

Paper-ID: VGI_196104



Beitrag zur Rationalisierung im Katasterwesen durch Einsatz von Projektoren

Leander Avanzini ¹

¹ *Innsbruck, Viktor-Dankl-Straße 9*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **49** (1), S. 16–26

1961

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Avanzini_VGI_196104,  
  Title = {Beitrag zur Rationalisierung im Katasterwesen durch Einsatz von  
    Projektoren},  
  Author = {Avanzini, Leander},  
  Journal = {{\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {16--26},  
  Number = {1},  
  Year = {1961},  
  Volume = {49}  
}
```



Beitrag zur Rationalisierung im Katasterwesen durch Einsatz von Projektoren

Von *Leander Avanzini*, Innsbruck

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

Die Arbeit beinhaltet einen Beitrag zur Rationalisierung im Katasterwesen durch Einsatz von Projektoren mit Vorrichtungen zur affinen Entzerrung der durch verschieden große Papiereingänge verursachten Verzerrungen bei der Einpassung großräumiger Kartierungen und Luftbilder in Katasterdarstellungen.

Allgemeines zur Einpassung

1. Die Eigenheiten der Meßtischmappe [1] und die Eigenschaften der Anbindepunkte verlangen zur Erreichung einer möglichst sicheren und wahrscheinlichen Einpassung viele Anbindepunkte. Zur Einpassung z. B. eines Polygonnetzes, das den Raum eines Mappenblattes oder eines großen Teiles davon bedeckt, sind je nach den mappentechnischen Gegebenheiten 100 bis 300 Anbindepunkte zweckmäßig, die sich auf das ganze Mappenblatt verteilen sollen. Dieser katastertechnischen Forderung steht bei der rechnerischen Einpassung nach der Technischen Anleitung [2] entgegen, daß der dafür notwendige Arbeitsaufwand, der mit der Anzahl der Anbindepunkte sehr stark ansteigt, so groß wird, daß er wirtschaftlich nur für Sonderfälle, nicht aber für die allgemeine Praxis tragbar erscheint. Dazu kommt noch der Nachteil, daß die übliche rechnerische Einpassung nur die meistens spärlich vorhandenen identen Eckpunkte der Grundstücke, aber nicht die häufig in großer Anzahl erfaßbaren identen Läuferpunkte als Anbindepunkte verwertet.

Optische Einpassung bei Grundteilungen

2. Während bei den Einpassungen der üblichen Grundteilungen mit optisch-mechanischen Hilfsmitteln [3], [4] in die Katasterdarstellung die Unterschiede der oft in der Ost-West- und Nord-Süd-Richtung der Meßtischblätter verschieden großen Papiereingänge in den meisten Fällen nur Bruchteile eines Millimeters betragen und daher vernachlässigt oder näherungsweise durch Kippung der Projektionsebene ausgeglichen werden können, ist ein solcher Vorgang bei großräumigen Kartierungen nicht mehr vertretbar.

Rationalisierung der Einpassungen

3. Um den in 1. aufgezeigten großen Arbeitsaufwand bei der rechnerischen Einpassung großer Kartierungen beachtlich, unter Steigerung der Qualität der Einpassungen sogar auf mehr als den zehnten Teil herabsetzen zu können und zugleich den Vorgang der Einpassungen übersichtlicher zu gestalten, hat der Verfasser nachstehend abgebildete Projektoren mit einer Vorrichtung zur Entzerrung der durch verschieden große Papiereingänge verursachten Darstellungsverzerrung entwickelt und gebaut bzw. umgebaut.

Beschreibung des Projektors mit Vorrichtung zur Entzerrung in einer Richtung für Projektionen im Maßstab $1 : 1 \pm 0,02$

4. Der in Abb. 1 dargestellte Projektor ist ein selbstangefertigtes Spezialgerät, um Projektionen in der Größe eines Meßtischblattes im Maßstab $1 : 1$ und durch

Papiereingänge geringfügig verändertem Maßstab auf einfache Art und ohne umständliche Verstellung der Optik durchzuführen. Mit Hilfe einer an das Objektiv angeschlossenen Vorrichtung können die projizierten Bilder in einer Richtung gedehnt oder zusammengedrückt werden.

