

Paper-ID: VGI_193706



Ein neues stereoskopisches Auswertegerät für Luftaufnahmen

Wilhelm Kern ¹

¹ *Abteilung für Photogrammetrie im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **35** (3), S. 47–55

1937

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Kern_VGI_193706,  
Title = {Ein neues stereoskopisches Auswertegerät f{\"u}r Luftaufnahmen},  
Author = {Kern, Wilhelm},  
Journal = {{{\"0}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {47--55},  
Number = {3},  
Year = {1937},  
Volume = {35}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

ORGAN

des

ÖSTERREICHISCHEN VEREINS FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Redaktion:

Hofrat Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. E. Doležal und o. ö. Professor Ing. Dr. H. Rohrer.

Nr. 3.

Baden bei Wien, im Juli 1937.

XXXV. Jahrg.

Ein neues stereoskopisches Auswertegerät für Luftaufnahmen.

Mitteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen — Photogrammetrische Abteilung.

Von Ing. Wilhelm Kern.

Ing. W. Kern, seit einem halben Jahre in der Abteilung für Photogrammetrie im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen tätig, schildert in folgenden Ausführungen einen einfachen, bequem transportablen Apparat nebst den Verfahren zur raschen raumphotogrammetrischen Luftbildauswertung jedwedem Gelände, eben und bergig, innerhalb nicht zu hoch gestellten Genauigkeitsgrenzen.

Die Raumbildauswertemaschine, die eine universelle Auswertung gestattet und die höchst erreichbare Genauigkeit gewährleistet, verlangt eine äußerst stabile Aufstellung, die nur in vermessungstechnischen Zentralstellen möglich ist.

Ein bequem zu transportierendes, wenn auch mäßige Genauigkeit bietendes Universalgerät besaßen wir bisher nicht; für ebenes Gelände verwerten militärische „Bildstellen“ zur Auswertung von Luftbildaufnahmen leicht transportable Entzerrungsgeräte — sogenannte „Koffergeräte“. Hingegen ist man gezwungen, bei bergigem Terrain zeitraubende und unvollständige Ergebnisse liefernde zeichnerische Methoden heranzuziehen.

Das Raumbildauswertungsgerät des Ing. Kern bietet zu den großen Auswertungs-
maschinen ein Gegenstück für universelle Verwendung bei leichter Transport-, rascher Aufstellungs- und Verwendungsmöglichkeit und wie die ersten Versuchsarbeiten zeigen, bei einer Genauigkeit, die militärischen und vielfachen topographischen Anforderungen genügen dürfte.

Nach den gemachten Probeversuchen kann der Kern'schen Konstruktion, die einem seit langem empfundenen Mangel abzuhelpfen berufen ist, ein gutes Prognostikon gestellt werden.
Die Redaktion.

Um das Prinzip des Gerätes ohne Weitläufigkeiten erklären zu können, wird vorderhand angenommen, daß die beiden Luftbilder B_1 und B_2 (Fig. 1) genau horizontal und aus gleicher Flughöhe h aufgenommen wurden. Dann sind, wie vom Normalfall der terrestrischen Photogrammetrie her be-

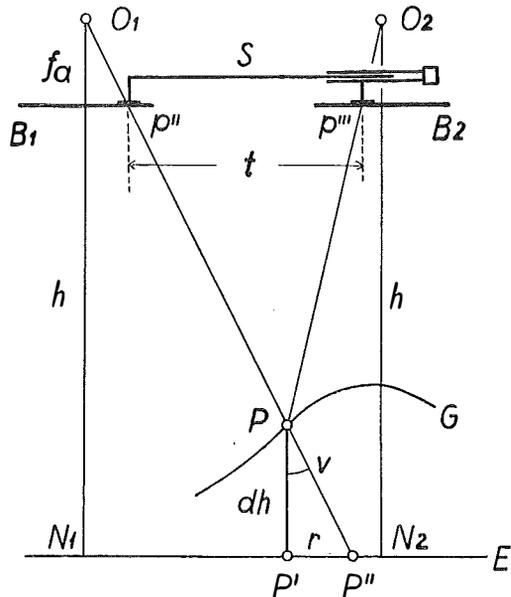


Fig. 1.

fläche bleibt, so wird durch den Zeichenstift Z die orthogonale Schichtenlinie im Kartenmaßstab m eingezeichnet.

