien konstruiert. Dieses Netz diente als Schablone. Auf gut geleimtem Makulaturpapier wurde das Netz durchgenadelt und mit hartem Bleistift ausgezogen. So wurden Netze nach Bedarf vervielfältigt. Sie hatten alle die Genauigkeit der Schablone und waren in kurzer Zeit angefertigt. Diese Netze wurden zum Zwecke der Radialtriangulation auf einem großen Arbeitstisch zusammengefügt. Nachträglich auftretende Papiereingänge waren belanglos, da das Auftragen der Fest- und Paßpunkte sowie das Ablesen der Neupunkte von den Gitterlinien dieser Netzunterlage erfolgte, so daß keine Fehlerfortpflanzung möglich war.

Zu Punkt 14. Dunkelkammerarbeiten.

Die Dunkelkammer entwickelte die am Reproduktionsgerät verkleinerten Diapositive sowie die auf Diafilm entzerrten Bilder. Außerdem hatte sie die Papierabzüge der Originalfilme herzustellen.

II. Die karthographischen Arbeiten.

a) Grundrißzeichnung.

Die Luftbildauswertzeichnung auf Ultraphan enthält die Veränderungen im Grundriß gegenüber der Karte 1 : 100 000 in rot, blau, grün und braun und die herausfallenden Darstellungen in gelb. Diese Abschlußzeichnung der Luftbildauswertung geht vom Bildzug an den Kartenzeichnerzug.

Ein erfahrener Karthograph vervollständigt diesen Grundriß an Hand der vergrößerten russ. Karte 1 : 1 000 000. Diese Vorlage enthält Angaben über Wegekassen (in Kennziffern nach Zeichenschlüssel), Strichstärken und Kartenzeichen. Der russ. Zeichenschlüssel wird grundsätzlich beibehalten, weil alle

russ. Karten einen einheitlichen abgestimmten Schlüssel haben, an den sich die Truppen gewöhnt haben, und weil er auch für das russ. Gelände zweckmäßig und klar ist. Die neue Karte 1 : 50 000 soll sich in die Gebrauchskarten einreihen und den Übergang von einem anderen Maßstab erleichtern.

Der Kartenzeichner hat deshalb einen Zeichenschlüsselauszug zur Hand.

Um die Grundrißzeichnung so rasch wie möglich für die 40 Blätter fertig zu stellen, wurde zu neuen besonderen Methoden gegriffen. Bei einer le. Kartendruckerei-Abt. hatte der Verfasser die Paus-hautgravur, eine Kartenritz-Zeichenmethode entwickelt und eine Anweisung dazu geschrieben. Sie wurde nicht ausschließlich angewandt, sondern nur da, wo sie schneller zum Ziele führte.

Die überarbeitete durchsichtige Grundrißvorlage des Bildzuges wird auf einen blau gefärbten Pa-pierbogen gelegt, der auf einer Astralonplatte als Zeichen- und Ritzunterlage liegt. Darüber kam eine Kodak-Klarzell-Paus-haut mit der polierten Seite nach oben. Auf diese war vorher von einem Zeichner der Kartenrahmen, das Gitternetz und die Festpunkte von der Gitternetzplatte des betr. Blattes (Astra-lon), die selbst von einer Gravurplatte stammte, durch Gravur abgenommen worden. Die Grundriß-ritzung erfolgte nun unter jeweiliger scharfer Einpassung der Netzquadrate (die Luftbildauswertefolie kann Eingang aufweisen). Zonenweise wurden zuerst die Ortslage und dann das Verkehrsnetz geritzt. Dabei wurden doppelinnige Straßen mit einem entsprechend zweizinkigen Schaber auf einen Zug gezo-gen; Gebäude und Gebäudezeilen wurden mit einem breiten Schaber in einem Zug eingebracht.

Kartenzeichen wie T. P., A. P., einzelne Bäume, Waldbäume wurden mit einer Schablone, die aus einer Konservendose (Weißblech) gefertigt wurde, eingeritzt. Punkte an Waldrändern, Sand, die rascher mit Tusche und Feder einzuzichnen waren, wurden auf der matten Rückseite des Klarzells eingebracht. Für die größeren Sandflächen wurde ein selbst hergestellter Sandraster angewandt.

b) Geländezeichnung.

Als Gelände wurde die Höhendarstellung der russ. Karte 1 : 100 000 von einer Vergrößerung 1 : 50 000 übernommen. Teilweise mußten hier Änderungen infolge der Grundrißänderung gegenüber der russ. Karte vorgenommen werden, insbesondere bei den Schluchten.

Die Zeichnung erfolgte auch hier am schnellsten mit der Graphiermethode. Dadurch wurde ins-besondere eine einheitliche Strichstärke für beide Schichtlinien für das ganze Blatt erzielt.

Die Prüfung der Höhenlinien ergab, daß die Höhenaufnahme der russ. Karte 1 : 100 000 für die Schießkarte 1 : 50 000 genügte.

c) Gewässerzeichnung.

Sie erfolgte mit Tusche und Feder unter Verwendung eines Linienrasters für Seen und Flüsse.

d) Waldflächenzeichnung.

Ebenso. Die Verwendung von Tamma-Farbe oder Plaka ergibt eine gut haltbare Deckung.

e) Beschriftung.

Die Beschriftung wurde in einer Schriftvorlage entworfen und dabei Schreibweise, Größe und Stel-lung handschriftlich festgelegt. Die Inschriften der Karte und die Zahlen des Kartenrandes wurden auf die Grundrißfolie nach der Einschwärtzung der Gravur gestempelt. Im Bogen verlaufende Namen von Bergen und Tälern oder Schluchten wurden mit Tusche und Feder eingeschrieben.

f) Randbearbeitung.

Die Randbearbeitung wurde in deutsch und italienisch besonders sorgfältig entworfen. Da die Randbeschriftung in der Hauptsache bei allen Blättern die gleiche ist, wurde sie gestempelt, geschrieben oder gezeichnet, photographisch auf ein Filmdia positiv gebracht und an die Grundrißfolie angeheftet.

g) Schlußbearbeitung.

Von jeder gezeichneten Folie wurde zunächst eine Lichtpause gemacht, diese als Andruck geprüft und die Anstände dann behoben. Einfärbung erfolgt dann mit besonderer Farbe. Von der Originalritz-folie wird eine Kopie auf mattes Astralon hergestellt, auf der nachträgliche Änderungen auch mit Tusche-zeichnung ausgeführt werden können.

Diese kartographische Bearbeitung konnte mit der Auswertung des Bildzuges Schritt halten. Da-zu waren nur 7 Kartographen eingesetzt. Jede Woche wurden so 5 Blätter druckfertig.

Bemerkung.

Die Paus-hautgravur wurde inzwischen weiter entwickelt. Es wird nicht mehr die Paus-haut selbst graviert, sondern auf Astralon aufgebrachte besondere Schichten, die sich spielend leicht gravieren lassen. Die Einfärbung erfolgt dann mit Efha-Farbe und zwar auf die matte Seite des Astralons, auf der nachträgliche Änderungen mit Tuschezeichnung ausgeführt werden können.

III. Druck und Ausgabe.

Bei der Herstellung der Druckplatten wurde der Eingang der auf Kodak-Klarzell hergestellten Kartenzeichnungen durch Einlegen in gefeuchtetes Papier mühelos in einigen Minuten beseitigt.

Der Druck der Karten erfolgte in zwei Nutzen auf zwei Kartendruckmaschinen 70×90 cm. Diese Maschinen waren aber gleichzeitig mit anderen Druckarbeiten reichlich eingesetzt. Trotzdem konnte auch der schwere Druckereizug sich den Bearbeitungszeiten des 1. und 2. Zuges anpassen und wöchent-lich fünf Karten vierfarbig zur Ausgabe an die Armeen abliefern. (1 Ausschnitt siehe Anlage 4, verkleinerte Wiedergabe einer ganzen Karte siehe Anlage 5.)

Leider wurden die später erscheinenden Blätter durch den Gang der Kriegshandlungen überflüssig.

IV. Genauigkeitsuntersuchung.

Die nach Fertigung der Karte eingetroffenen Paßpunktkoordinaten der Vermessungs- und Karten-abteilungen wurden zur Untersuchung der Genauigkeit der hergestellten Schießkarten benützt. Es wurden hierzu auf 7 Karten 72 Kontrollpunkte verwendet. Diese Prüfpunkte waren entweder in den Karten unmittelbar enthalten oder sie konnten mittels Einmessungen eingetragen werden. Auch einige andere Festpunkte wurden durch die Einmessungen noch erkannt und eintragbar. Von diesen Punkten wurden in den gedruckten Karten die Rechts- und Hochwerte abgelesen und die Unterschiede mit den gerechneten Koordinaten gebildet (siehe Anlage 6). In einem Übersichtsblatt 1 : 300 000 ist die Verteilung der Kontrollpunkte dargestellt (siehe Anlage 7). Der erreichte mittlere Fehler für Δr und Δh war überraschend klein. Auch die größten Differenzen sind, verglichen mit Genauigkeitsuntersuchungen von friedensmäßig hergestellten Karten, durchaus tragbar. Idler bestätigt in der Zeitschrift für Verm.-Wes., 1942, Seite 142, die Feststellung Richters, daß für die deutsche topogr. Karte 1 : 25 000 als ungefähre Fehlergrenze für alle Punkte des Grundrisses als Durchschnitt für offenes und Waldgelände ein mittlerer Fehler von ± 12 m und damit ein Maximalfehler von ± 36 m anzu-nehmen ist. Für 1 : 50 000 entsprechen diesen Feststellungen ein mittlerer Fehler von ± 24 m und ein Maximalfehler von ± 72 m. Dieser Maximalfehler ist bei den hier behandelten Karten 1 : 50 000 nirgends erreicht worden. Nach der H.Dv. 141/1, Ziff. 66, beträgt die Lagegenauigkeit der nicht eingemessenen Punkte (um solche handelt es sich bei obiger Untersuchung) bei der deutschen Karte 1 : 50 000 ± 30 m.