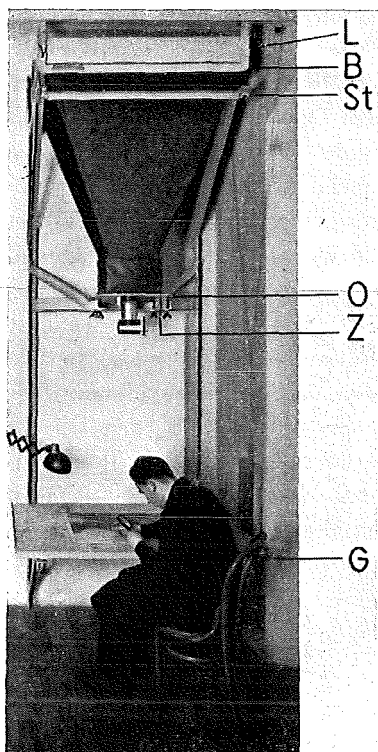


Abb. 1

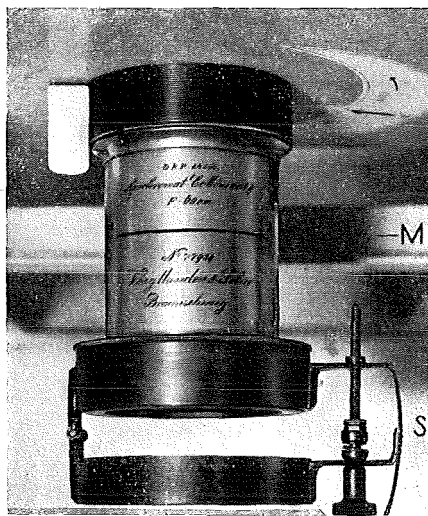


Abb. 2

a) Abb. 1 zeigt den vertikal aufgestellten Projektor mit vertikaler optischer Achse und einer an das Objektiv angeschlossenen Vorrichtung zur Entzerrung der durch verschieden großen Papiereingänge in einer Richtung verzerrten Darstellung.

b) Zwei nur an der Wand befestigte Winkeleisen tragen den von ihr senkrecht abstehenden Träger der Bildebene B , der Stahlplatte O mit dem Objektiv und der Projektionsebene G . Die Bildebene liegt horizontal zwischen zwei planen Kristallglasplatten im Ausmaße von je $100 \times 72 \times 0,7$ cm, die in einem Winkeleisenrahmen lagern. Darüber befindet sich ein prismatischer Blechkasten, der die Beleuchtungsanlage L , bestehend aus zehn nebeneinandergereihten aktinischen Philips-Leuchtstoffröhren TL 25 W/5 mit den Vorschaltgeräten für 220 V enthält. Die Beleuchtungsanlage wird nach unten von der oberen frei hängenden Kristallglasplatte abgeschlossen und kann mit dem Blechkasten mit Hilfe eines über Rollen laufenden Seilzuges mit Gegengewicht von der Bildebene abgehoben werden.

c) Das in den Abb. 1 und 2 wiedergegebene Objektiv ist ein Voigtländer Apochromat-Collinear mit der Brennweite $f = 60$ cm und dem Blendenöffnungsverhältnis

nis. 1 : 9. Für Projektionen im Maßstab 1 : 1 in der Größe eines Meßtischblattes ist es mit einer Genauigkeit von 0,05 mm zeichnungsfrei. Es ist mit einem 70 mm hohen Feingewindestutzen in eine Stahlplatte eingeschraubt und längs der optischen Achse verstellbar. Das Maß der Verstellung kann mit Hilfe zweier Skalen gemessen werden. An der Unterseite des Objektivs ist die Vorrichtung *S* zur Entzerrung der durch verschiedenen große Papiereingänge verursachten Darstellungsverzerrungen angebracht.