Die Einstellung verschiedener Schichtenhöhen kann auch durch den Zeichentisch selbst (etwa mittels einer Fußscheibe) erfolgen. Der Bleistift kommt dann an die Stelle von P .

Das Gerät ist zum Unterschied von den bekannten Auswertegeräten bloß eine Korrekturereinrichtung, da es lediglich die Berichtigung der Schichtenlinie um $r = dh \cdot \tan \nu$ besorgt. An die Präzision seiner mechanischen Ausführung sind daher wenig Anforderungen zu stellen.

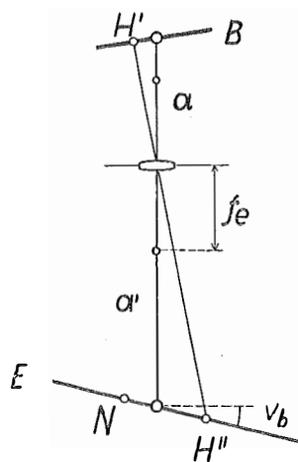
Derartige Auswertegeräte können sowohl für entzerrte als auch für geneigte Bilder gebaut werden. Der Zeitaufwand für die Auswertung dürfte für beide Möglichkeiten nicht sehr verschieden sein; bei Verwendung entzerrter Aufnahmen ist (bei einer Flugreihe) für jedes Raummodell ein Nadirpunkt zu bestimmen, dafür fällt aber die bekanntlich sehr langwierige gegenseitige und absolute Orientierung der Originalaufnahmen weg.

Die Entzerrung oder, wegen des nicht ebenen Geländes richtiger gesagt, die optische Horizontierung der Aufnahmen erfolgt in der Weise, daß man im Entzerrungsgerät die Bilder nicht auf die kartierten Paßpunkte P' selbst einpaßt, sondern auf die um $r = dh \frac{N_1 P'}{h - dh}$ radial verschobenen Projektionen P'' der gegebenen Paßpunkte auf die beliebig gewählte Entzerrungsebene E .

Die radiale Verschiebung r wird aus einer Vorrichtung (Fig. 3) mit einem Reduktionszirkel entnommen und vom kartierten Paßpunkt P' aus in Richtung zum Nadirpunkt aufgetragen. Damit erhält man den perspektivischen Paßpunkt P'' .

Durch Differenzierung der Gleichung für r wird ersichtlich, daß für hochgelegene Paßpunkte der Nadirpunkt N_1 ziemlich genau ermittelt werden muß. Seine Bestimmung kann in der Weise erfolgen, daß man nach Übertragung des Bildhauptpunktes in die Entzerrungsunterlage aus der genähert bekannten Flughöhe genäherte perspektive Paßpunkte P'' bestimmt. Auf diese erfolgt dann eine erste Einpassung. Bei mehr als vier Paßpunkten lassen sich die einzelnen P'' wegen ihrer fehlerhaften Lage nicht genau mit den entsprechenden Bildprojektionen zur Deckung bringen.

Auf Grund der am Entzerrungsgerät abgelesenen Daten (siehe Fig. 4) kann nun die Nadirdistanz ν' und die Flughöhe h der Aufnahme mit dem Rechenschieber berechnet und damit auch der Nadirpunkt kartiert werden, indem man von der Projektion H'' des Bildhauptpunktes aus senkrecht zur Kippachse des Projektionstisches $hm \cdot \tan \nu'$ aufträgt. Auf Grund des neuen Nadirpunktes und der genaueren Flughöhe werden nun neue P'' in zweiter



$$\sin \nu' = \frac{f_e \alpha}{f_e} \sin \nu_b$$

$$h \cdot m = \frac{\alpha'}{\alpha} f_e \cos \nu'$$

Fig. 4.