Die Nachprüfung der aus der russ. Karte 1 : 100 000 vergrößert auf 1 : 50 000 übernommenen Höhenlinien mit Höhenangaben ergab keine so großen Abweichungen, daß die Karte den Anfor-derungen der Artillerie nicht genügen würde. Die Unterlagen für diese Untersuchungen gingen verloren.

Die geschaffene Karte ist deshalb trotz ihrer außerordentlichen kurzfristigen Herstellung als Schieß-karte zu werten.

V. Feststellungen zur Beurteilung der russ. Karte 1 : 100 000.

Die bei der Neuzeichnung sichtbar werdenden Abweichungen gegenüber der vergrößerten Karte 1 : 100 000 wurden für einige Blätter festgehalten:

M — 37 — 71 — C Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941.

Ortschaften: Die großen Ortschaften stimmen in der Ausdehnung gut überein.

Verlagerung der Straßen und Häuserreihen durch Generalisierung bis 0,5 mm (25 m). Stark verändertes Bild der Ortschaften durch genaueres Zeichnen im Maßstab 1 : 50 000.

Wege: Sehr gute Übereinstimmung der Verbindungswege. Abweichungen nur in wenigen Strecken bis 0,5 mm (25 m). Auch andere Wege stimmen gut überein, Verlagerung bis 1 mm (50 m). Wegekreuze stimmen gut, bis 0,5 mm (25 m) (vergl. 54/56).

Brücken: 52/46 und 56/48 stimmen überein.

Gewässer: Verlagerungen der Bäche bis 3 mm (150 m) und Änderungen in der Form des Bachlaufes.

Regenschluchten: Die wenigen Schluchten des Blattes stimmen gut überein. Verlängerungen bis 2,4 cm (1200 m).

M — 37 — 81 — B Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000 (Stand 1941, 1931), erkundet 1941.

Ortschaften: a) größere, in Ausdehnung meist gut übereinstimmend. Durch Generalisierung Verlagerung der Straßen und Häuserreihen bis zu 1 mm (50 m);

b) kleinere, starke Veränderungen in Ausdehnung und Verlagerung durch Generalisierung wie oben. Viele einzeln stehende Gebäude der Karte 1 : 100 000 sind verschwunden, eine Anzahl einzeln stehender Gebäude entstanden.

Wege: Verbindungswege stimmen zum größten Teil gut. Manche Strecken bis 2,5 mm (125 m) verschoben 24/98 und 24/96.

Wegekreuze 0,5 mm (25 m) verschoben 38/00 und 40/06.

Brücken: 30/90 um 2,5 mm (125 m) verschoben.

Mehrere Brücken fallen weg (vergl. Weg südl. Kraßnodar—Lofizkoje).

Gewässer: Der Fluß Bogutschar zeigt stärkere Veränderungen in Form und Breite. Verschiebungen bis 5 mm (250 m). Mehrere kleine Bäche und Seen sind hinzugekommen.

Regenschluchten: Starke Veränderungen und viele neue Schluchten.

M — 37 — 82 — B Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941.

Ortschaften: Stimmen in Ausdehnung gut überein.

Verschiebungen von Straßen und Häuserreihen durch Generalisierung (in Karte 1 : 100 000) bis 1 mm (50 m).

Merkliche Änderung der Ortslage (Dorf 30/36).

Wege: Verbindungswege stimmen gut. Nur in einigen Strecken Verschiebungen bis 1 mm (50 m). Feldwege stimmen im allgemeinen gut, soweit alte bestehen blieben. Neue sind hinzugekommen, andere weggefallen.

Wegekreuze: 38/36 1 mm (50 m) verschoben.

Wegegabel: 30/32 1,5 mm (75 m) verschoben.

34/40 4 mm (200 m) verschoben (besonders spitz).

Brücken: 36/34 stimmt genau überein. 34/36 2 mm (100 m) verschoben (dort auch Änderung des Altwassers).

Gewässer: Besonders auffallende Änderungen bei den Altwässern.

Der Don geringe Änderungen in Form und Breite bis 1,5 mm (125 m).

Regenschluchten: Stimmen gut überein. Kleine Zweige neu oder verlängert.

Baumbewuchs: Besondere Veränderungen im Südwestteil des Blattes.

M — 37 — 83 — C Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941, erkundet 1941.

Ortschaften: Das stadtartige Kasanskaja stimmt gut überein.

Verschiebungen durch Generalisierung bis 0,5 mm (25 m).

Ortschaften stimmen in Ausdehnung gut überein, merklich anderes Bild der Ortschaften durch Neuzeichnung im Maßstab 1 : 50 000 (1 : 100 000 zu stark generalisiert).

Wege: Verbindungswege stimmen sehr gut überein. Abweichungen nur in wenigen Strecken bis 0,5 mm (25 m), auch andere Wege stimmen gut überein. (Neue Wege hinzugekommen, alte weggefallen).

Wegegabeln und Wegekreuze liegen gut, Verschiebungen bis 1 mm (50 m).

Brücken: 18/52 (südl. des Don) stimmen gut überein.

Bei Brücken 20/50 und 22/50 Verlagerungen des Baches bis zu 2 mm (100 m).

Gewässer: Verschiebungen und Änderungen des Don in Form und Breite nur an wenigen Stellen bis 3 mm (150 m).

Bei Bächen Form stark verändert, neue Bäche hinzugekommen.

Regenschluchten: Wenige vorhanden, genauere Zeichnung der Einzelheiten im Maßstab 1 : 50 000.

Baumbewuchs: Geringe Abweichungen.

M — 37 — 94 — B Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941.

Ortschaften: Stark abweichendes Bild der durch die Mitte des Blattes sich hinziehenden Ortschaften, viele neue Ortsteile entstanden, geändertes Bild durch genauere Zeichnung im Maßstab 1 : 50 000 (Generalisierung).

Wege: Verbindungswege stimmen gut überein. (Vergl. Weg südl. der Ortschaftenreihe). Abweichungen nur in wenigen Strecken bis 1 mm (50 m). Untergeordnete Wege stimmen teils gut, teils Verlagerungen bis 2 mm (100 m) (scheinbar Umlegungen). Viele neue Wege.

Wegegabeln: Stimmen bis 1,5 mm (125 m) überein, 98/28 stimmt genau.

Brücken: Viele neue kleine Brücken, bestehende stimmen bis 1 mm (50 m) überein, falls nicht Verlagerungen von Bächen und Wegen vorliegen.

Gewässer: Starke Formveränderungen des Baches Tichaja (Verlagerung). Verlängerung von Bächen und neue Bäche.

Regenschluchten: Neue Schluchten (vergl. 92/40) und kleinere Verlängerungen.

M — 37 — 69 — D Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941 und 1930—1934.

Ortschaften: Stimmen sehr gut überein, einige wenige Straßen sind bis zu 2 mm (100 m) verschoben.

In der Ausdehnung nicht generalisiert.

Kleine Ortschaften und Gehöfte wesentlich verbessert (Generalisierung).

Straßen: Befestigte Straßen stimmen bis 1 mm (50 m), wechselnd.

Straßengabel: 52/02 um 7 mm nach Süden verschoben — 350 m (Sandwege).

Sonstige Veränderungen durch Wegverlegung im Sand.

Straßenzüge bis 1 mm (50 m).

Straßenkreuz 06/42 um 1 mm (50 m) nach W verschoben, in den meisten Fällen gut.

Brücken: 0,2 mm (10 m) gegen W.

2 mm (100 m) in Gadjutsluje (Ortschaft).

Flüsse: Gute Übereinstimmung. Einige Male bis 5 mm (250 m) Verlegung.

Regenschluchten: Sind wegen Erosion meist wesentlich im Oberlauf verlängert bis 1,5 mm (75 m), einige Male auch Verlängerungen bis 1 cm (500 m).

Zweig neu, 4 cm lang (2000 m).

M — 37 — 70 — A Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand 1941.

Ortschaften: Gute Übereinstimmung in Ausdehnung und Straßennetz.

Verlagerung der Straßen und Häuserreihen bis 1 mm (50 m).

Änderungen am Ortsrand durch neue Gebäude und Verschwinden von alten Gebäuden.

Wege: Stimmen gut überein (besonders Verbindungswege).

Abweichungen nur durch Umlegungen.

Viele Feldwege fallen weg.

Wegeabzweigungen und Gabeln stimmen gut überein, sofern nicht Verlegungen der Wege vorliegen. — 1 mm (50 m).

Gewässer: Abweichungen des Baches Mamonowka bis 1,5 mm (75 m) im Südteil des Blattes. Nach der Mündung zu starke Änderungen in Form und Breite. Viele neue Gewässer.

Brücken: Verschiebungen bis 1,5 mm (75 m), manche stimmen überein.

Meist Verlagerungen von Wegen und Bächen.

Regenschluchten: Neue Zweige und Verlängerungen bis 2 cm (1000 m).
Verlagerung bis 3 mm (150 m).

M — 37 — 95 — B Grundl.: russ. Karte 1 : 100 000, Stand, 1941, 1928, 1934, 1939.

Ortschaften: Ausdehnung gut übereinstimmend.

Durch Generalisierung Verlagerung nach NW bis 1 mm (50 m).

Kleinere Ortschaften sind wesentlich verlängert, weil diese in 1 : 100 000 zu stark generalisiert sind. Verlagerungen bis 1 mm (50 m).

Wege: Wegegabel (Paßpunkt) stimmt mit 0,1 mm (5 m).

Sonst Wegverlagerungen bis 2,5 mm (125 m). Bei einem anderen Paßpunkt auch nur Verlagerung um 0,4 mm (20 m). Im Sand Veränderungen bis 5 mm (250 m).

Gewässer: Flußlauf gute Übereinstimmung, max. 4 mm (200 m) Veränderung. Nebenbäche in Stärke verschieden. Altwasser z. T. verschwunden.

Regenschluchten: Vielfach Veränderung der Lage (Generalisierung), neue festgestellt und Verlängerungen.

