Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 30 (1932)

Heft: 1

Artikel: Der reduzierende Doppelbild-Tachymeter Kern

Autor: Aregger, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-193355

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 07.08.2025

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

der auch mit drei Einstellungen auskommt, beschränkt sich darauf, eine Schrägaufnahme in eine Senkrechtaufnahme gleicher Aufnahmebrennweite umzuformen. Er erstrebt also keine Variationsmöglichkeit im Bildmaßstab und kann aus diesem Grunde auf einen vierten Freiheitsgrad verzichten. Durch denselben Verzicht benötigt auch der Ernemannsche Grundrißbildner nur drei Freiheitsgrade. Die Ausführungsformen von Ica und Jäger-Liesegang geben die Scharfeinstellung nicht automatisch. Das erstere, das außer den zwei für die Scharfabbildung nötigen nur noch drei Freiheitsgrade hat, gibt nur Entzerrung in einem sogenannten wilden Maßstab. Alle Geräte welche keine unabhängige Variation des Bildmaßstabes zulassen, eignen sich nicht für das Entzerren von Fliegeraufnahmen durch Einpassen eines Punkthaufens der Platte in einen solchen der Projektion, da ja der Maßstab dieses letztern sich erst aus den Entzerrungsdaten ergibt. Besonders der Scheimpflugsche Universaltransformator ist für wesentlich andere Aufnahmebedingungen (Aufnahme aus dem Ballon mit gekoppelten Kammern) gebaut worden, als sie heute, wo hauptsächlich Flugzeuge verwendet werden, gebräuchlich sind. Das Gerät Jäger-Liesegang, welches übrigens vom gleichen Typus ist, wie das von Roussilhe verwendete, erlaubt mit seinen vier Freiheitsgraden Entzerrungen in beliebige Maßstäbe auch von Schrägaufnahmen. Für die praktische Arbeit an diesem Gerät sind Nomogramme unerläßlich.

Das automatische Zeiß-Gerät, das vier Freiheitsgrade besitzt, welche für jede Entzerrung ausgenützt werden müssen, da die Aufnahmebrennweite nicht ein für allemal berücksichtigt werden kann, soll nach Angabe der Firma auch für den allgemeinsten Fall mit einem fünften Freiheitsgrade ausgestattet werden, durch Ermöglichung der Verschiebung der Platte in ihrer Ebene parallel der Kippachse.

Endlich sei darauf aufmerksam gemacht, daß für die praktische Entzerrung ein Gerät, das alle wichtigsten Aufnahmefälle in beliebigem Kartenmaßstab zu entzerren erlaubt, um so wertvoller wird, je weniger Freiheitsgrade für die einzelne Entzerrung noch übrig bleiben.

Der reduzierende Doppelbild-Tachymeter Kern.

Von *Alfred Aregger*, Grundbuchgeometer, Pfeffikon.

1. Fortsetzung.

Nach dieser allgemeinen Beschreibung des Instrumentes wollen wir auf einige konstruktive Einzelheiten eintreten.

Allgemeines über Mittel zur Erzeugung der Doppelbilder ohne und mit veränderlicher Parallaxe.

Zur Erzeugung von Doppelbildern für die optische Distanzmessung verwendet man heute fast ausschließlich achromatische Glaskeile, welche vor das Fernrohrobjektiv angebracht werden und welche nur etwa die Hälfte desselben überdecken. Die Ablenkung wird meistens zu ca. 1% oder rund 34 Minuten 23 Sekunden gewählt. Aus Gründen der Bild-

qualität und Konstruktion bringt man diese Mittel nicht in dem optischen Strahlengang des Fernrohres an. Man hat eben vor dem Objektiv eine größere optische und mechanische Freiheit.*

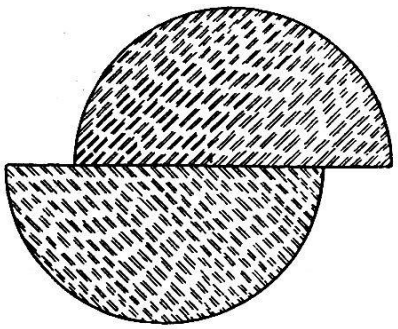

Fig. 6.