d) Diese Vorrichtung (Abb. 3) besteht im wesentlichen aus zwei gleichen, kreisrunden optischen Keilen nach *Amici* [5] mit einem Durchmesser von 110 mm und einem Keilwinkel $\alpha = 50^\circ$. Die Keile wurden aus der Glassorte BAK 4 der Jenaer Glaswerke Schott & Gen. in Mainz mit dem Brechungsindex $n = 1,5688$ von den Werken Swarovski-Optik in Absam (Tirol) gefertigt und kostenlos zur Verfügung gestellt. Deshalb und aus konstruktiven Gründen wurden Keile und nicht andere optische Hilfsmittel, wie Zylinderlinsen, geteilte Linsen oder Zylinderflächenspiegel, verwendet. Die gegenseitige Neigung der Keile ist veränderlich. Jeder Keil ist in einem Metallzylinder gelagert. Diese Zylinder sind durch ein Gelenk und durch eine Schraube mit Mutter und Gegenfeder so verbunden, daß die Neigungsänderung der Keile gemessen werden kann. Der obere Metallzylinder ist mittels einer Überwurfmutter am unteren Rand des Objektivs so angeordnet, daß die Vorrichtung um die optische Achse drehbar, verstellbar und feststellbar ist. Die Oberfläche der Projektionstischebene *G* ist die Gegenstandsebene. Sie hat das Ausmaß 130×90 cm.

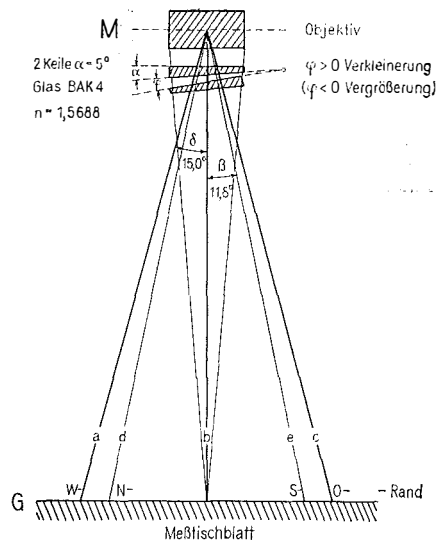


Abb. 3

e) Der Winkeleisenrahmen, worin sich die Bildebene *B* und die zur optischen Achse senkrecht stehende Stahlplatte *O* befinden, in die der Gewindestutzen der Optik eingeschraubt ist, sowie die Projektionstischebene *G* sind durch je vier Stützschaubenelemente *St* von den Trägern aus im Raum in je zwei Richtungen kippbar und längs der optischen Achse verstellbar. Die Horizontalstellung der Ebenen *B*, *O* und *G* wird mit je zwei Meßtischlibellen erreicht und mit je zwei von den Trägern ausgehenden Zugschrauben *Z* stabilisiert.

Justierung und Prüfung des Projektors und der Vorrichtung zur einseitigen Entzerrung

5. a) Nach der Stahlplatte O werden die Bildebene B und die Projektionstischebene G im Abstand der doppelten Brennweite, so genau als dies nach den Angaben der Brennweite f möglich ist, horizontal, also senkrecht zur optischen Achse, eingerichtet. Die doppelte Brennweite wird von der Mittelebene M aus gemessen.

b) Die Feinjustierung des Projektors wird mittels Prüfplatten durchgeführt. Als Prüfplatten werden zweckmäßig eine Glasplatte Tg und ein Zeichenblatt Ts , das mit einer 0,75 mm dicken Aluminiumfolieneinlage in der Größe 62×75 cm verbunden ist, verwendet, auf denen Marken angeordnet sind. Es ist vorteilhaft, die Gitternetzmarken der einen Prüfplatte als dünne Kreuze mit einer Balkenlänge von 1 mm und die der anderen als dünne zentrische Kreise mit einem Radius von 1 mm auszubilden. Solche auf der Unterseite der Glasplatte befindlichen Gitternetzmarken können mit denen des Zeichenblattes mit einer Genauigkeit von $\pm 0,05$ mm zur Deckung gebracht werden.

c) Die Testplatte aus Glas Tg wird mit den Gitternetzmarken auf die Bildebene B gelegt und die Beleuchtungsanlage mit Hilfe des Seilzuges herabgesenkt. Die an der Beleuchtungsanlage freihängend angeordnete Kristallglasplatte liegt auf der Testplatte auf. Die Testplatte Ts befindet sich auf der Projektionstischebene G .