Im ganzen kann gesagt werden, daß diese russ. Karten 1 : 100 000 in guter Übereinstimmung mit den Luftbildauswertungen waren. Es lagen den untersuchten Karten auch durchweg neuere Aufnahmen zugrunde. Bei den festgestellten Abweichungen sind zu unterscheiden:

- durch Maßstabsverzeichnungen bedingte Abweichungen insbesondere innerhalb der Ortslagen, bei Kartenzeichen für Verkehrswege, vor allem bei deren Häufung. Es sind Verzeichnungen bis 50 m festzustellen;
- durch tatsächliche Veränderungen hervorgerufene Abweichungen, vor allem Verlegung der Sandwege, Ausdehnung der Owragi und Balki, durch Hochwasser verursachte Gewässerverschiebungen, Ausbau der Ortschaften, neue Wegenetze durch neue Feldeinteilungen (Umlegungen), Veränderungen am Waldbestand. Es zeigten sich Veränderungen bis 200 m;
- Abweichungen, die von unrichtiger Aufnahme herrühren, wobei vor allem Unvollständigkeit der Nebenarme der Regenschluchten, Verlauf befestigter Straßen mit Abzweigungen, auch Brückenanlagen und auch Verlauf der Gewässer auffallen. Diese Abweichungen bewegen sich zwischen 25 und 250 m, bei den Regenschluchten waren erhebliche Abweichungen bis 500 m vorhanden und Schluchten mit 1200 m und 2000 m Länge fehlten ganz. Es scheint, daß die Aufnahme der Regenschluchten als weniger wichtig erachtet wurde. Es dürfte auch davon herrühren, daß sie zum Teil zusammen mit den Höhenaufnahmen örtlich eingemessen wurden.

Weitere Untersuchungen waren wegen Stellungswchsel und Abgabe des Materials nicht mehr möglich.

VI. Schlußbetrachtung.

Die Schnelligkeit der Herstellung und auch die ausreichende Güte der fertigen Karten haben die beschrittenen Wege durchaus gerechtfertigt.

In der von einer Vermessungs- und Kartenabteilung herausgegebenen „Luftbildtriangulation Jüterbog“ wird nun allerdings auf Seite 8 die graphische Radialtriangulation als die unsicherste und unpraktischste bezeichnet. Hier führte sie aber am schnellsten zum Ziele und zeitigte einen mittleren Fehler für Triangulation, Kartenherstellung und Druck, der unter dem mittleren Fehler von m/S der Jüterboger Untersuchungen liegt. Die graphische Radialtriangulation der vorliegenden Arbeit unterscheidet sich von der in Jüterbog durchgeführten graphischen Radialtriangulation dadurch, daß im ganzen Gebiet eine Vielzahl von Punkten als Anhalt benutzt wurde. Die Fehleranhäufung konnte in diesem Falle gar nicht in dem Maße auftreten, wie das im Jüterboger Beispiel gezeigt wird.

Bei einer graphischen Triangulation ist darauf zu achten, daß immer wieder Anhängpunkte vorliegen und daß die Bildstreifen gleichzeitig bearbeitet werden. Ausreichend Anhängpunkte sind bei europäischen Verhältnissen für die Regel vorhanden. Selbst im Feindgelände finden sich erkennbare Punkte mit Beutekoordinaten oder durch Vorwärtseinschnitte gewonnene Hochpunkte.

Im ganzen: Das Ergebnis von 40 Blättern einer vierfarbigen Schießkarte 1 : 50 000 mit einem mittleren Grundrißfehler von 25,8 m in der kurzen Zeit von rund 3 Monaten rechtfertigt unter den gegebenen Verhältnissen die gewählten Methoden und Arbeitswege.

Lauf.Nr.	Pt.
1	
2	
3	
4	
$n = 4$	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
$n = 7$	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
$n = 19$	
31	1
32	1
33	1
34	1
$n = 4$	

Anschauliche Ableitung der Gauß-Krüger-Projektion

Von Oblt. d. R. Dr.-Ing. M. KneiBl

Im folgenden wird versucht, die Gauß-Krüger-Projektion durch eine Darstellung in zwei verschiedenen Teilabbildungen anschaulich und mathematisch richtig abzuleiten. Um dabei die Beziehungen zwischen der Gauß-Krüger-Projektion mit der Merkatorprojektion der Kugel aufzuzeigen, darf zunächst die Merkatorprojektion der Kugel erläutert werden.

I.

Wird eine Kugel als mathematische Figur der Erde betrachtet, so ergibt sich die einfache Zylinderprojektion durch Projektion der Oberfläche der Kugel vom Erdmittelpunkt aus auf einen Zylindermantel, der die Kugel längs eines beliebigen Großkreises berührt. In den folgenden Betrachtungen wird als Berührungsgroßkreis der Äquator der Erdkugel eingeführt. Gleichzeitig werden die Betrachtungen auf einen Berührungszylinder beschränkt. Schnitzzylinder, die etwa die Kugel in zwei zum Äquator symmetrischen Parallelkreisen schneiden werden nicht betrachtet, weil hierbei, abgesehen von einer Maßstabsänderung, dieselben Abbildungsgleichungen gelten.

Bei der einfachen Zylinderprojektion werden bekanntlich der Äquator längentreu und die Meridiane als gleichabständige Parallele abgebildet, die auf dem Äquator senkrecht stehen. Die Breitenkreise werden ebenfalls als Gerade abgebildet, die parallel zum Bilde des Äquators liegen und deren gegenseitige Abstände mit dem Abstand vom Äquator, also nach den Polen zu, wachsen.

Bei der Merkatorprojektion wird die Abbildung der Meridiane in derselben Weise durchgeführt, wie bei der einfachen Zylinderprojektion. Es sind also die Abstände der Meridiane in beiden Projektionen gleich; dagegen werden aber bei der Merkatorprojektion die Abstände der Bilder der Breitenkreise nach einer einfachen mathematischen Beziehung so geändert, daß eine konforme Abbildung entsteht.

Bei der konformen Abbildung muß das Abbildungsverhältnis der Linienelemente in einem bestimmten Punkt nach allen Richtungen hin gleich groß sein. Der Abbildungsstab ist von der Richtung der Elemente unabhängig, er wechselt aber mit dem Ort des Linienelementes. Die Abbildung eines Linienelementes erfolgt demnach so, daß dessen Abbild und Urbild für ein und denselben Punkt in einem konstanten Verhältnis zueinander stehen. Die Änderung erstreckt sich nur auf Größe des Linienelementes und ist von der jeweiligen Richtung des Elementes, also von der Fortschrittsrichtung, unabhängig. Werden unendlich kleine geometrische Figuren, z. B. eine unendlich kleine geographische Netzmasche oder ein differentiales Dreieck betrachtet, so bleiben bei der konformen Abbildung die Winkel erhalten und die Ähnlichkeit der Figuren in Ur- und Abbild gewahrt. Eine konforme Abbildung wird daher auch als winkeltreu oder ähnlich in den kleinsten Teilen bezeichnet. Bei der Abbildung endlicher Figuren, z. B. meßbarer Dreiecke, werden die Bilder der Dreiecksseiten flache Kurven, deren hohle Seiten der Abzissenachse zugekehrt sind. Zieht man in den Dreieckspunkten die Tangenten an die Kurven, so sind die Winkel zwischen den Tangenten den Winkeln auf dem Ellipsoid gleich. Für die praktische Rechnung müssen die Kurven durch die Sehnen ersetzt und die Richtungsreduktionen für den Übergang zu diesen berechnet werden. Diese Richtungsreduktionen sind in ein und demselben Punkt für verschiedene Richtungen verschieden, weil der Abbildungsmaßstab von Punkt zu Punkt wechselt und die Richtungsreduktion einer Strecke vom Abbildungsmaßstab in den beiden Endpunkten abhängig ist. Dabei muß wegen des Übergangs von Ellipsoid zur Ebene die Summe aller Richtungsreduktionen eines Dreiecks seinem sphäroidischen Exzeß, d. h. dem Überschuß der Winkel des ellipsoidischen Dreiecks über 180° gleich sein.

Zur Ableitung der Merkatorprojektion betrachtet man auf der Erdkugel ein rechtwinklig sphärisches Koordinatensystem (Soldnersystem), bei dem die X-Achse im Äquator liegt und die Ordinaten durch die senkrecht vom Äquator abgehenden Großkreise, also durch die Längengrade gebildet werden, die im Nord- und Südpol zusammenlaufen. Bei der einfachen Zylinderprojektion erscheinen nach der

Lauf.Nr.	Punkt Nr.	Berechnete Koordinaten		Streckenm. Abweichg ΔS in m	ΔSΔS	Anmerkung	
		R	H				
Blatt M-37-95 A							
35	555 a	7647 746	5 500 627	15	225	Strassenpunkt	
36	1133	658 825	497 136	15	225	Hausecke	
37	1134	660 063	504 599	25	625	Strassenpunkt	
38	1135	659 155	500 989	30	900	"	
39	1142	649 222	492 254	20	400	Hausecke	
40	1143	651 201	490 846	10	100	"	
41	1144	645 027	487 285	10	100	"	
42	1228	660 865	490 431	35	1 225	Strassenpunkt	
43	1229	657 766	490 102	5	25	Hausecke	
44	9454	654 093	493 996	44	1 935	"	
45	9855	655 049	497 857	13	169	"	
46	0349	649 261	503 940	15	225	Strassenpunkt	
47	0355	655 501	503 443	5	25	Hausecke	
				[ΔS] =	242	6179	= [ΔSΔS]
				mittl. Fehler =	± 21.7 m		
				durchschn. Fehler =	± 18.6 m		
Blatt M-37-95C							
48	1128	*		10	100	Hausecke	
49	1129	*		25	625	Strassenpunkt	
50	1145	*		25	625	Hausecke	
				[ΔS] =	60	1350	= [ΔSΔS]
				mittl. Fehler =	± 21.2 m		
				durchschn. Fehler =	± 20.0 m		
Blatt M-37-95 D							
51	1122	*		0	0	Kontrollpunkt	
52	1124	*		10	100	"	
53	1126	*		15	225	"	
54	1127	7665 458	5 480 127	10	100	Strassenpunkt	
55	1304	669 231	471 199	0	0	"	
56	1307	673 619	471 104	10	100	"	
57	1311	*		0	0	Kontrollpunkt	
58	1312	670 994	478 587	30	900	Strassenpunkt	
59	1313	668 879	477 235	40	1 600	"	
60	1314	668 947	472 903	35	1 225	"	
61	1315	670 373	471 791	25	625	Hausecke	
62	1316	674 327	471 923	50	2 500	"	
63	1317	673 557	476 639	12	144	"	
64	1401	676 167	483 343	5	25	Strassenpunkt	
65	1402	675 329	485 692	5	25	"	
66	1403	679 619	485 814	5	25	"	
67	1404	678 841	482 154	12	144	"	
68	1406	668 830	484 279	14	196	"	
69	1407	671 380	486 017	25	625	"	
70	7867	667 368	478 006	5	25	Windmühle	
71	7974	674 580	479 697	5	25	"	
72	8580	680 242	485 160	0	0	"	
				[ΔS] =	313	8609	= [ΔSΔS]
				mittl. Fehler =	± 19.8 m		
				durchschn. Fehler =	± 14.2 m		
				Mittlerer Fehler aus allen 7 Blättern	± 25.8 m		
				Durchschn. " " " " " "	± 23.1 m		
Anm. * Von diesen Punkten fehlen die Koordinaten, da die Koord. Verz. bereits abgegeben. Punkte mit Buchstabe a: Im Luftbild nicht erkannte Punkte, die auf Grund der Punktbeschreibung der Koord. Verz. zur Kontrolle herangezogen wurden.							