Auch ein rhombisches Prisma, dessen spiegelnde Flächen 17′ 12″ divergent sind, kann verwendet werden. Es sind hingegen noch andere Möglichkeiten bekannt. Eine der ältesten, vor allem bei den Heliometern (Doppelbild-Mikrometern) angewandte Methode besteht darin, daß man ein Objektiv in 2 halbkreisförmige Teile zerschneidet und diese derart in eine gemeinsame Objektivfassung bringt, daß die beiden Linsenhälften um $^1/_{100}$ ihrer Brennweite seitlich verschoben sind, wie dies in der Figur Nr. 6 dargestellt ist.

Ebenso kann nach Art der Figuren Nr. 7 und 8 eine Ablenkung der Lichtstrahlen erwirkt werden. Solche Linsenkombinationen müssen aber die Brennweite „unendlich" haben, wenn mit denselben nur ein Teil des Fernrohrobjektives überdeckt wird, was für die Erzeugung eines brauchbaren Doppelbildes nötig ist. Die Herstellung solcher

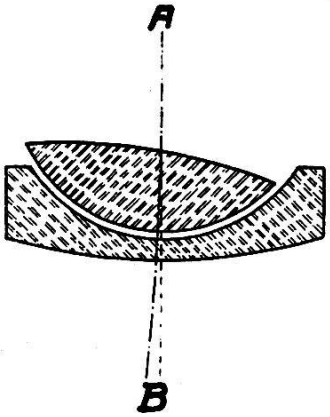

Fig. 7.

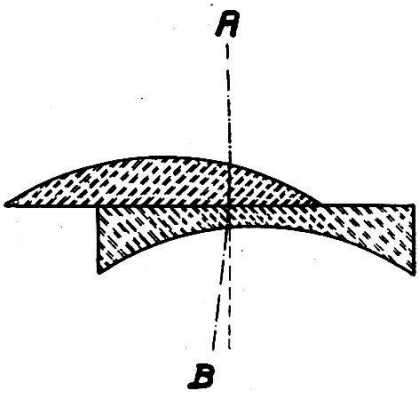

Fig. 8.

Linsensysteme ist aber schwieriger und daher kostspieliger als Glaskeile mit ebenen Flächen, ohne dabei Vorteile zu bieten. Speziell legt die Innehaltung der chromatischen Korrektion gewisse Beschränkungen auf. Es würde uns wohl vom Hauptthema zu weit abführen, wenn wir diese Fälle näher betrachten wollten.

Für ein reduzierendes Doppelbild-Tachymeter ist allgemein erforderlich, daß die sogenannte maximale oder normale Ablenkung des Doppelbildes um wenigstens ein Drittel verringert werden kann, da dies für die Reduktion bis 45° geneigter Visuren notwendig ist. Solche Doppelbilder hat man dann, wenn das Objektiv gemäß Nr. 6 zerschnitten

* Als erster, der ein derartiges Doppelbild-Tachymeter angegeben hat, wird in neuester Zeit vielfach Richards genannt, wobei aber übersehen wird, daß Richards erst 1893 seine Konstruktion zum Patent anmeldete, während Archibald Barr dies schon 1891 getan hat.

wird und die so entstandenen halbkreisförmigen Hälften gegenseitig verschiebbar anordnet. Die Ablenkung wird Brennweite dividiert durch die Seitenverschiebung der Objektivhälften. Haben wir demnach z. B. eine Brennweite von 25 cm, so ist für die Herstellung der Ablenkung 1 : 100 (Multiplikationskonstante 100) eine Verschiebung der Linsenhälften von 2,5 mm erforderlich und ein Fehler von nur 1 Mikron in dieser Verschiebung gibt auf 100 m schon einen Distanzfehler von 4 cm. Für unsere praktische Doppelbildtachymetrie müßten wir also eine Arbeitsgenauigkeit des Linsenverstellungsmechanismus von etwa ⅓ Mikron verlangen, was aber mechanisch für ein feldtüchtiges Instrument um das 50- bis 100fache übertrieben ist. Eine Steigerung der Genauigkeit läßt sich aber dadurch erreichen, daß man das eigentliche Objektiv nicht zerschneidet, dafür aber vor dasselbe ein zerschnittenes, zweites Objektiv von sehr großer Brennweite anordnet, dessen Hälften nach Figur 6 gegenseitig verschiebbar sind. Allzu groß darf hingegen die Brennweite dieses Hilfsobjektives nicht gewählt werden, weil dessen Größe mit der Brennweite wächst und zu unpraktischen Dimensionen führen würde. Für die Praxis brauchbare Werte könnten etwa sein:

f des eigentlichen Objektives = 25 cm;
f des zerschnittenen Objektives = 500 cm;
resultierende Fernrohrbrennweite = ca. 24 cm;
gegenseitige Verschiebung des zerschnittenen Objektives für horizontale Distanzen = 5 cm;
gegenseitige Verschiebung desselben für 50° geneigte Distanzen = ca. 3 cm;
Einfluß von 0.01 mm Einstellfehler für 100 Meter Distanz = 2 cm.