d) Unter Beachtung der Folgerungen aus der Linsengleichung [5] $\frac{1}{b} + \frac{1}{g} = \frac{1}{f}$ und der *Scheimpflug*-Bedingung [6] über die Scharfeinstellung, gemäß der sich die Bildebene B , die Mittelebene M der Optik und die Gegenstandsebene G in einer Geraden schneiden müssen, wird das von der Bildebene aus projizierte Bild der Gitternetzmarken der Testplatte Tg mit den Gitternetzmarken der auf der Projektionstischebene liegenden Testplatte Ts in Übereinstimmung gebracht. Die Mittelebene M stellt eine Ersatzebene der zwei Hauptebenen des Objektivs dar [6]. In der Linsengleichung bedeuten b die Bild-, g die Gegenstands- und f die Brennweite. Bei diesem Projektor mit vertikaler optischer Achse sind im Normalfall die Bildebene B , die Mittelebene M und die Projektionstischebene G horizontal und schneiden sich im Unendlichen. Die Scharfeinstellung und die Übereinstimmung der projizierten Gitternetzmarken der Testplatte Tg mit denen der Testplatte Ts auf der Gegenstandsebene G werden zur Ermittlung des Optimums an erreichbarer Schärfe und Übereinstimmung durch geringfügige Veränderung der Bild- und Gegenstandsweite bewirkt. Nach Erreichen der Scharfeinstellung und der Übereinstimmung mit der vorher angegebenen Genauigkeit wird die Stellung der Bildebene und der Projektionstischebene mittels der von den Trägern ausgehenden Zugschrauben festgehalten.

e) Veränderungen im Maßstabe der Projektion bis zu 2% durch auftretende Papiereingänge können, wie die nachstehend angeführten Berechnungen und Untersuchungen zeigen, innerhalb der Summe der Bild- und Gegenstandsweite $b + g$ für die Einstellung im Maßstab 1 : 1 lediglich durch Änderung der Stellung des Objektivs längs seiner optischen Achse bewirkt werden, ohne an der Schärfe des projizierten Bildes eine störende Einbuße zu erleiden.

Die Berechnungen ergaben nach *Jordan* [7] mit $b = f + \frac{s \cdot f}{t}$ bzw. $g = f + \frac{t \cdot f}{s}$, wobei s die Bild- und t die Gegenstandsgröße bedeuten, in Zentimetern:

Papierengang Papierausgang	b	g	$b + g$
+ 2,0%	121,224	118,800	240,024
+ 1,5%	120,914	119,100	240,014
+ 1,0%	120,606	119,400	240,006
+ 0,5%	120,302	119,700	240,002
0,0%	120,000	120,000	240,000
- 0,5%	119,702	120,300	240,002
- 1,0%	119,406	120,600	240,006
- 1,5%	119,114	120,900	240,014
- 2,0%	118,824	121,200	240,024

Daraus ist ersichtlich, daß die Summe der Bild- und Gegenstandsweite in dem üblichen Bereich bis zu $\pm 1,5\%$ linearem Papierengang höchstens um 0,14 mm von der Einstellung für den Maßstab 1 : 1 abweicht. Die durch Papiergänge verursachten Maßstabsänderungen können demnach ohne Änderung der Stellung der Bild- bzw. Gegenstandsebene durch geringfügige Verdrehungen des Gewindestützens bewerkstelligt werden. Diese Verdrehungen sind einfach auszuführen und ermöglichen nicht nur eine sehr genaue Übereinstimmung der projizierten Bilder mit den Darstellungen in der Gegenstandsebene, sondern auch eine sehr genaue Wiederholung des Vorganges, wenn die Einstellungen vorgemerkt werden.