Abwicklung des Zylinders in die Ebene der Äquator oder die X-Achse als geradlinig und in wahrer Größe. Bezeichnet x die sphärische Abszisse und die X die Abszisse in der Abbildung, so ist

$$X = x \quad \dots \dots \dots (1)$$

Die Längenkreise werden, wie schon oben gesagt, als gleichabständige parallele Geraden abgebildet, die auf dem Bilde des Äquators senkrecht stehen. Alle Linienelemente parallel zur X-Achse, d. h. also alle Abszissenunterschiede erfahren im Bild eine Vergrößerung, weil die Bilder der Ordinatenkreise, die auf der Kugel im Nord- und Südpol zusammenlaufen, parallele Gerade sind.

Nach Abb. 1 wird ein Linienelement $P_1 P_2 = d_0$ auf der Kugel, das einem Parallelkreis zum Äquator $A Q_1 Q_2$ angehört, auf den um den Äquator als Leitkreis beschriebenen Zylinder abgebildet. Die zugehörigen Großkreisbogen $y_1 = y_2 = y$ werden in die Zylindermantellinien ausgedreht, so daß P_1 und P_2 nach P'_1 und P'_2 zu liegen kommen. Die Verbindungslinie $P'_1 P'_2 = d\Sigma$ ist ein Bogenstück auf dem Zylindermantel mit dem Radius r ; d_0 ist ein Parallelkreisbogenstück auf der Kugel mit dem Parallelkreisradius $r = c \cos \frac{y}{c}$.

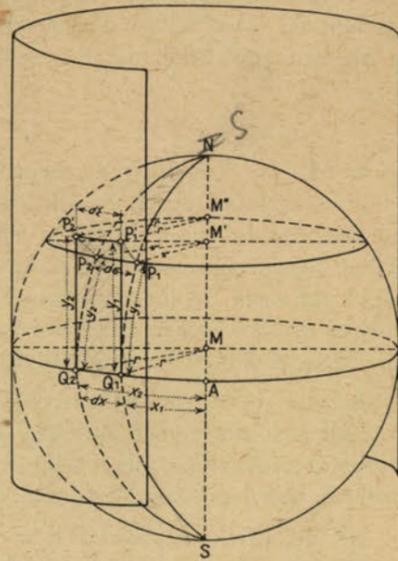


Abb. 1

Das Verhältnis beider ist dann

$$\frac{d\Sigma}{d_0} = \frac{c}{c \cos \frac{y}{c}} = \frac{1}{\cos \frac{y}{c}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

oder, weil $d\Sigma = dx$ als Bogenstück zwischen parallelen Zylindermantellinien ist,

$$\frac{dx}{d_0} = \frac{1}{\cos \frac{y}{c}}$$

Wegen $d\Sigma = dx$ wird auch $X = x$.

Um die Ähnlichkeit in den kleinsten Teilen oder die Konformität zu wahren, müssen sich kleinste Teile der Ordinaten dy im Urbild und dY im Abbild ebenso verhalten. Es muß also

$$\frac{dY}{dy} = \frac{1}{\cos \frac{y}{c}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

sein.

Aus (3) erhält man durch Integration

$$Y = \int_0^y \frac{dy}{\cos \frac{y}{c}} = \int_0^y \frac{dy}{\sin \left(90^\circ - \frac{y}{c} \right)} = \int_0^y \frac{dy}{2 \sin \left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right) \cos \left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right)}$$

oder durch Multiplikation des Zählers und Nenners mit $-r \cos \left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right)$

$$Y = c \int_0^y \frac{-dy}{2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right) \cos^2 \left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right)} \quad \dots \dots \dots (4)$$

Setzt man in (4)

$$\left(45^\circ - \frac{y}{2c} \right) = \mu, \quad \text{so wird } -\frac{dy}{2c} = d\mu,$$

und

$$Y = c \int_0^y \frac{d\mu}{\operatorname{tg} \mu \cos^2 \mu} = c \int_0^y \frac{d\mu}{\sin \mu \cos \mu}$$

oder

$$Y = r \ln \operatorname{ctg} \mu + C.$$

Für $\mu = \frac{\pi}{4}$ ist $Y = 0$ und $C = 0$.

Damit wird in aller Strenge

$$Y = r \ln \operatorname{cotg} \left(45^\circ - \frac{y}{2r} \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

Diese Formel kann verwendet werden, wenn man die ganze Kugel konform auf den Zylinder abbilden will. Beschränkt man sich bei der Abbildung auf einen Streifen beiderseits des Äquators, so kann man eine Reihenentwicklung durchführen und Glieder höherer Ordnung als $\frac{y^5}{r^4}$ vernachlässigen. Statt den Ausdruck (5) in eine Reihe zu entwickeln, wird man zweckmäßiger auf (3) zurückgehen und den Integranden von

$$Y = \int \frac{dy}{\cos \frac{y}{r}}$$

entwickeln.

Hierbei erhält man

$$\cos \frac{y}{r} = 1 - \frac{y^2}{2r^2} + \frac{y^4}{24r^4} \dots = 1 + \mu'$$

oder

$$\frac{1}{\cos \frac{y}{r}} = (1 + \mu')^{-1},$$

wobei nach dem binomischen Lehrsatz

$$(1 + \mu')^{-1} = 1 - \mu' + \mu'^2 - \mu'^3 + \mu'^4 - \dots$$

gesetzt werden darf.

Mithin wird

$$Y = \int \left(1 + \frac{y^2}{2r^2} - \frac{y^4}{24r^4} + \frac{y^4}{4r^4} \dots \right) dy = \int \left(1 + \frac{y^2}{2r^2} + \frac{5y^4}{24r^4} \dots \right) dy$$

und

$$Y = y + \frac{y^3}{6r^2} + \frac{y^5}{24r^4} \quad \dots \dots \dots (6)$$

Aus (6) erhält man umgekehrt

$$y = Y - \frac{Y^3}{6r^2} - \frac{Y^5}{24r^4},$$

wobei im Korrektionsglied mit dem Faktor y^3

$$y \approx Y - \frac{Y^3}{6r^2}$$

und im Korrektionsglied mit y^5

$$y \approx Y$$

gesetzt werden darf.

Damit wird

$$y = Y - \frac{\left(Y - \frac{Y^3}{6r^2} \right)^3}{6r^2} - \frac{Y^5}{24r^4} = Y - \frac{Y^3}{6r^2} + \frac{3Y^5}{36r^4} - \frac{Y^5}{24r^4}$$

oder

$$y = Y - \frac{Y^3}{6r^2} + \frac{Y^5}{24r^4} \dots \dots \dots (7)$$

Für den Abbildungsmaßstab beliebig gerichteter Elemente dS der Ebene und ds der Kugel oder für das Vergrößerungsverhältnis gilt ebenfalls

$$\frac{dS}{ds} = (1 + m) = \frac{1}{\cos \frac{y}{r}} = 1 + \frac{y^2}{2r^2} + \frac{5y^4}{24r^4} \dots \dots \dots (8)$$

oder

$$(1 + m) = 1 + \frac{\left(Y - \frac{Y^3}{6r^2}\right)^2}{2r^2} + \frac{5Y^4}{24r^4} \dots \dots \dots (9)$$

Beachtet man hierbei noch, daß

$$\ln(1 + m) = m - \frac{1}{2}m^2 + \left(\frac{1}{3}m^3 - \dots\right)$$

ist, so erhält man für

$$\log \frac{dS}{ds} = \log(1 + m) = \text{Mod.} \left(m - \frac{1}{2}m^2\right),$$

$$\log dS - \log ds = \text{Mod.} \frac{y^2}{2r^2} + \text{Mod.} \frac{5y^4}{24r^4} - \text{Mod.} \frac{y^4}{2 \cdot 4r^4}$$

$$\log dS - \log ds = \text{Mod.} \frac{y^2}{2r^2} + \text{Mod.} \frac{y^4}{12r^4} \dots \dots \dots (10)$$

oder

$$\log dS - \log ds = \text{Mod.} \frac{Y^2}{2r^2} + \text{Mod.} \frac{Y^4}{24r^4} - \text{Mod.} \frac{Y^4}{2 \cdot 4r^4}$$

$$\log dS - \log ds = \text{Mod.} \frac{Y^2}{2r^2} - \text{Mod.} \frac{Y^4}{12r^4} \dots \dots \dots (11)$$

Für endliche Strecken ist für m ein geeigneter Mittelwert zu nehmen. In den Ausdrücken (10) und (11) setzt sich m aus einem größeren quadratischen Summanden und einem kleineren Summanden 4. Ordnung zusammen. Es ist daher naheliegend, einen Mittelwert für den größeren Summanden nach der Simpsonschen Regel anzugeben und für den kleineren Summanden einfach den entsprechenden Wert für den Anfangs- und Endpunkt zu mitteln.

