

Praktische Hinweise für Arbeiten mit Bussolentheodoliten

Autor(en): **Ebinger, K.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **48 (1950)**

Heft 1

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-207427>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

biete schließen lassen. Wesentlich unterstützt werden diese Bestrebungen durch die Konsultation folgender Unterlagen:

1. Kündig und de Quervain: „Fundstellen mineralischer Rohstoffe in der Schweiz mit Karte 1:600 000; Kümmerly & Frey 1945 (Geotechnische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft).

2. Die Geotechnische Karte der Schweiz (gleicher Herausgeber), 1:200 000.

3. Die Eisen- und Manganerze der Schweiz, Band I–IV; Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten und der Geotechnischen Kommission.

4. Mitteilungen aus dem Institut für Geophysik, ETH Zürich, herausgegeben von Prof. Dr. F. Gaßmann.

Die Entscheidung, wer diese zusätzlichen magnetischen Abklärungen tatsächlich auszuführen hätte, muß den für die Krediterteilung verantwortlichen Instanzen überlassen bleiben. Bei weiterer Fortführung der magnetischen Messungen durch Bundesinstanzen (Meteorologische Zentralanstalt, Institut für Geophysik ETH, Landestopographie) wäre wohl eine Ausrichtung auf die dringlichsten Bedürfnisse der Übersichts- und Grundbuchplanerstellung anzustreben. – Können diese Abklärungen nicht innert nützlicher Frist durch die erwähnten Instanzen erfolgen, so wäre wohl die Empfehlung an den Unternehmer von bussolentachymetrischen und topographischen Arbeiten angebracht, die Beurteilung der „terrestrisch-magnetischen Homogenität“ durch einige gut verteilte eigene Beobachtungen mit dem Bussolentheodoliten selbst vorzunehmen. Die speziellen für die Luftaufnahme notwendigen Signalisierungsarbeiten und die Bestimmung zusätzlicher Einpaßpunkte sind direkt einladend für eine bezügliche Kombination.

Bei Berücksichtigung genannter Vorsichtsmaßnahmen darf die Hoffnung ausgesprochen werden, daß sich die gute alte Bussolenorientierung, die uns Topographen gar treulich durch so manchen undurchdringlichen Dschungel geführt hat, im Gewande moderner Theodolitmessung noch besser als zuvor bewähren werde.

Praktische Hinweise für Arbeiten mit Bussolentheodoliten

von K. Ebinger, Bern

Vorbemerkung

Veranlaßt durch die in den letzten Jahren erschienenen interessanten Aufsätze der Herren Diday, Schweizer, Michel und Staub soll hier ein Beitrag praktischer Art zu dieser noch entwicklungsfähigen Detailvermessungsmethode gegeben werden. Vielerorts in Berufskreisen stößt man auf ein beinahe „angeborenes“ Mißtrauen, wenn eine breitere Anwendung der

Bussolenzüge für Grundbuchvermessungszwecke empfohlen wird. Der Zweifel liegt wohl darin, daß die Genauigkeit der Bussolenangaben als ungenügend angesehen wird. Diese Skepsis muß aber, so weit sie unberechtigt ist, überwunden werden.

Korrekte Anwendung und Ausnützung der bekannten Meßmethoden mit Berücksichtigung neuester Erkenntnisse hinsichtlich der Schwankungen des erdmagnetischen Feldes, dem Einsatz praktischerer neuer Instrumente, erlauben uns, eine wesentliche Verfeinerung der Bussolennmessungen herbeizuführen. Als Anwendungsgebiete kommen Gegenden der Instruktionszone III in Frage, vor allem wenig wertvolle, abgelegene, stark parzellierte Waldungen, Voralpen, Weiden usw., somit Maßstabgebiete 1:2000 (ausnahmsweise), 1:5000 und 1:10000, wo der Originalübersichtsplan meistens auch in Verbindung mit dem Grundbuchplan aufgenommen wird, um nur die bisher häufigsten Anwendungsgattungen zu erwähnen. Welche Gebiete in Zukunft in dieses Aufnahmeverfahren einbezogen werden sollen, ob im Anschluß an die Parzellarvermessung mit normaler Polygonierung oder in Verbindung mit luftphotogrammetrischen Aufnahmen, sei vorläufig dahingestellt.