Näherung bestimmt. Wegen der raschen Konvergenz dieser Methode wird eine dritte Näherung nur bei sehr hoch gelegenen Paßpunkten notwendig sein.

Da eine Auswertung geschrumpfter Papierkopien kaum möglich ist, erfolgt die Entzerrung auf photographische Glasplatten, eventuell auch (bei Verzicht auf eine Durchleuchtungsvorrichtung) auf Correctostat.

Abgesehen vom Verzeichnungsfehler und Fehler bei der Bestimmung des Nadirpunktes und der perspektivischen Paßpunkte, bleibt als Fehlerquelle nur

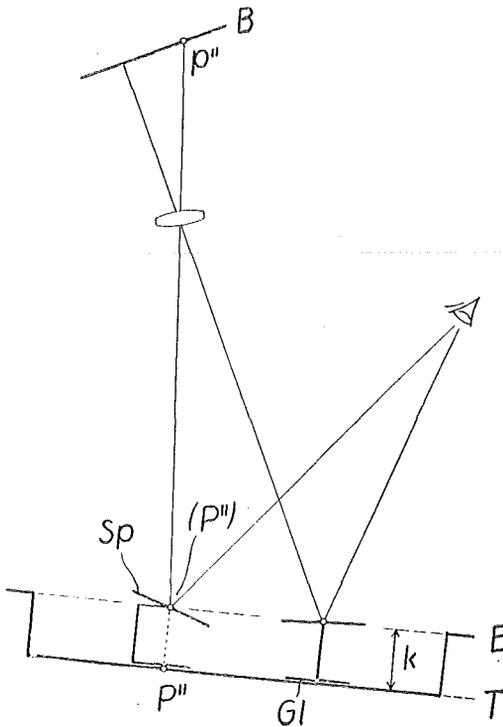


Fig. 4a.

mehr die Beobachtungsfehler beim Einpassen. Diese sind bei der üblichen Methode sehr groß (etwa $\pm 0.2 \text{ mm}$), da die Bildpunkte im diffusen Licht der Schirmprojektion trotz einwandfreier Scharfabbildung etwas verschwommen erscheinen. Ist beispielsweise ein Haus von Bäumen umgeben, so wird eine Einpassung auf den Hausgiebel oft gar nicht möglich sein, da der ganze Komplex als ein verschwommener Fleck erscheint. In der photographischen (entzerrten) Kopie jedoch sind die Bildpunkte wieder scharf erkennbar.

Es wurde daher ein Verfahren entwickelt, welches diese Unsicherheit völlig beseitigt.

Der Projektionstisch *E* des Entzerrungsgerätes wird um etwa $k = 2$ bis 5 cm tiefer gestellt (Fig. 4 a). Auf diesen Tisch *T* wird die Paßpunktunterlage aufgelegt. Ein kleiner kardanisch gelagerter Spiegel *Sp*, in dessen Kardanschnittpunkt sich eine Meßmarke (P'') befindet, sitzt auf einem Glasplättchen *Gl*, das mit kleinen Spitzen zum Aufdrücken in den (möglichst starken) Zeichenkarton versehen ist. Auf diesem Glasplättchen ist zentrisch unter (P'') eine Kreuzmarke angebracht, die auf den kartierten Paßpunkt P'' eingestellt wird. Derartige Spiegel werden auf jeden der gegebenen Paßpunkte aufgesetzt. Nun werden alle Spiegel so gekippt, daß der Beobachter durch Akkommodieren des Auges den Bildpunkt p'' subjektiv beobachten kann. Dadurch wird es möglich, p'' mit größter Genauigkeit auf die Meßmarke (P'') aufzusetzen. Da während der Einpassung die Lage der Paßpunktunterlage verändert wird, müssen die Spiegel nachgedreht werden, um das Lichtstrahlenbündel, dessen Durchmesser bei voller Blendenöffnung etwa 2 cm beträgt, wieder in das Auge des Beobachters zu lenken. Es wird daher manchmal vorteilhaft sein, zuerst eine genäherte Einpassung ohne Spiegel vorzunehmen. Nach der Einpassung werden die Spiegel entfernt, die lichtempfindliche Glasplatte auf ein kleines Tischchen in der Entzerrungsebene *E* aufgestellt und belichtet.