Hierbei erhält man

$$\log S - \log s = \frac{\text{Mod.}}{2r^2} \left(y_1^2 + 4 \left(\frac{y_1 + y_2}{2} \right)^2 + y_2^2 \right) + \frac{\text{Mod.}}{12r^4} \left(\frac{y_1 + y_2}{2} \right)^4$$

$$\log S - \log s = \frac{\text{Mod.}}{12r^2} (y_1^2 + (y_1 + y_2)^2 + y_2^2) + \frac{\text{Mod.}}{192r^4} (y_1 + y_2)^4 \dots \dots \dots (12)$$

und ganz entsprechend

$$\log S - \log s = \frac{\text{Mod.}}{12r^2} (Y_1^2 + (Y_1 + Y_2)^2 + Y_2^2) - \frac{\text{Mod.}}{192r^4} (Y_1 + Y_2)^4 \dots \dots \dots (13)$$

II.

Die konforme Projektion vom Ellipsoid unmittelbar in die Ebene wurde erstmals von C. F. Gauß bei der Hannoverschen Landesvermessung 1820—1830 in Anwendung gebracht. Gauß hat die Grundsätze dieser Abbildung erstmals dargelegt in der Lösung der 1821 von der kgl. Sozietät der Wissenschaften in Kopenhagen gestellten Preisaufgabe „Allgemeine Auflösung der Aufgabe, die Teile einer gegebenen Fläche so abzubilden, daß die Abbildung dem Abgebildeten in den kleinsten Teilen ähnlich wird“. Sie wurde veröffentlicht in Schumachers Astronomischen Abhandlungen, Heft 3, Altona 1825. Die Theorie der Projektionsmethode der Hannoverschen Landesvermessung selbst wurde erst 1866 von Oskar Schreiber veröffentlicht. Die Grundlage für die Einführung dieser Gaußschen Projektion im großen Umfang in die Praxis bildeten die Arbeiten von L. Krüger „Konforme Abbildung des Ellipsoids in der Ebene“, Veröffentlichung des Geodätischen Instituts in Potsdam 1912 und „Formeln zur konformen Abbildung des Ellipsoids in der Ebene“, herausgegeben von der Preußischen Landesaufnahme, Berlin 1919. Dieser Bearbeitung verdankt auch die Gauß-Krüger-Projektion ihren Namen.

Ableitung der Gauß-Krüger-Projektion und der Gauß-Krüger-Koordinaten aus den geographischen Koordinaten:

Zur Erläuterung der Gauß-Krüger-Projektion kann man die Abbildung in 2 Teile zerlegen. Dabei wird das Ellipsoid zunächst konform in eine erste Ebene abgebildet. Diese erste Abbildung wird dann einer zweiten unterzogen, die die Ähnlichkeit der Figuren wahrt und zugleich den Mittelmeridian eines nicht zu breit gewählten Streifens längentreu wiedergibt. Dabei entspricht die erste Abbildung der Merktorabbildung der Kugel unter Berücksichtigung der Veränderung des Gaußschen Krümmungsradius mit der Breite und die zweite Abbildung der bekannten konformen Abbildung einer Ebene in eine zweite Ebene.

Zur Ableitung des ersten Teils der Abbildung betrachtet man zwei unendlich benachbarte Meridiane und die auf ihnen liegenden benachbarten Punkte P_1 und P_2 . Zieht man durch P_1 den Parallelkreis, so hat P_2 in bezug auf P_1 die Koordinaten $M dB$ als kleines Meridianbogenstück und $N \cos B dl$ als Parallelkreisbogenstück, wobei M und N den Meridian- und Normalkrümmungsradius, dB und dl den geographischen Breiten- und Längenunterschied bezeichnen. Damit ergibt sich für das Linienelement ds auf dem Ellipsoid

$$ds = \sqrt{(M dB)^2 + (N \cos B dl)^2} \dots \dots \dots (14)$$

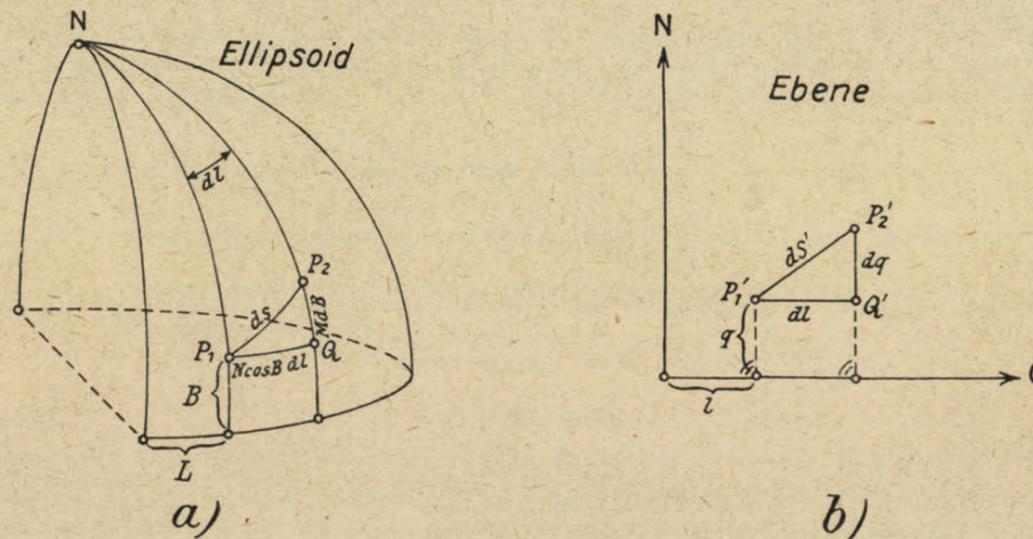


Abb. 2

Überträgt man die beiden Bogenstücke mit ihren linearen Werten als rechtwinklig ebene Koordinaten in die Abbildungsebene, so wird das dadurch abgebildete Dreieck zum Urbild auf dem Ellipsoid nicht mehr kongruent und auch nicht mehr ähnlich sein, weil die Bögen auf dem Ellipsoid verschiedene Krümmungsradien haben und daher in der Ebene verschieden gestreckt erscheinen. Durch eine normale kon-

forme Zylinderprojektion werden die beiden Meridiane durch zwei gleichabständige Parallele abgebildet. Dadurch liegt die Vergrößerung des Parallelkreisbogenstücks $N \cos B dl$ und die Größe seines Abbildes dl eindeutig fest. Da hierbei der Äquator abgesehen von einem beliebig zu wählenden Verjüngungsfaktor längentreu abgebildet wird, liegt auch der Längenabstand l oder die Abszisse von P'_1 von einem passend gewählten Ausgangsmeridian fest. Hingegen ist der Abstand des abzubildenden Parallelkreisbogenstücks vom Bild des Äquators oder die Ordinate noch unbestimmt. Damit die Abbildung konform wird, muß das Meridianbogenstück $M dB$ dieselbe Vergrößerung erfahren wie das Parallelkreisbogenstück $N \cos B dl$. Dies ist der Fall, wenn man ihm denselben Krümmungsradius, wie dem Parallelkreisbogenstück zuschreibt, wenn man also M durch $N \cos B$ ausdrückt. Da hierbei die Länge $M dB$ des Meridianbogenstücks auf dem Ellipsoid nicht geändert werden darf, muß für den Breitenunterschied dB ein anderer Breitenunterschied dq eingeführt werden. Mithin muß also sein

$$M dB = N \cos B dq \quad \dots \dots \dots (15)$$

oder
$$dq = \frac{M dB}{N \cos B} \quad \dots \dots \dots (16)$$

Die Koordinaten dq und dl können nunmehr ohne weiteres in der Ebene aufgetragen werden. Dabei verhalten sich in Ab- und Urbild die Meridian- und Parallelkreisbogenstücke wie

$$\frac{dq}{N \cos B dq} = \frac{1}{N \cos B} \quad \dots \dots \dots (17a)$$

bzw. wie

$$\frac{dl}{N \cos B dl} = \frac{1}{N \cos B} \quad \dots \dots \dots (17b)$$

Aus der Summierung oder Integration aller dq erhält man den Wert q in der Ebene, der der ellipsoidischen geographischen Breite entspricht und als isometrische Breite bezeichnet wird.

q ist lediglich eine Funktion der geographischen Breite und stellt das Gleichmaß der Krümmung in den beiden Hauptkrümmungsrichtungen her.

Beachtet man, daß

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 B)^{3/2}} \quad \text{und} \quad N = \frac{a}{(1-e^2 \sin^2 B)^{1/2}}$$

ist, so findet man

$$dq = \frac{(1-e^2) dB}{(1-e^2 \sin^2 B) \cos B} = \frac{dB}{\cos B} - e^2 \frac{\cos B dB}{1-e^2 \sin^2 B}$$

und

$$q = \int_0^B dq = \ln \tan \left(45^\circ + \frac{B}{2} \right) \left(\frac{1-e \sin B}{1+e \sin B} \right)^{1/2} \quad \dots \dots \dots (18)$$

Hierbei entspricht der erste Faktor von (18) der Gleichung (5) bei der Herleitung der Merkatorprojektion.

Bestimmt man $M dB$ aus Gleichung (15) und setzt man dann (15) in (14) ein, so wird

$$ds = \sqrt{(N \cos B dq)^2 + (N \cos B dl)^2} \\ = N \cos B \sqrt{(dq)^2 + (dl)^2} \quad \dots \dots \dots (19)$$

Weiterhin ergibt sich das ebene Linienelement dS' aus

$$dS' = \sqrt{(dq)^2 + (dl)^2}$$

und damit das Vergrößerungsverhältnis

$$\frac{dS'}{ds} = \frac{1}{N \cos B} \quad \dots \dots \dots (20)$$

¹⁾ Vgl. hierzu die Ableitung in Handbuch der Vermessungskunde von Jordan-Eggert, Dritter Band, 2. Halbband, Stuttgart 1941, S. 143.

Mithin ist $\frac{dS}{ds}$ nur noch von der Breite oder vom Ort aber nicht von der Fortschreitungsrichtung abhängig. Die Abbildung ist also konform.