Literatur, Fehlergesetz

Um Wiederholungen möglichst zu vermeiden, sei auf die Literaturangaben im Verzeichnis Staub verwiesen, das in dieser Zeitschrift 1947 auf den Seiten 254–256 erschienen ist, wo für Interessenten alle wünschbaren Mitteilungen über Erdmagnetismus vermittelt werden. Wir beschränken uns hier auf eine kurze Wiedergabe der Jordanschen Formeln zur Vergleichung der Fehlerfortpflanzungsgesetze beim Bussolen- und Theodolitzug, greifen davon nur den zu erwartenden Querfehler q oder den linearen Abschlußfehler f_s heraus.

Die genäherten Formeln der Querabweichung lauten für die *einseitig angeschlossenen* Züge:

Bussolenzug	Theodolitzug
$q = \pm \frac{m_1}{\rho} \sqrt{L \cdot s}$	$q = \pm L \cdot \frac{m_2}{\rho} \sqrt{\frac{n}{3}}$

worin bedeuten: q = mittlerer Fehler der Querabweichung
 m_1, m_2 = mittlerer Fehler der Richtungsmessung
 L = Gesamtlänge des Zuges
 s = mittlere Seitenlänge
 n = Anzahl der Seiten

Der Vergleich der beiden Formeln ergibt die nachfolgend möglichst kurz gefaßten Schlüsse für die Praxis:

a) *Bussolenzüge* möglichst *lang* anlegen, weil der Querfehler nur mit dem Wert \sqrt{L} wächst; *kurze* Seiten wählen, da die Anzahl der Stationen

in der Fehlerfortpflanzung keine Rolle spielt; der Querfehler ist direkt proportional dem Richtungsfehler.

b) *Theodolitzüge* möglichst *kurz* anlegen, *lange* Polygonseiten wählen, denn die Anzahl Stationen ist maßgebend für die Größe des Querfehlers. Weiter ist er direkt proportional dem Richtungsfehler.

Unter der Annahme für den

Bussolenzug

$$m_1 = \pm 4'$$

$$s = 50 \text{ m}$$

Theodolitzug

$$m_2 = 0,5'$$

$$s = 100 \text{ m}$$

erhalten wir folgende Tabelle:

L	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	3000 m	4000 m
q_B	0.10	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28
q_{Th}	0.05	0.14	0.26	0.41	0.76	1.15

Es ergibt sich daraus die fehlertheoretische Überlegenheit des Bussolenzuges von ca. 1 km an. Messungen neuesten Datums (siehe Tabelle) ergeben ein m_1 für Bussolentheodolite bei Einbezug aller Meßvorsichtsmaßnahmen von nur noch $\pm 1 - 2'$ und eine Verkürzung der mittleren Seitenlänge auf 30–40 m. Damit wird die Genauigkeit der Theodolitzüge schon mit Bussolenzügen von 400–600 m Länge erreicht.

Etwas anders verhält es sich bei beidseitig angeschlossenen Zügen; hier ist der Polygonzug von 1,5–2 km Länge dem Bussolenzug überlegen.

Vorsichtsmaßnahmen beim Messen

a) Immer beachten, daß die Deklination nicht konstant ist (stündliche, tägliche, jährliche Schwankungen: siehe Saisonkurven usw.), sondern ständig ändert, auch innert relativ kurzen Zeitabständen; deshalb rasch und sicher messen; die neuen Instrumente laden dazu ein!

b) Örtlich bekannte Störgebiete (Flyschgebiete, Bohnerzvorkommen) meiden, oder diese mit Hilfe häufiger Azimutkontrollen lokalisieren.

c) Den oft unbeachteten „Kleinigkeiten“ alle Aufmerksamkeit schenken, wie dem Tragen von Brillen (Eisenbestandteile im Gestell), Armbanduhr, Eisenbestandteilen an Bleistiften, Taschenmessern, Feldschirmen, Eisenbeschlägen von Distanzlatten, Stacheldrähten, nahen Eisenzäunen usw.; alle diese Eisenteile enthaltenden Gegenstände wirken vor allem dann verfälschend auf die Bussolenangaben, wenn sie in der Horizontalebene der schwingenden Nadel oder des Kreises liegen.