Auch hier ist trotz der sehr hoch gestellten Anforderung an die Mechanik die Einstellgenauigkeit noch immer etwas ungenügend.

Bemerken möchte ich noch, daß bei Doppelbildern, welche vermittelst zerschnittener Linsen endlicher Brennweite erzeugt werden, jegliches gegenseitiges Kippen oder Schlottern derselben in der Fassung eine Aenderung des parallaktischen Winkels verursacht, was aber schwer zu vermeiden ist.

Eine weitere Einrichtung für die Erzeugung von Doppelbildern mit veränderlicher Parallaxe besteht in einem sogenannten Schwingkeilpaar nach Figur Nr. 9, welches nur einen Teil des Objektives überdeckt. Wir wissen, daß ein Keil, wie z. B. K_1 der Figur 9, einen durchgehenden Lichtstrahl um ungefähr die Hälfte des Keilwinkels ablenkt. Die Ablenkung ist aber außer vom Prismenwinkel auch vom Einfallslot des Lichtstrahles abhängig. Die Ablenkung ist ein Minimum, wenn die Mittelhalbierende des Keiles symmetrisch zum eintretenden und zum austretenden Lichtstrahle steht, d. h. wenn der Lichtstrahl den Keil möglichst rechtwinklig durchquert. Durchschneidet aber der Lichtstrahl den Keil schiefwinklig, so ist die Ablenkung größer. Durch Schwenken des Prismas um die Brechungskante (oder mit der Brechungskante nach Fig. 9) wird also die Parallaxe der Doppelbilder verändert. Dabei treten aber zwei andere Erscheinungen auf, nämlich 1. wird der

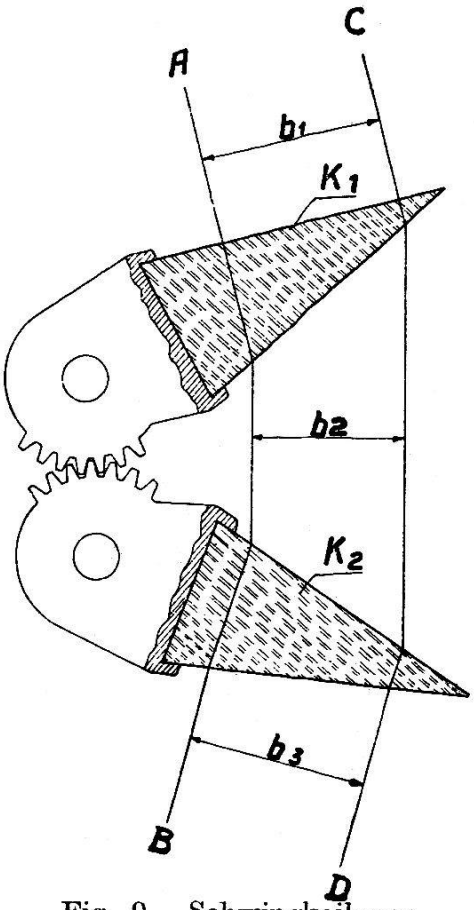

Fig. 9. Schwingkeilpaar.

Lichtstrahl seitlich versetzt, ähnlich wie beim Durchgang durch eine schief gestellte Planplatte, was eine Aenderung der tachymetrischen Additionskonstante verursacht, und 2. nimmt diese Versetzung mit der seitlich zunehmenden Prismendicke proportional zu, so daß die beiden Lichtstrahlen *AB* und *CD* der Figur 9, welche mit dem Abstande b_1 in das Prisma K_1 eintreten, mit dem verkleinerten Abstande b_2 austreten. Dieser Fehler verursacht eine Verzerrung der Bilder, d. h. betrachtet man einen Kreis, so wird derselbe als Ellipse wahrgenommen. Bei der tachymetrischen Ablesung von Distanzen ist daher das Resultat von der Lage der Ablesestelle in bezug auf die Gesichtsfeldmitte abhängig. Man muß also z. B. den Mittelfaden immer auf die Ablesestelle bringen. Diese Fehlererscheinungen können aber dadurch kompensiert werden, daß man zwei gekuppelte, in entgegengesetzter Richtung schwenkende Keile nach Figur 9 (Schwingkeilpaar) verwendet, denn es ist ersichtlich, daß der Strahlenabstand b_1 und b_3 gleich groß ist und damit die genannten Fehlerquellen behoben sind.