Da die Aufnahme der Bilder nicht aus gleicher Flughöhe erfolgte, werden die Bilder bei der Entzerrung verschieden stark vergrößert; die entzerrten Bilder haben daher nicht gleiche Brennweite, sondern ihre Brennweite f ist gleich der entsprechenden Flughöhe im Entzerrungsmaßstab m . Die Kurven gleicher Parallaxe sind daher nicht mehr Gerade (Schichtenebenen), sondern Hyperbeln (Zylinder), die aber nur in der Nähe der gemeinsamen Kernachse k Krümmungen aufweisen. (Fig. 5.) Der Fehler Δdh , der durch diese zylindrische Verbiegung der Schichtenebenen entsteht, ist in der Entzerrungsebene E und

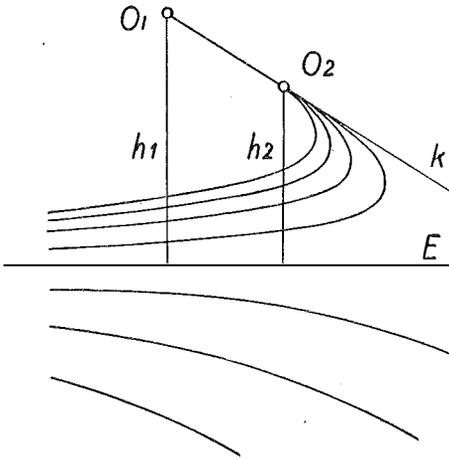


Fig. 5.

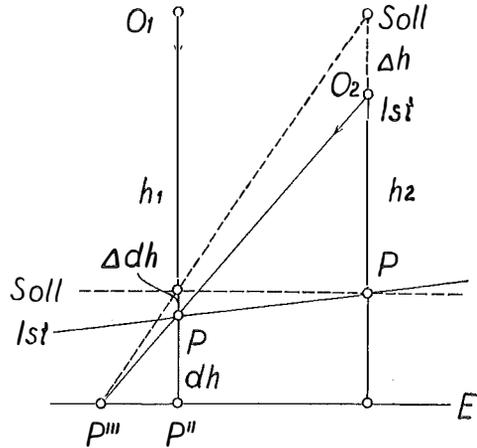


Fig. 6.

in der Ebene durch die „falsche“ Flughöhe h_2 (Fig. 6) gleich Null und erreicht im stereoskopischen Raum sein Maximum (praktisch) in der Ebene durch h_1 , und zwar $\Delta dh = \Delta h \frac{dh}{h}$. Da ein guter Bildflieger die Flughöhe auf $\Delta h = \pm 5 \text{ m}$ einhält, tritt dieser Fehler meist nicht zutage. Im übrigen kann er leicht durch eine Parallaxenkorrektur beseitigt werden, die entweder aus obiger Formel berechnet oder nach der weiter unten beschriebenen Methode der „Kurven gleicher Parallaxenverbesserung“ bestimmt wird.