Darstellung und Protokollierung der Messungen

Damit die Protokollierung der Bussolenmessungen besser dargestellt werden kann, hat die eidgenössische Vermessungsdirektion das Formular Nr. 52 im Neudruck erscheinen lassen, das, mit einem einfachen Beispiel ergänzt, diesem Aufsatz beigegeben ist. Das abgeänderte Formular trägt den einzuführenden Korrekturen Rechnung, indem es Kolonnen enthält für die Korrekturen der Tagesstunde, der Deklination auf Mittelwert der großen Tagesamplitude bis zur endgültigen Bestimmung des direkt in die Koordinatenberechnung eingehenden geodät. Azimutes. Eine spezielle Kolonne 15 ist zur Registrierung der Tageszeit angebracht. Somit ist es möglich, alle Hilfsrechnungen auf diesem Formular auszuführen und die Schlußwerte endgültig in die Koordinatenberechnung zu übertragen.

Instrumentenkontrolle

a) Die magnetische Empfindlichkeit wird geprüft, indem bei gleichbleibender Stellung des Fernrohrs (Zielung auf Fernpunkt) der freischwingende magnetische Vollkreis (Wild) oder die Koinzidenznadel (Kern) 10 bis 20 mal gestört – je zur Hälfte links und rechts – und nach jeder Beruhigung der Richtungswert abgelesen wird. Der mittlere Ausschlag soll innerhalb von maximal 4' (cent.) des Serienmittels bleiben.

b) Der Antimagnetismus des Bussolentheodolits gegenüber der magnetischen Axe kommt darin zum Ausdruck, daß der momentane Deklinationswert, abgeleitet aus verschiedenen, regelmäßig im Horizont verteilten Azimuten innerhalb kurzer Zeit – ca. 1 Viertelstunde – ebenfalls auf 1–4' übereinstimmen soll. Stehen keine regelmäßig verteilten Anschlußazimute zur Verfügung, so werden sie durch Einmessung einiger scharfer Zielpunkte an bestehende Richtungen vermittelt fixiertem Horizontalkreis beschafft. Die wenigstens zwei- bis vierfach repetierten Azimutalablesungen am schwingenden Kreis sollen in rascher Folge über alle Richtungen ausgeführt werden, da sich sonst bei ungünstiger Wahl des Zeitpunktes bereits die Tagesvariation störend bemerkbar macht. Zeigen die wiederholten Messungen zwischen gleichen Richtungen größere Ausschläge, so muß das Instrument beanstandet und zwecks Behebung eines vermutlich vorhandenen magnetischen Störelementes untersucht werden.

Bestimmung der Deklinationsangabe der Instrumente

Zu Beginn der Feldaufnahmen und so oft es überhaupt möglich ist, soll auf Triangulationspunkten oder andern Fixpunkten stationiert werden, um die Deklinationswerte zu bestimmen. Bei der Arbeit mit dem Bussolentheodoliten muß eigentlich nur für diese Deklinationsbestimmungen das Instrument auf einem Fixpunkt zentrisch stationiert werden. Man zielt in möglichst kurzer Zeitfolge bei frei schwingendem Kreis oder Nadel eine Mehrzahl von koordinatenmäßig genau bekannten Fixpunkten in beiden Fernrohrlagen an und die dabei erhaltenen Werte werden