Ein solches Mikrometer hat den kleinen Nachteil, daß bei horizontalen Visuren die Keile stark verschwenkt stehen müssen, etwa so, wie in der Figur Nr. 9; nur bei sehr steilen Zielungen kommen dieselben annähernd in die günstigere parallele Querstellung. Die Folge ist, daß bei den geneigten Visuren die Bilder heller sind und der mechanische Reduktionsmechanismus relativ genauer arbeitet als bei horizontalen Visuren. Wünschenswert ist aber meistens das Gegenteil. Man möchte die horizontalen Distanzen eher genauer ablesen als stark geneigte.

Bei den oben erwähnten optischen Mitteln zur Erreichung der Distanzreduktion (Figuren 6, 7, 8 und 9) steht die Bewegung dieser Mittel nicht in einem linearen Verhältnisse zur Neigung der zu reduzierenden Distanz. Für eine automatische Reduktion ist deshalb die Anwendung von Leitkurven oder dergleichen nötig.

Ein weiteres Mittel zur Erzeugung von Doppelbildern mit veränderlicher Parallaxe wurde von Boscovich 1777 angegeben. Es besteht aus zwei gleichen hintereinander liegenden Glaskeilen K_1 und K_2 (Fig. 10), welche um entgegengesetzt gleiche Beträge drehbar sind. Man benennt dieselben deshalb „ein Drehkeilpaar". Dasselbe darf nicht das ganze Objektiv überdecken, sondern nur einen Teil desselben. Nimmt man nur

einen Keil und bringt denselben vor ein Fernrohrobjektiv, mit welchem vorher ein Punkt O angezielt wurde, so erhält man vom Punkt O ein zweites abgelenktes Bild. Dreht man nun den Keil um die Längsachse

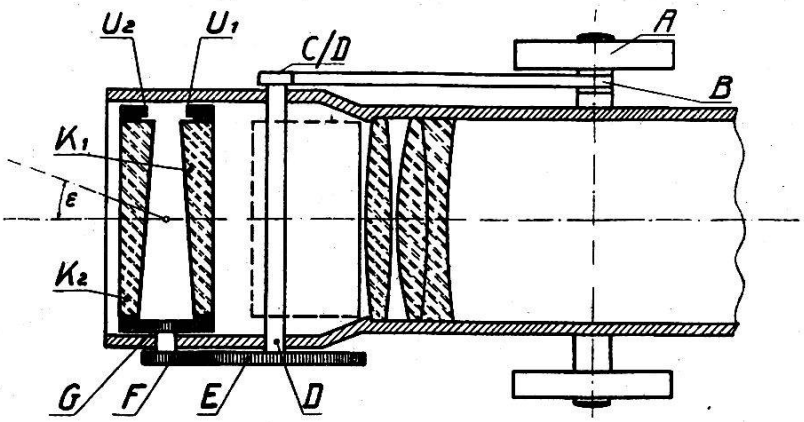

Fig. 10.

des Fernrohres, so beschreibt das durch den Keil abgelenkte Bild des Punktes einen Kreis, dessen Zentrum das nicht abgelenkte Punktbild O ist. Der Radius r dieses Kreises ist abhängig von der Ablenkung 2ϵ des Prismas und der Entfernung des Punktes O. Drehen wir das Prisma derart, daß der abgelenkte Punkt in die Wagrechte des nicht abgelenkten Punktes O zu liegen kommt, also nach A Fig. 11, so ist OA die maximale seitliche Ablenkung. Drehen wir nun das Prisma um den Winkel φ, so kommt der Punkt nach A' und dessen senkrechte Projektion auf OA in P zu liegen. Die seitliche Ablenkung ist demnach $OA \cos \varphi$, d. h. sie verkleinert sich mit dem Kosinus des Drehungswinkels. Da die gleiche Funktion für die Reduktion einer geneigten Distanz auf den Horizont gilt, haben wir in genannter Drehung ein in bezug auf die Neigung der Visur direkt lineares Mittel für die optisch-mechanische Reduktion der Distanz. Allerdings zeigt sich der Umstand, daß der Punkt A' sich nicht auf der Linie OA befindet; dadurch kommt ein sich überdeckendes Doppelbild, wie wir es für die eigentliche Doppelbild-Tachymetrie brauchen, nicht zustande. Für die Distanzablesung müßte hier die Projektion $A'P$ vermittelst eines Okularfadens ausgeführt werden.