Vergleicht man (20) mit (8), so sieht man, daß diese Abbildung der Merkatorprojektion der Kugel vollständig analog ist. Sie kann daher als Merkatorprojektion des Ellipsoids bezeichnet werden und geometrisch durch die Abbildung auf einen Berührungszylinder an den Äquator erklärt werden, dessen Achse mit der Erdachse zusammenfällt. Dabei werden die Meridiane als gleichabständige Gerade abgebildet und der Abstand der Bilder der Parallelkreise, die senkrecht auf den Bildern der Meridiane stehen, nach Gleichung (16) bestimmt. Der Äquator wird längentreu abgebildet.

Nun verlangt die geodätische Praxis, daß nicht der Äquator, sondern ein für den vorliegenden Zweck passender Meridian längentreu abgebildet wird, wobei die Erstreckung des abzubildenden Gebiets in meridionaler Richtung beliebig groß gewählt werden kann. Hierzu muß nun die bereits durchgeführte konforme Abbildung des Ellipsoids in der Ebene nochmals so auf eine andere Ebene abgebildet werden, daß die Ähnlichkeit der Figuren erhalten bleibt und daß — als weitere Bedingung — der gewählte Haupt- oder Abbildungsmeridian als längentreue Gerade erscheint. Dazu dient die Gaußsche Grundgleichung

$$X + iY = f(q + il) \quad \dots \dots \dots (21)$$

die mit Hilfe von komplexen Größen die Beziehung zwischen den ebenen Koordinaten q und l der ersten Abbildung und den entsprechenden Koordinaten X und Y der neuen Bildebene herstellt.

Die Einführung einer komplexen Variablen vereinfacht die Darstellung der konformen Abbildung einer Ebene in eine andere wesentlich. Hierbei werden die für die zwei Koordinatenrichtungen erforderlichen zwei Gleichungen in eine Gleichung zusammengefaßt, die dann später bei der praktischen Auswertung durch Gleichsetzen der reellen und imaginären Glieder auf den beiden Seiten der Gleichung in einfachster Weise wieder in die zwei ursprünglichen Gleichungen aufgespalten werden kann.

Setzt man

$$Z = X + iY \quad \dots \dots \dots (22)$$

und

$$z = q + il \quad \dots \dots \dots (23)$$

wobei $i = \pm \sqrt{-1}$ und Z eine beliebige Funktion von z also

$$Z = f(z) \quad \dots \dots \dots (24)$$

ist, so ergibt sich die unter (21) angegebene Gaußsche Grundgleichung. Faßt man bei der Auswertung der Funktion auf der rechten Seite die reellen und ebenso die imaginären Glieder zusammen, so wird X gleich dem rechtsstehenden reellen Teil und Y gleich dem Faktor von i auf der rechten Gleichungsseite.

Durch die Differentiation der Grundgleichung erhält man

$$\left. \begin{aligned} dX + idY &= f'(q + il) (dq + i dl) \\ \text{oder} \quad dX - idY &= f'(q - il) (dq - i dl), \end{aligned} \right\} \quad \dots \dots \dots (25)$$

weil $+i$ ohne weiteres durch $-i$ ersetzt werden darf. Multipliziert man diese beiden Gleichungen miteinander, so erhält man

$$dX^2 + dY^2 = f'(q + il) f'(q - il) (dq^2 + dl^2) \quad \dots \dots \dots (26)$$

Hierin ist

$$f'(q + il) f'(q - il) = k \quad \dots \dots \dots (27)$$

stets eine reelle und als Summe zweier Quadrate positive Größe.

Beachtet man noch, daß die Summe der Quadrate der differentialen Koordinatenänderungen dX , dY und dq , dl die Quadrate der Linienelemente dS und dS' darstellen, so folgt aus (26) die einfache Form

$$dS^2 = k dS'^2 \quad \dots \dots \dots (28)$$

oder das Vergrößerungsverhältnis

$$\frac{dS}{dS'} = \sqrt{k}, \quad \dots \dots \dots (29)$$

d. h. alle Linienelemente, die von einem Punkt des einen Systems ausgehen, bilden sich in dem anderen System so ab, daß das Abbild zum Urbild in einem konstanten Verhältnis steht. Die Abbildung ist also konform und die Quadratwurzel aus dem reellen Produkt k ist der Vergrößerungsmaßstab.

Zur Erläuterung des Gaußschen Gesetzes kann man es auf ein einfaches Beispiel, nämlich auf die Transformation von 2 Koordinatensystemen anwenden, die um den Winkel φ gegeneinander verdreht und um den Betrag q maßstäblich verändert sind. Geht man hier von der Grundgleichung

$$Z = f(z)$$

aus, so muß die Funktion f gleich sein $q(\cos \varphi + i \sin \varphi)$.

Mithin ist

$$X + iY = q(\cos \varphi + i \sin \varphi)(q + il)$$

oder

$$\begin{aligned} X + iY &= q(q \cos \varphi + i^2 l \sin \varphi) + q(i l \cos \varphi + i q \sin \varphi) \\ &= q(q \cos \varphi - l \sin \varphi) + i q(q \sin \varphi + l \cos \varphi). \end{aligned}$$

Daraus erhält man durch Trennung der reellen und imaginären Glieder die Transformationsgleichungen in der bekannten Form

$$X = q(q \cos \varphi - l \sin \varphi)$$

$$\text{und } Y = q(q \sin \varphi + l \cos \varphi).$$

Nach diesen allgemeinen Erläuterungen wird wieder auf die Ableitung der Gauß-Krüger-Projektion übergegangen. Hierbei ist die Funktion f so zu wählen, daß der Hauptmeridian längentreu abgebildet wird. Hält man dabei die Streifenbreite l im Verhältnis zum Erdradius klein, so kann die Gaußsche Grundgleichung noch zur Vereinfachung der Rechnung nach der Maclaurinschen Reihe entwickelt werden.

Nach der Maclaurinschen Reihe ist

$$f(q + il) = f(q) + ilf'(q) + \frac{l^2}{2!} f''(q) + \frac{i^3 l^3}{3!} f'''(q) + \frac{i^4 l^4}{4!} f^{IV}(q) + \frac{i^5 l^5}{5!} f^V(q) + \dots \quad (30)$$

oder

$$X + iY = f(q) + ilf'(q) - \frac{l^2}{2} f''(q) - \frac{i l^3}{6} f'''(q) + \frac{l^4}{24} f^{IV}(q) + \frac{i l^5}{120} f^V(q) + \dots \quad (31)$$

Setzt man hierin die reellen und imaginären Größen einander gleich, so wird

$$X = f(q) - \frac{l^2}{2} f''(q) + \frac{l^4}{24} f^{IV}(q) - \dots \quad (32a)$$

und

$$Y = lf'(q) - \frac{l^3}{6} f'''(q) + \frac{l^5}{120} f^V(q) - \dots \quad (32b)$$

Die Abbildungsgleichungen vermitteln die Beziehungen zwischen den rechtwinklig ebenen Koordinaten der beiden Bildebenen.

Nach Voraussetzung muß nun für $l=0$, d. h. für den Haupt- oder Abbildungsmeridian die ebene Abszisse X vom Äquator bis zu einem Punkt P_i dem entsprechenden Meridianbogen gleich sein.

Es muß also sein

$$X = \int_{B=0}^{B=i} M dB = G_{oi} = f(q), \quad \dots \quad (33)$$

wobei G_{oi} den Meridianbogen vom Äquator bis zum Punkt P_i bezeichnet.

Der Meridianbogen ist zunächst eine Funktion der Breite und eine kleine Änderung seiner Länge wird durch dB ausgedrückt. In Gleichung (32) sind aber alle Differentiale nach q zu nehmen; es ist also

$$f'(q) = \frac{dG}{dq}$$

zu bilden. Hierzu muß man zuerst nach dB differenzieren, also $\frac{dG}{dB}$ bilden und dann mit $\frac{dB}{dq}$ multi-

plizieren. Man hat also zu bilden

$$f'(q) = \frac{dG}{dB} \cdot \frac{dB}{dq} = \frac{dG}{dq} \quad \dots \quad (34)$$

Nach Gleichung (16) und (33) ist nun

$$\frac{dB}{dq} = \frac{N \cos B}{M} = V^2 \cos B \text{ und } \frac{dG}{dB} = M.$$

Mithin wird

$$f'(q) = M V^2 \cos B = \frac{c}{V} \cos B$$

$$f''(q) = \frac{d\left(\frac{c}{V} \cos B\right)}{dq} = \frac{d\left(\frac{c}{V} \cos B\right)}{dB} \cdot \frac{dB}{dq},$$

wobei c konstant ist und V und B Variable sind.

Damit wird

$$f''(q) = -\frac{c \sin B \cos B}{V}$$

und mit den Bezeichnungen $t = \operatorname{tg} B$ und $\eta^2 = e'^2 \cos^2 B$

$$f'''(q) = -\frac{c \cos^3 B}{V} (1 - t^2 + \eta^2)$$

$$f^{IV}(q) = +\frac{c}{V} \sin B \cos^3 B (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4)$$

$$f^V(q) = +\frac{c}{V} \cos^5 B (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58\eta^2 t^2) + \text{kl. Gl. mit } \eta^4$$

$$f^{VI}(q) = -\frac{c}{V} \sin B \cos^5 B (61 - 58t^2 + t^4 + 270\eta^2 - 330\eta^2 t^2) + \text{kl. Gl. mit } \eta^4$$

usw.