in Kolonne 4 (siehe Musterbeispiel) eingeschrieben. Gleichzeitig wird in Kolonne 15 die Tagesstunde notiert, um später die richtigen Korrekturen nach der großen mittleren Tagesamplitude einbeziehen zu können. In diesen gemessenen magnetischen Azimuten (A_o) sind alle Einflüsse, herrührend vom magnetischen Feld, Tagesschwankung, Instrumentenkonstanten, Instrumentenfehler und persönliche Ablesefehler enthalten. Um die Deklinationsbestimmung auf das Mittel der Tagesamplitude durchführen zu können, müssen die gerechneten Anschlußazimute (A_z) vorliegen; wir bilden die Differenz: gerechnetes geodätisches Azimut (A_z) weniger magnetisches Azimut (A_o) und berichtigen diese Differenz noch um den Stundenwert (ΔT) der großen Tagesamplitude, also

$$D = A_z - A_o \pm \Delta T$$

z.B. $A_o = 94^\circ 65'$	$D = 88^\circ 09'$
$A_z = 88^\circ 09'$	$- 94^\circ 65'$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	$- 6^\circ 56'$
$T (16^h) = + 8'$	$+ 8'$
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>
	<u>$D_r = -6^\circ 48'$</u>

Sind wir im Besitze dieser auf das Mittel der Tagesamplitude reduzierten „Deklination“, so können nun bei allen weiteren Messungen die Tagesstundekorrekturen angebracht werden. In relativ kurzen Zeitabschnitten wird keine wesentliche Veränderung dieser jedem Instrument eigenen Konstanten auftreten; zu deren Kontrolle werden laufend bei jeder sich bietenden Gelegenheit neue Bestimmungen hinzukommen. Wir bemerken dies, weil die „Deklinationsangaben“ verschiedener Instrumente stark variieren, – in der Größenordnung bis zu einem Grad! Diese mechanisch schwer zu behebenden Abweichungen fallen für die Praxis außer Betracht, sofern mit dem gleichen Theodolit gemessen wird. Es ist selbstverständlich, daß Deklinationswerte eines Instrumentes nicht auf andere Instrumente übertragen werden dürfen, selbst nicht auf solche der gleichen Fabrikationsserie. Erst eine Kontrolle der Instrumentenkonstanten gegenüber Regensburg ergäbe wirkliche Deklinationswerte und dazu die Möglichkeit, in andern Landesgegenden die Angaben einer magnetischen Karte zu benutzen.

Eine Ausnahme bilden die Goniometer, die sogenannten Batterieinstrumente der Artillerie. Hier werden die Sollazimute berechnet und die Instrumentenangabe durch Drehen eines Indexstriches so lange verändert, bis das gemessene und das Sollazimut auf $1^0/_{00}$ übereinstimmen; damit ist das Instrument „geeicht“. Diese Genauigkeit ist für militärische Zwecke vollauf genügend. Tagesschwankungen werden hier nicht berücksichtigt. Nach einer größeren Dislokation in west-östlicher Richtung werden die Goniometer am neuen Orte wieder geeicht.

Reduktion der Feldmessungen

Wir haben vorgängig gezeigt, wie die Deklination auf das Mittel der großen Tagesamplitude reduziert wird; dabei sind alle Differenzen mit dem *gleichen* Vorzeichen einzuführen, wie das Reduktionsdiagramm sie ergibt. (Siehe Figur 5, Artikel Staub.) *Umgekehrt* zu verfahren ist bei allen Reduktionen, die uns die geodätischen Azimute liefern. Nach Einführung der „Deklination“ (Kolonne 6) folgen die Stundenkorrekturwerte in der Kolonne 5 des Formulars Nr. 52 mit umgekehrtem *Vorzeichen*, als sie aus dem Reduktionsdiagramm (Fig. 5) abgelesen werden, denn für die Koordinatenberechnung sind nur noch die geodätischen Azimute aus der Kolonne 8 maßgebend.