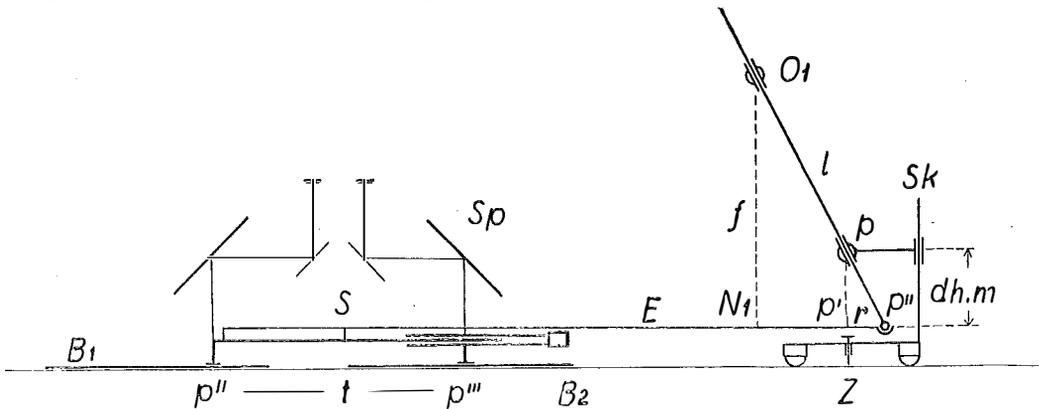
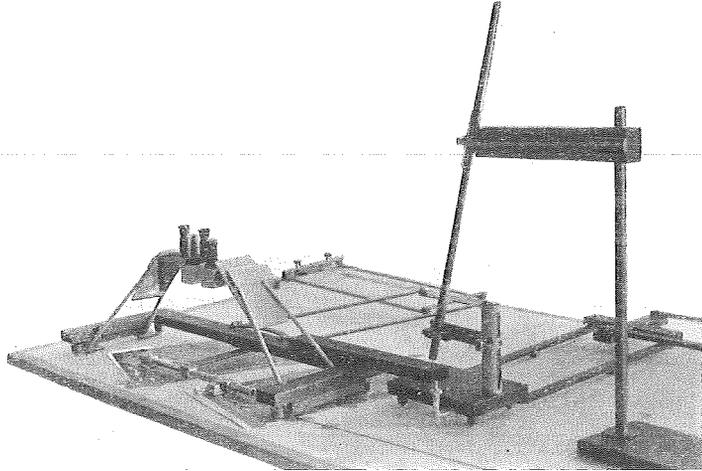


Fig. 7.

Fig. 7 und die Abbildung zeigen das Auswertegerät in einer Form, bei welcher die Auswertung im Maßstab der entzerrten Bilder B_1 und B_2 (genauer: im Maßstab der Entzerrungsebene E) erfolgt. Das Zeichenstereometer S ist durch den Arm E mit dem Kugelgelenk p'' verbunden und bewegt sich samt Spiegelstereoskop Sp mittels einer Parallelführung über die Bilder stets parallel zu sich selbst. Der Bleistift Z zeichnet die um $r = dh \cdot \tan v$ berichtigte Schichtenlinie durch den Geländepunkt p . Die Auswertung erfolgt von Hand aus durch Verschieben des Rahmens (siehe nachstehende Abbildung).

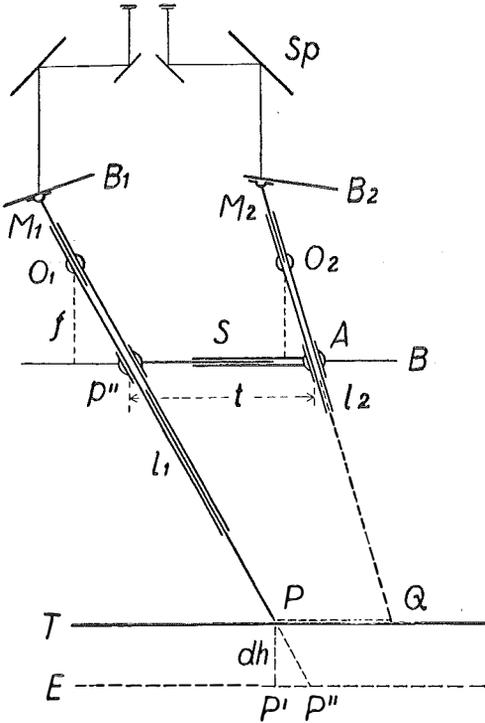


Die entzerrten Bilder werden entsprechend der Breite des Spiegelstereoskops in einem Abstand von etwa 25 cm in das Auswertegerät eingelegt und ihre mit Hilfe des Spiegelstereoskops übertragenen Nadirpunkte in eine Gerade ausgerichtet. Damit sind die Bilder gegenseitig (nach Kernstrahlen) orientiert und die Auswertung kann beginnen.