Setzt man die Werte für $f(q)$ und seine Ableitungen in die Abbildungsgleichungen (32^a) und (32^b) ein, so wird²⁾

$$X = B + \frac{l^2}{2} \cdot \frac{N}{q'^2} \sin B \cos B + \frac{l^4}{24} \cdot \frac{N}{q'^4} \sin B \cos^3 B (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) \quad \dots \quad (35)$$

$$+ \frac{l^6}{720} \cdot \frac{N}{q'^6} \sin B \cos^5 B (61 - 58t^2 + t^4)$$

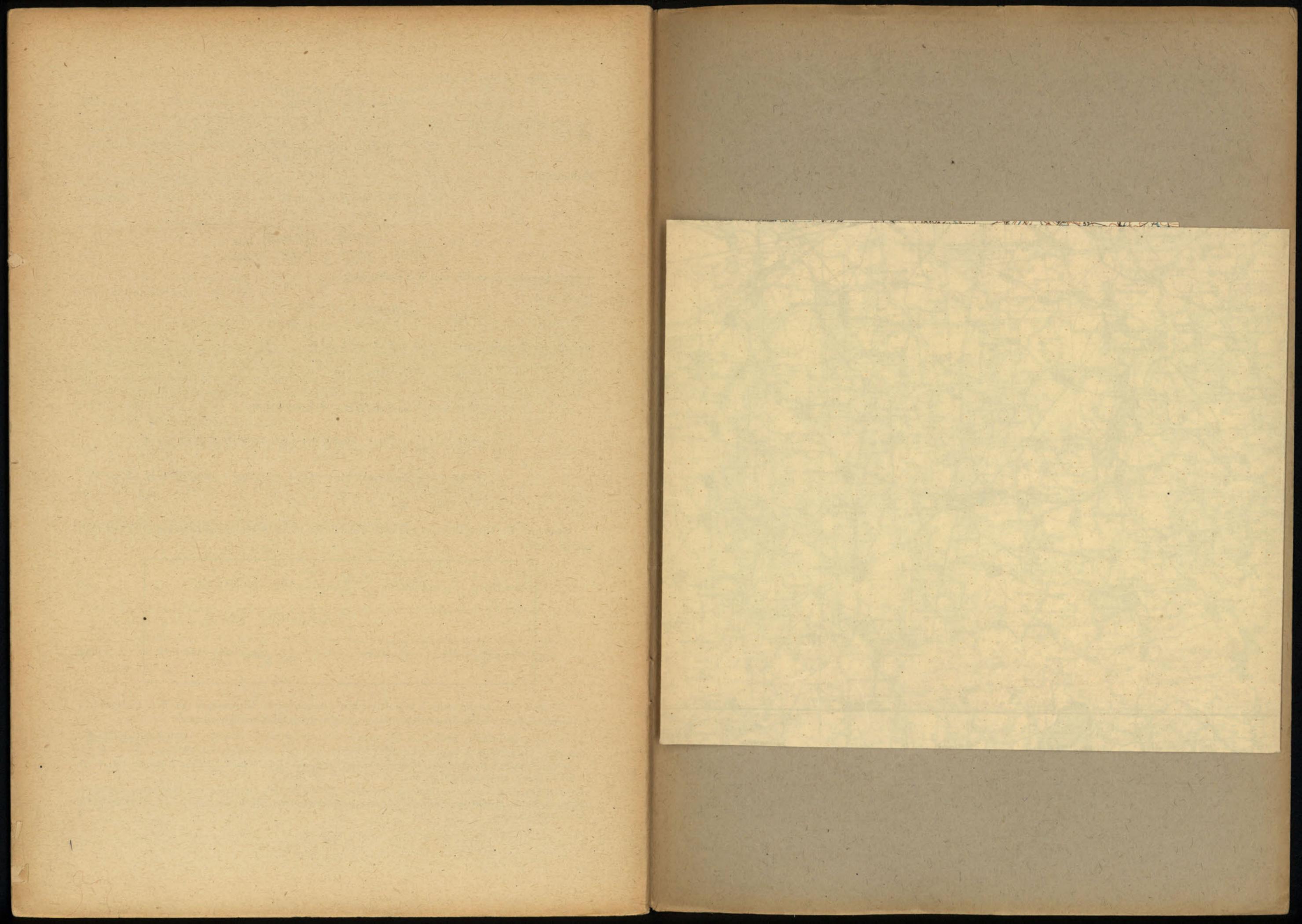
$$Y = l \frac{N}{q'} \cos B + \frac{l^3}{6} \cdot \frac{N}{q'^3} \cos^3 B (1 - t^2 + \eta^2) + \frac{l^5}{120} \cdot \frac{N}{q'^5} \cos^5 B (5 - 18t^2 + t^4) \quad \dots \quad (36)$$

(35) und (36) sind die vielfach in Tafelwerken³⁾ angegebenen Gleichungen zu Berechnungen der rechtwinklig ebenen Gauß-Krüger-Koordinaten aus den geographischen Koordinaten.

(Fortsetzung folgt.)

²⁾ Vgl. hierzu auch Handbuch der Vermessungskunde von Jordan-Eggert, 3. Band, 2. Halbband, Stuttgart 1941, S. 151, Formel 8—14 u. S. 152, Formel (15) u. (16).

³⁾ Vgl. hierzu S. 4, Tafeln zum Deutschen Heeresgitter (DHG), 1. Teil, Berechnung von Gauß-Krüger-Koordinaten aus geographischen Koordinaten (Maschinenrechnung). Herausgegeben vom OKH, Genst. d. H. Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens.



Mitteilungen

měsíc	rok	sešit číslo
Mai	1942	1 ✓
Juni	1942	2 ✓
August	1942	3 /2x/ ✓
Oktober	1942	5 ✓
November	1942	6 ✓
September	1942	4 ✓
Januar	1943	1 /3x/ ✓
Februar	1943	2 /2x/ ✓
März	1943	4 /4x/ ✓
April	1943	5 /2x/ ✓
Mai	1943	6 /3x/ ✓
Juni	1943	7 /3x/ ✓
August	1943	8 ✓
Dezember	1943	10 /3x/ ✓
Dezember	1943	11 /2x/ ✓
Januar	1944	1 /2x/ ✓
Februar	1944	2 ✓
April	1944	4 /3x/ ✓

V Praze dne 8.2.1985

~~Každít k výšk. správám VZV v Libovicích -~~

~~číslo 106 (v seznamu mezi obvy)~~

Spojit s výšk. správami VZV (v Lib.)
a přivést a uložit v Praze!

21.3.85 M. U-2

M. U-1

An alle Fachoffiziere des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

Eine der Hauptaufgaben der „Mitteilungen des Chefs des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens“ ist es, die Erfahrungen und Vorschläge, die von den Fachoffizieren und bei der Truppe gemacht werden, festzuhalten und zur Diskussion zu stellen. Hierdurch ergibt sich in stärkerem Maße die Möglichkeit, das Heereskarten- und Vermessungswesen nach den gemachten Erfahrungen auszurichten und für die Aufgaben der Kriegführung zu verbessern.

Es wird angeregt, besonders folgende oder ähnliche Themen auf Grund von Erfahrungen zu behandeln, wobei nicht von örtlich oder zeitlich bedingten Voraussetzungen auszugehen ist, sondern das Fachgebiet von einem übergeordneten Gesichtspunkte aus betrachtet werden muß:

1. Die Wahl der Maßstäbe
(Welche Maßstabsreihe kommt den Anforderungen des Soldaten am besten nach? Ist der Maßstab 1 : 100 000 noch der geeignetste Maßstab für taktische Karten?)
2. Zur Darstellung der Bodenformen
(Bergstriche — Höhenlinien — Höhengschichten — Schummerung? Für welche Maßstäbe geeignet? Senkrechte oder schräge Beleuchtung bei Schummerung? Ist das Wenschow-Verfahren geeignet?)
3. Die kartographische Darstellung eines Geländes
(Welches sind die geeignetsten Kartenzeichen? Generalisation? Wie weit darf eine Vereinfachung und Vergrößerung zugunsten der Anschaulichkeit und Kürze der Bearbeitungszeit gehen?)
4. Zur Kartengenauigkeit
(Sind die derzeitigen Genauigkeitsforderungen notwendig? Welche Genauigkeit muß eine Schießkarte haben?)
5. Die Farbenwahl in topographischen Karten
6. Angabe von Wehrwirtschaftsanlagen in Karten
(Was muß und was darf nicht in der allg. Truppenkarte erscheinen?)
7. Über den Geheimhaltungsgrad von Karten
8. Kartenberichtigung
(Forderungen des Soldaten — Möglichkeiten des Kartenherstellers.)
9. Zur Frage des Blattschnittes
10. Die Verwendung des Luftbildes als Bildplankarte
(Technik der Herstellung; Erfahrungen im Gebrauch.)
11. Mil-Geo-Unterlagen im Truppengebrauch
12. Über die Genauigkeit russischer Karten (a] Situation, b] Bodenformen.)

Stellungnahmen zu diesen Punkten sind einzusenden an F.-P.-Nr. 01 054 A. Für besonders wichtige Probleme wird auf Anregung einer Heeresgruppe auch auf dem Dienstwege die Stellungnahme durch die Truppe erbeten werden.

Die Schriftleitung

Nur für den Dienstgebrauch!

Als Schiefkarte geeignet!
Adatta per i tiriri!

Truppenausgabe

1. Ausgabe vom 23.12.42

Edizione per le truppe

1. Edizione del 42

Das Deutsche Heeresgitter ist im Abstand von 4 cm = 2 km durchgezogen

Soltanto per uso di servizio!

La distanza tra le linee del "reticolato militare tedesco" è di cm. 4 = Km. 2

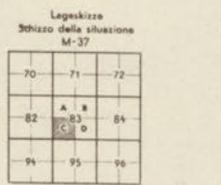
Rußland 1: 50 000

M-37-83-C



Grundmaßstab:
Neuausrichtung nach Luftbildbearbeitung (Nov. 1942) und Benützung der topographischen Unterlagen der russ. Karte 1:100.000 (Stand 1941)

Basi:
Neuere Zeichnungen von Luftbildern (Nov. 1942) und Benützung der topographischen Unterlagen der russ. Karte 1:100.000 (Stand 1941)



Adjektiv Vorsatzwörter
Aggettivi prepositi

Table with two columns: 'Abkürzungen' and 'Abbronzioni'. It lists various abbreviations used on the map, such as 'Arbsh' for 'Arbeitsstelle' and 'Ausz' for 'Ausweichstelle'.

Table with two columns: 'Abkürzungen' and 'Abbronzioni'. It lists various abbreviations used on the map, such as 'D' for 'Doppelgleisige Eisenbahnen' and 'E' for 'Eisenbahnen mit Fahrplan'.

Table with two columns: 'Abkürzungen' and 'Abbronzioni'. It lists various abbreviations used on the map, such as 'V' for 'Verfüllte Chausseen' and 'S' for 'Schematisch eingezeichnete Chausseen'.

Table with two columns: 'Abkürzungen' and 'Abbronzioni'. It lists various abbreviations used on the map, such as 'K' for 'Kies- und verbleibende Landwege' and 'F' for 'Feld- und Waldwege'.