Stellt es sich aber einmal ausnahmsweise heraus, daß an einem magnetischen Störtage gemessen wurde, so gibt uns eine Kopie des Originalmagnetogrammes die Möglichkeit, die Korrekturen ΔD in alten Winkelminuten abzulesen und umzurechnen (Fig. 6). Sämtliche Korrekturen werden in bezug auf eine Zeithorizontale abgelesen, die ihren Ursprung im Moment der Anschlußmessung (A) hat. Man beachte, daß der Wachstumssinn von D aus registraturtechnischen Gründen gegen unten weist.

Distanzmessung, Sprungstände usw.

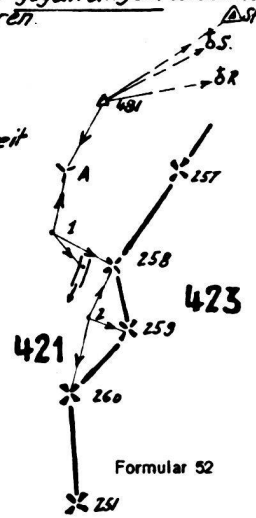
Die optische Distanzmessung erfolgt mit Hilfe der im Fernrohr eingebauten Distanzmeßfäden nach Reichenbach. Bei den neuern Instrumenten ist die Multiplikationskonstante 50 oder 100, und die Additionskonstante null. Abgelesen wird an einer Nivellierlatte mit cm-Teilung; dabei ist eine stabile Senkrechtstellung der Latte wesentlich; verschiebbare Streben und Standlatten-Dosenlibellen sind somit unentbehrlich. Die Aufnahmedistanzen sind relativ kurz zu wählen (20–50 m), um so der kleinen Fernrohrgrößerung Rechnung zu tragen. Für die Fehlerfortpflanzung spielt dies, wie wir gesehen haben, eine untergeordnete Rolle. Aus verschiedenen praktischen und fehlertheoretischen Gründen muß empfohlen werden, Vor- und Rückblick nach Möglichkeit gleich lang zu wählen. Die schiefen Distanzen werden auf dm, bestenfalls $\frac{1}{2}$ dm abgelesen und mit Reduktionstabellen oder mit einem guten topographischen Rechenschieber auf den Horizont reduziert. Zur Bussolenzugsmessung verwenden wir ausschließlich das Verfahren der Sprungstände; wir gewinnen durch die Sprungstände wesentlich Zeit, denn das zeitraubende Zentrieren des Instrumentes fällt weg. Auch in der Wahl der Instrumentenstandpunkte genießt man im Gegensatz zur Polygonwinkelmessung volle Freiheit, was besonders in Waldgebieten als ganz wesentlicher praktischer Vorteil zu bewerten ist.

Die Messung der Bussolenzüge, wie auch die Aufnahme der Grenzpunkte ist zu kontrollieren (Artikel 22–24 und 34 der Vermessungsinstruktion; Artikel 6–8 und 11 der Anwendung der Polarkoordinatenmethode mit opt. Distanzmessung). Dabei darf diese Vorschrift wohl so

Art.	Nr. des Punktes		Horizontal-Winkel oder magnet. Azimut g c	Korrekturen			Azimut		Distanz		Vertikal-Winkel		J = 145		Versch. l-links r-rechts v-vorn h-hinten	Tagesstunde	Bemerkungen Skizzen	Bildpaar
	Plan	Feld		Zeit + -	Azimut g c	absolut		g c	schief m	horiz. m	g c	S	J-S					
						g	c											
1	2	3	(94 65) 94 65	-8	-6 56	88 09										15		
⊕	Rudenz		(73 28) 73 28	-7	-6 55	66 73	berechnete Anschluss-azimute									16 ⁰⁰	16	17.9.49.
⊕	Sachseln		(65 77) 65 77	-6	-6 54	59 22										16 ¹⁵		Δ 481 i.o. Bodeneben Eb.
△	Stanserhorn		(88 99) 88 99	-6	-6 54	247 45										16 ³⁰		Deklinationsbestimmung auf Mittel der grossen Tagesamplitude:
Y	A		254 99	-6	-6 54	247 45			73.5	70.0	+ 14 08					16 ³⁵		Az. gerechnet - magnet. Azimut ± Δ Tagesstunde, z.B.
			(11 64) 11 64	-4	-6 52	5 12								J = 150				
Y	A		(127 43) 117 43	-3	-6 51	110 92			52.1	49.8	+ 13 47					17 ⁰⁰		NB: Zur Einführung der Stundenkorrekturwerte sind die aus dem Reduktionsdiagramm erhaltenen Werte mit gegenfeitigem Vorzeichen einzuführen.
✕	258		(120 45) 130 45	-2	-6 50	123 95			51.7	51.6	- 2 75					17 ¹⁵		Stat. 1.
	Bachmitte								30.6	30.6	- 0 32					17 ²⁵		120m breit
			(37 58) 37 58	-1	-6 49	37 09								J = 142				
✕	258		(318 71) 318 71	± 0	-6 48	112 23			49.6	49.6	+ 0 20					18 ⁰⁰		Stat. 2.
✕	259		(230 42) 230 42	+1	-6 47	223 95			12.7	12.7	± 0					18 ⁰⁵		
✕	260								72.4	72.4	- 0 10					18 ³⁰		