Der Zusammenhang zwischen Parallaxe dp und Geländehöhe dh geht aus Fig. 8 hervor; $dp = dh \cdot \tan v = dh \frac{b}{h - dh}$ oder umgekehrt $dh = dp \frac{h - dh}{b}$

Die Flughöhe h und die Flugbasis $b = (N_1 N_2)$ sind bereits bekannt. Die Bestimmung der Größen dp und dh könnte mit Hilfe der Vorrichtung in Fig. 3, erfolgen, indem an Stelle der Strecke $N_1 P'$ die Flugbasis eingestellt wird. Es ist jedoch wesentlich bequemer, an die Parallaxenschraube das Ende eines doppelarmigen Hebels anzubringen, der obige Streichungen auflöst und dessen zweiter Arm längs einer am Rahmen angebrachten Höhenskala gleitet. Die Drehachse des Hebels ist entsprechend der Flughöhe und Basis verstellbar. Man braucht sich also niemals um die Parallaxe zu kümmern, sondern dreht die Parallaxentrommel solange, bis der zweite Arm auf die gewünschte Seehöhe eingestellt ist. Um die Höhenskala zu justieren, wird die räumliche Meßmarke auf einen Paßpunkt eingestellt und die Höhenskala so lange verschoben, bis die gegebene Seehöhe des Paßpunktes mit dem Konius

schieben des rechten Bildes. Der Einfachheit halber sei die Parallaxensteuerung für die Ausführungsform nach Fig. 2 beschrieben. Der Strahl $O_2 N_1$ in Fig. 8 wird durch ein Lineal l' verkörpert, das an einer horizontalen Achse durch N_1 befestigt wird und durch die horizontale Achse O_2 gleitet. Das Gleitstück A ist unmittelbar mit dem rechten Bild gekuppelt. Wird nun N_1 um die Schichtenhöhe dh gehoben, so verschiebt A das rechte Bild um die entsprechende Parallaxe dp' . An die Präzision der mechanischen Durchführungsindaber große Anforderungen zu stellen.



Fi. 9.

Während bis hierher horizontierte Aufnahmen vorausgesetzt wurden, zeigt Fig. 9 das Prinzip eines Auswertegerätes für geneigte Aufnahmen. Die Perspektivitätszentren O_1 und O_2 der Bilder B_1 und B_2 befinden sich im Abstand f von der fingierten horizontalen Bildebene B . Die Horizontierung der Aufnahmen erfolgt hier durch die beiden Raumlenker l_1 und l_2 . An ihren Enden befinden sich die Meßmarken M_1 und M_2 , die durch das Spiegelstereoskop Sp beobachtet werden. Die Vorrichtung S dient zur Einstellung der Parallaxe. Der Zeichenstift kommt an die Stelle von P . Die Einstellung verschiedener Schichtenhöhen erfolgt durch Heben und Senken des Zeichentisches T mittels einer Fußscheibe.

Um ein Nachstellen der Okulare zu vermeiden und dem Beobachter ein bequemes Auswerten zu ermöglichen, müßte an Stelle des Spiegelstereoskops eine kompliziertere Beobachtungsvorrichtung mit einer anderen Anordnung der Meßmarken treten. Da das Gerät auch sonst ziemlich kompliziert wird, wäre seine Ausführung in dieser Form recht undankbar. Eine wesentliche Vereinfachung wird erst durch Einführung der erwähnten Parallaxensteuerung erzielt, da dann die Parallaxenmeßvorrichtung S samt B wegfällt und außerdem Fehlereinflüsse durch Flughöhenunterschiede ausgeschaltet werden. Der Raumlenker l_2 wird verlängert bis Q . Die Enden der Raumlenker l_1 und l_2 werden durch eine Basisbrücke PQ fest miteinander verbunden. $(PQ) = (O_1 O_2) - b$. Die Basisbrücke wird mit einer Parallelführung gekuppelt und — etwa von Hand aus — über den Zeichentisch geführt. Wie man sieht, hat das Auswertegerät damit bereits bekannte Formen erlangt. (Vgl. Restitutor von Santoni.)