Neuausrichtung: le. Kart. Druck. Abt. (mot) 520
Druck: le. Kart. Druck. Abt. (mot) 520. I. 1943

Neuere Zeichnungen: Sez. Stamp. cart. legg. (mot) 520
Stampa: Sez. Stamp. cart. legg. (mot) 520. I. 1943

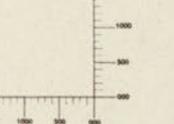
Deutsches Heeresgitter, Lg. 39°
Ostw. Nadelabweichung für Mitte 1942 in Strich

Longitudine Est del meridiano centrale = 39°
Declinazione orientale a metà 1942 in millesimi

Nadelabweichung: 78° ostwärts
(Spiegel für Mitte 1942)
isthmische-orientale Zonierung 0,7°
ostwärts für Mitte 1942

Declinazione orientale 78°
ostwärts a metà 1942
variazione annuale orientale 0,7°
ostwärts a metà 1942

(entnommen der Nadelabweichungskarte 1:2.500.000
für Mitte 1942)
Identität der Karte der Declination 1:2.500.000
a metà 1942



Einfarbige
Verkleinerung

Die Bildplankarte im Truppeneinsatz

Maßstab
1:25 000



o 17,2

17,9

21,9





guéro

Bourgerel

42

54

Murin

Kervy

orenne

65

Trébigan

Boisgeln

émuard

S: Vincent

Gravin

Rau de Kervilly

Bodromoel

Kerandou

Kernès

66

G^d Néant

le Brulis

Lezal

Trébout

30

60

Trégren

Kervillon

Lannach

Malsahac

Lac de la Panne de Juvigné

Boistalec

Kerlazy

165
S. Laurent

Kerligan

Laluisso

le Magüero

le Parc

37

41

Kerdoui

Bourgpoul

32

Penesclus

Muzillac

42

36

le Prad-Yoff

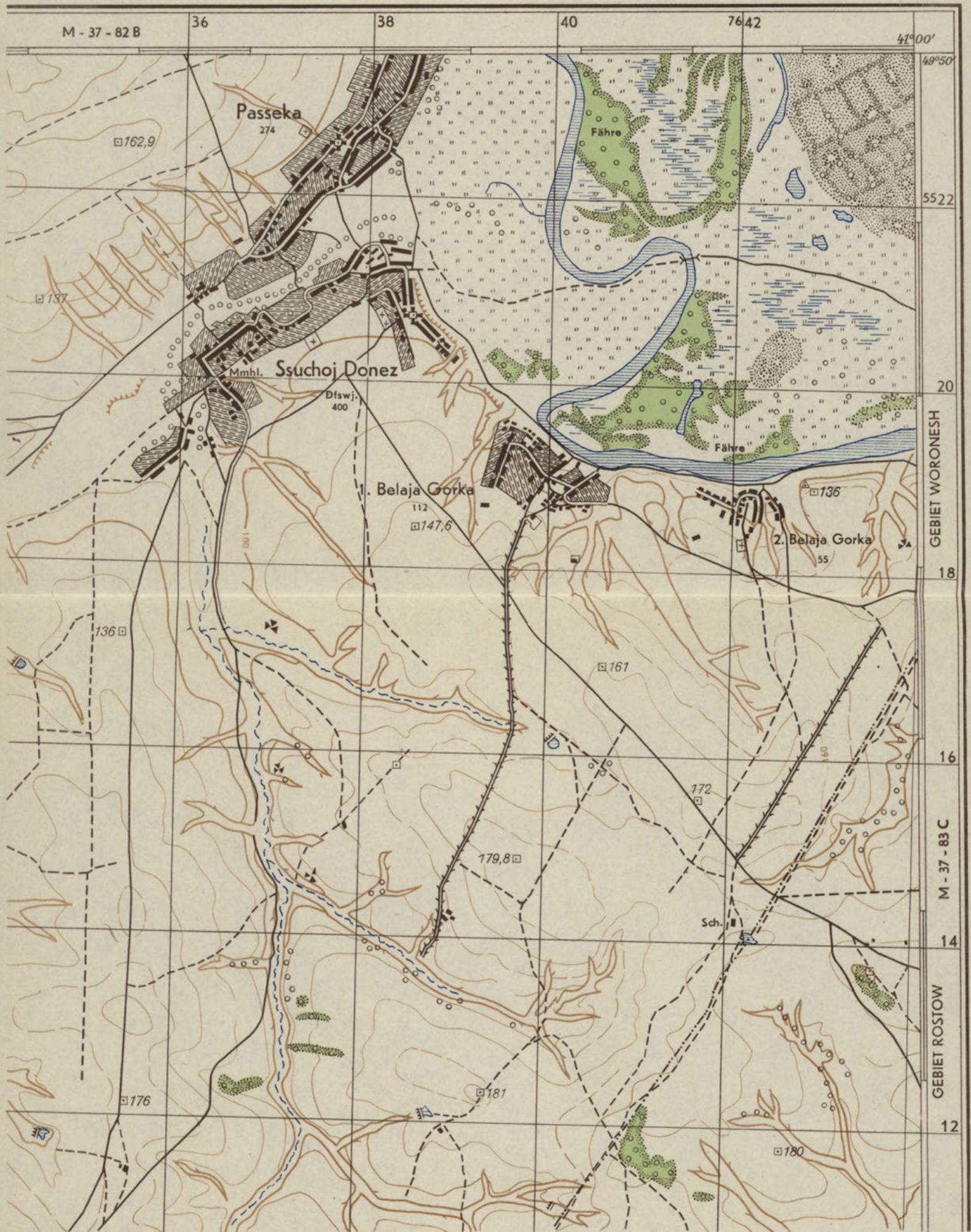
Yoff

Treguen

41

Lj

M - 37 - 82D

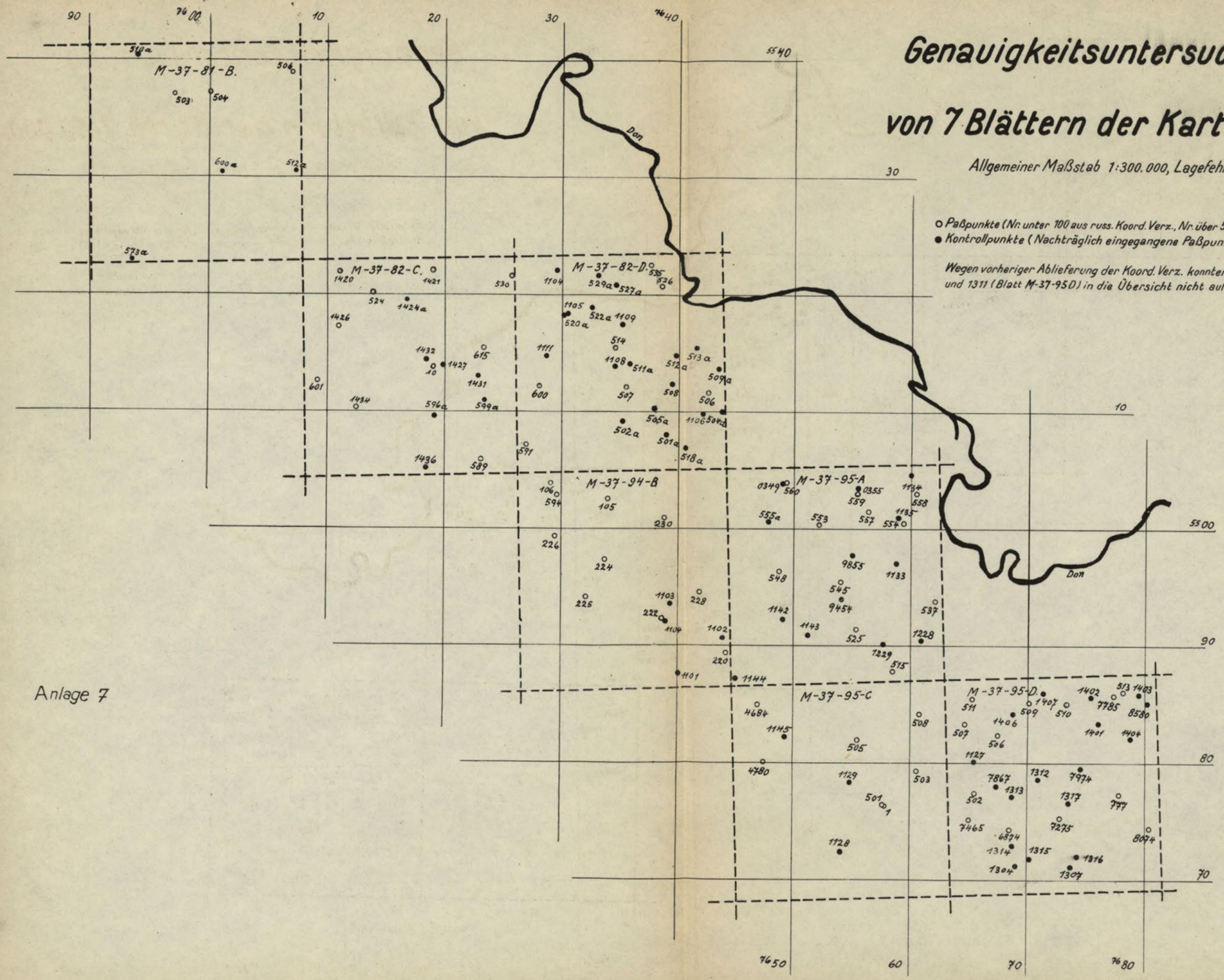


Genauigkeitsuntersuchung von 7 Blättern der Karte 1:50.000.

Allgemeiner Maßstab 1:300.000, Lagefehler 1:10.000.

- Paßpunkte (Nr. unter 100 aus russ. Koord. Verz., Nr. über 500 von Kart. und Verm. Abtg.)
- Kontrollpunkte (Nachträglich eingegangene Paßpunkte von Kart. und Verm. Abtg.)

Wegen vorheriger Ablieferung der Koord. Verz. konnten die Punkte 1122, 1124, 1126, und 1311 (Blatt M-37-95D) in die Übersicht nicht aufgenommen werden.



Anlage 7