V+D
X.49

U.S.W.



Formular 52

interpretiert werden, daß es freigestellt ist, ob man die doppelte Aufnahme von Polygon- und Grenzpunkten nötigenfalls mit doppelten Sprungständen erreichen will, oder ob die Züge einmal vor- und rückwärts zu messen sind. Die Grenzpunkte sind, wie dies aus der bezüglichen Anwendung der Polarkoordinatenmethode bekannt ist, von zwei verschiedenen Standorten aus, oder einmal direkt, das zweitemal zur Kontrolle exzentrisch aufzunehmen.

Berechnungen, Meßresultate

Die Berechnungen lassen sich am einfachsten auf dem Formular Nr. 42 (Detailberechnung der Grenzpunkte) durchführen. Durch Verwendung des eng gedruckten Formulars läßt sich die Doppelberechnung sehr einfach gestalten, indem je eine Berechnung in der linken und rechten Hälfte zusammengestellt wird, was die spätere Mittelbildung und den Ausgleich erleichtert. Vierstellige, natürliche Zahlenwerte der Winkelfunktionen zur Koordinatenberechnung genügen allen Anforderungen; die Winkelgenauigkeit auf eine Minute, enthebt uns auch aller Interpolationsrechnungen (Fehlerquellen).

Zur Verbesserung der Fehlerverteilung können auch bei Bussolenzügen Knotenpunkte berechnet werden; die Azimute sind hier natürlich von der Ausgleichung auszuschließen.

Abschließend werden noch Angaben über durchgeführte Bussolenzüge und die dabei erreichte Genauigkeit gegeben. Es ist beizufügen, daß alle Toleranzen der Instruktion III, Haupt- und Nebenzüge, entnommen sind, *ohne* den Neigungszuschlag einzubeziehen. Es ist beachtenswert, festzustellen, daß kein einziger Zug die Toleranz erreicht; einige Züge ergeben sogar verblüffend genaue Resultate.

Die Verwendung des Bussolentheodolits in der Detailaufnahme bietet eine Menge von Bequemlichkeiten und wirtschaftliche Vorteile, so daß der praktischen Weiterentwicklung des Verfahrens alle Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Mitteilung der eidg. Vermessungsdirektion

Durch Beschluß vom 17. Dezember 1949 hat der Bundesrat das Reglement über die Erteilung des eidgenössischen Patentes für Grundbuchgeometer im Sinne einer Erhöhung der Gebühren geändert. Im gleichen Sinne hat das eidgenössische Justiz- und Polizeidepartement am 17. Dezember 1949 die Weisungen betreffend die Verwendung des Personals bei Grundbuchvermessungen geändert. Die beiden Erlasse können beim Drucksachenbureau der Bundeskanzlei und bei der eidgenössischen Vermessungsdirektion bezogen werden.

Bern, den 31. Dezember 1949.

Eidg. Vermessungsdirektion.