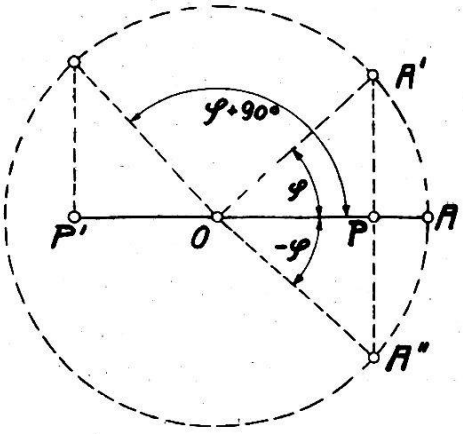

Fig. 11.

Den gleichen, oben beschriebenen Effekt haben wir auch, wenn wir das Objektiv des Fernrohres nach Figur 6 zerschneiden und um die Längsachse des Fernrohrs drehen. Nach diesem Prinzip hat Professor Dr. Aubell im Jahre 1910 die Bauart eines reduzierenden Doppelbild-Tachymeters angegeben und teilweise ausgeführt.

Nehmen wir aber nicht nur einen, sondern zwei gleiche Keile von je einer Hälfte der gewünschten Ablenkung OA, also mit je einem

Ablenkungsvermögen ϵ, und stellen beide in die Lage der größten rechtsseitigen Ablenkung, so wird der Punkt O ebenfalls nach A geworfen. Dreht man jetzt den einen Keil um φ aufwärts, den andern aber um $-\varphi$ abwärts, so ist leicht begreiflich, daß der Punkt weder in A', noch in A'' sichtbar ist, sondern in der Mitte zwischen denselben, in P. Ein solches Drehkeilpaar, oft auch treffend „Keilkompensator" genannt, läßt das Doppelbild des Punktes O stets auf der Linie OA wandern und die Ablenkung OP ist stets $OA \cos \varphi$. In bezug auf die Genauigkeitsanforderungen an die mechanische Ausführung erblicken wir aus Fig. 10, daß es sich nicht um Schlittenbewegungen handelt, wie bei der Vorrichtung nach Figur 6, 7 und 8, sondern um konzentrische Kreislager, welche genau und verschlossen ausgeführt werden können. Da ferner die Kosinusfunktion in der Nähe des Winkelwertes O relativ unempfindlich ist, so hat ein kleiner mechanischer Fehler für annähernd horizontale Distanzen einen nur geringen Einfluß. Selbst ein sehr grober Fehler von $0.1^0 = 6'$ macht bei einer Durchschnittsneigung von 5^0 auf 100 m nur 1.5 cm aus, was kaum beanstandet werden kann. Bei $22\frac{1}{2}^0$ machen $6'$ schon 7 cm und bei 45^0 sogar 12 cm aus. Diese beiden letzteren Werte lassen erkennen, daß die Einstellung der Drehkeile auf etwa $2'$ stimmen muß, was mechanisch erfüllt werden kann. Mißt man eine Strecke das eine Mal bergaufwärts und das andere Mal bergabwärts, so kommen verschiedene Keileinstellungen zur Wirkung und damit tritt eine teilweise Kompensierung der mechanischen Fehler ein.

Erwähnt möchte noch werden, daß aus Figur 11 trigonometrisch entnommen werden kann, daß bei der Einstellung der Drehkeile auf $(\varphi + 90^0)$ die Strecke $OP' = PA'$ den Höhenunterschied darstellt, gemessen mit gleichem Maßstabe wie die Distanzen auf OA. Von dieser Eigenschaft hat der französische Konstrukteur M. Sanguet, Paris, schon vor ca. 40 Jahren Gebrauch gemacht.