Was die Genauigkeit betrifft, ist die Auswertung entzerrter Bilder der Auswertung der Originalaufnahmen fast ebenbürtig, wenn die Einpassung im

Entzerrungsgerät nach der Spiegelmethode erfolgte, die Nadirpunkte genau bestimmt wurden und der Bildflieger die Flughöhe gut eingehalten hat.

Die Berechnung des mittleren stereoskopischen Einstellfehlers mit dem Zeichenstereometer ergab $\Delta p = \pm 0.012$ bis ± 0.02 mm, was im Maßstab 1:12.500 einem mittleren Höhenfehler von rund ± 0.7 m entspricht.

Eine Probeauswertung mit dem abgebildeten Gerät im Maßstab 1:12.500 ergab gegenüber einer Planigraphenauswertung einen mittleren Lagefehler von ± 0.4 mm. Die Einpassung im Entzerrungsgerät erfolgte dabei noch nach der üblichen Methode. Dennoch war diese Auswertung genauer als die Auswertung desselben Gebietes mit dem Multiplex.

Es sei mir noch an dieser Stelle gestattet, Herrn Präsidenten Ing. Alfred G r o m a n n und Herrn Hofrat Ing. Karl L e g o für die weitgehende Unterstützung und Förderung meiner Versuche meinen tiefempfundenen Dank auszusprechen.

50 Jahre agrarische Operationen in Niederösterreich.

Von Agrarbaurat Ing. Josef P r o k s c h.

(Fortsetzung.)

Neben den Urhausbesitzern gab es in der Gemeinde noch andere ansässige Leute, die ke i n e n Anteil an der Agrargemeinschaft hatten. Das waren zunächst die Familienmitglieder, dann alle Mägde und Knechte, dann Zugewanderte, die Dorfhandwerker usw. Diese hießen: Häusler, Kleinhäusler, Inwohner, Inleut, Hintersassen. Alle diese Personen standen außerhalb der Agrargemeinschaft, sie hatten ke i n Nutzungsrecht an der ungeteilten Dorfmark.

Die Urhausbesitzer, bzw. Nachbarn trugen allein die Lasten der Gemeinde, sie allein regierten und repräsentierten, sie wurden als die alleinigen Mitglieder der Gemeinde von den Häuslern und auch von der Obrigkeit betrachtet. „Nachbarschaft“ und „Gemeinde“ waren zwei Worte für denselben Begriff, für den Begriff der alten Dorf-, bzw. Realgemeinde.

Nun kam der moderne Staat, der aus rein fiskalischen Gründen anfang, sich mit den Gemeinden zu beschäftigen. Er ließ Grund und Boden behufs Anlegung der Grundsteuer vermessen und schuf die Katastral- oder Steuergemeinde, deren territorialer Umfang in den meisten Fällen gleich der alten Realgemeinde war, deren Grenzen seit urvordenklichen Zeiten bekannt und unverändert waren und sich daher sehr bequem zur Begrenzung der neuen Steuergemeinden eigneten.

Grundstücke, die nicht im Eigentum einzelner waren, wurden einfach der Gemeinde zugeschrieben, wogegen niemand Einsprache erhob, da ja die Agrargemeinschaft, bzw. Nachbarschaft anerkanntermaßen zugleich die Gemeinde war und sich dadurch an den bisherigen Nutzungsverhältnissen nichts änderte.

Auch bei der später erfolgten Anlegung der Grundbücher stand man vor der äußerst schwierigen Aufgabe, höchst komplizierte Rechtsverhältnisse zu