Ferner ist noch allgemein zu sagen, daß alle Doppelbilder, welche durch halbkreisförmige, optische Mittel (inkl. zerschnittene Halblinsen) erzeugt werden, veränderliche persönliche Fehler in der Parallaxe von ca. 2 bis $3''$ aufweisen.

Diese Erscheinung kann darin begründet werden, daß die Lichtstrahlen für das obere und untere Bild in getrennten Büscheln die Hornhaut des Auges durchqueren, wobei Ungleichheiten in der letzteren die Bilder nochmals zusätzlich gegenseitig verschieben. Es scheint, daß der Astronom Lamont (Professor in München von 1827 bis ca. 1875) diesen Fehler entdeckt hat. Meines Wissens kann der genannte persönliche Fehler auf zwei Arten behoben werden. Eine Methode besteht darin, daß das Doppelbildprisma in Streifenform vor die Objektivmitte angeordnet wird, wie dies bei dem eingangs erwähnten nichtreduzierenden Doppelbild-Tachymeter Aregger-Kern geschieht; das verschobene Bild befindet sich zwischen zwei nicht verschobenen, wodurch die Augenfehler kompensiert werden. Eine andere Methode hat Fresnel (franz. Physiker und Optiker, 1788—1827) erfunden, welche darin besteht, daß die Lichtstrahlen im Okular ineinander geleitet werden und so

gemeinsam in das Auge eintreten. Diese Einrichtung wird weiter unten näher beschrieben werden.

Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß von allen oben angeführten und meines Wissens heute bekannten Reduktionsmitteln das Drehkeilpaar am zweckmäßigsten ist. Es ist deshalb bei dem in diesem Aufsatze näher beschriebenen reduzierenden Doppelbild-Tachymeter Kern zur Anwendung gekommen.

(Fortsetzung folgt.)

Berufsbild und Eignungsprüfung.

Von *W. Fisler.*

Vor mir liegen zwei Hefte, welche von ganz verschiedener Seite ein Problem behandeln, das gegenwärtig auch die Geometer interessiert. Das Problem heißt: Heranbildung eines tüchtigen Nachwuchses im Berufsleben. Es ist deswegen aktuell, weil im nächsten Jahre das Bundesgesetz über die berufliche Ausbildung in Kraft tritt, welches die Mitarbeit der Berufsverbände bei der Durchführung des Gesetzes in weitem Maße heranzieht. Der Schweiz. Geometer-Verein hat sich im vergangenen Jahre eingehend mit Bildungsfragen befaßt und wird auch weiterhin in dieser Richtung arbeiten. Heute handelt es sich aber bei der Heranbildung des Nachwuchses nicht mehr bloß darum, den jungen Mann möglichst gut in seinem Beruf auszubilden, sondern in erster Linie darum, ihn an den rechten Platz zu stellen, das heißt für ihn den richtigen Beruf zu wählen. Die Eignung für den Beruf ist die Grundlage für eine gute Ausbildung. Wo diese fehlt, da wird das beste Lehrprogramm und der beste Lehrmeister nur Unvollkommenes aus dem jungen Berufsanwärter herausholen können.

Nicht umsonst errichtet man überall Berufsberatungsstellen. Diese bemühen sich, den aus der Schule tretenden jungen Leuten bei der Wahl ihres Berufes zu helfen. Eine gute Berufsberatung setzt die genaue Kenntnis der verschiedenen Berufe voraus. Ferner muß sich der Berufsberater ganz in den Ratsuchenden hineinfühlen können, er muß ihn gewissermaßen von innen sehen; seine ganze Wesensart, aber auch seine geistigen und körperlichen Eigenschaften müssen dem Berater klar vor Augen liegen. Erst wenn diese beiden Grundlagen vorhanden sind, kann untersucht werden, in welchem Beruf sich die besondern Eigenschaften des jungen Menschen am besten auswirken. Dabei können natürlich seine Wünsche noch weitgehend berücksichtigt werden, da es immer eine ganze Anzahl Berufe gibt, welche ungefähr die gleichen Anforderungen stellen. Ferner können die vorhandenen Eigenschaften immer für verschiedene Berufe ausreichen.

Die zwei vor mir liegenden Hefte dienen der Berufsberatung. Das eine: Heft 8/9 der Zeitschrift „Berufsberatung und Berufsbildung", Organ des Schweiz. Verbandes für Berufsberatung und Lehrlingsfürsorge, Burgdorf, August/September 1931, enthält einen Aufsatz von