f) Die Justierung der Vorrichtung zur einseitigen Entzerrung wird ebenfalls mit Hilfe der beiden Prüfplatten Tg und Ts vorgenommen. Die durch Einschaltung der beiden Keile in den Strahlengang verursachte Änderung in der Scharfeinstellung und im Maßstabe der projizierten Bilder kann auch durch die Verstellung des Objektivs längs seiner optischen Achse ohne störende Unschärfe beseitigt werden. Auch diese Stellung, die als Ausgangsstellung des Objektivs bei Verwendung der Keile anzusehen ist, wird durch Marken festgelegt. Bei der Lagerung der beiden Keile in ihren Metallzylindern wurde darauf geachtet, daß die Keilflächen bis auf wenige Bogenminuten genau parallel zur Drehachse des Gelenkes sind und die Innenflächen beider Keile miteinander den Einstellwinkel φ bilden. Es ist zweckmäßig, Marken anzuordnen, die die Richtung der Entzerrung, die senkrecht zu den beiden Keilschneiden erfolgt, mit gleicher Genauigkeit kennzeichnen. Da die Richtung der Entzerrung nicht nur von den beiden Keilen, sondern auch von der Stellung des Bildes und des Gegenstandes abhängt, wurden die Lagen der Blattecken auf der Bildebene und des Gegenstandes, hier eines Meßtischblattes, auf der Projektionsebene angemerkt.

Stehen die Keilinnenflächen und auch die Keilaußenflächen zueinander parallel, so ist $\varphi = 0$ und die beiden Keile bewirken keine Verzerrung. Die dem Objektiv am nächsten liegende Keilfläche kann, aber muß nicht senkrecht zur optischen Achse sein. Die Nullstellung der Keile wird durch eine Marke kenntlich gemacht. Abb. 3 zeigt noch, daß die Strahlenbüschel a und c , die zum westlichen bzw. öst-

lichen Sektionsrand eines Meßtischblattes gehen, mit dem Zentralstrahlenbüschel b den Winkel $\delta = 15,00$ und die Strahlenbüschel d und e , die zum nördlichen bzw. südlichen Sektionsrand gerichtet sind, den Winkel $\beta = 11,80$ einschließen.

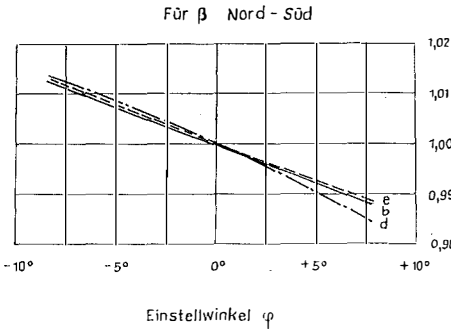


Abb. 4

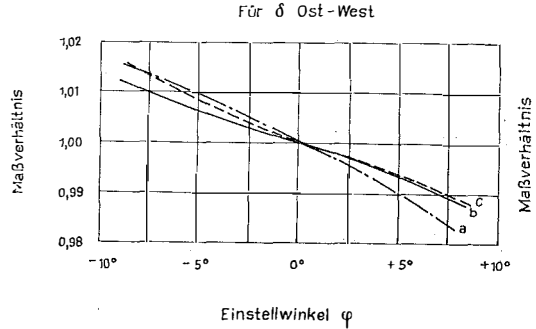


Abb. 5

g) Die in den Abb. 4 und 5 enthaltenen Diagramme wurden von Universitätsdozenten *Dr. Harald Fischer* der Swarovski-Optik berechnet. Sie zeigen die von den einzelnen Strahlenbüscheln bewirkten Projektionsmaßstäbe. Abb. 4 bringt das Diagramm für die Entzerrung in der NS-Richtung bezogen auf die Längeneinheit.

Vergrößerung $\varphi < 0$ Verkleinerung $\varphi > 0$	d	b	e	$d-b$	$e-b$
- 7,50	1,0123	1,0109	1,0124	+ 0,0014	+ 0,0015
- 5,00	1,0084	1,0072	1,0080	+ 0,0012	+ 0,0008
0,00	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
+ 5,00	0,9915	0,9926	0,9926	- 0,0011	0,0000
+ 7,50	0,9851	0,9887	0,9881	- 0,0036	- 0,0006

Abb. 5 stellt das Diagramm für eine Verzerrung in der OW-Richtung eines Meßtischblattes dar.

Da die Unterschiede in den linearen Papiereingängen der Meßtischblätter in beiden Richtungen in den meisten Fällen 0,5% nicht überschreiten, die Berechnungen aber für wesentlich größere Werte erfolgten, sind zur Ermittlung der benötigten Werte Interpolationen notwendig.

Die Tabelle und die Diagramme der Abb. 4 und 5 ergeben sonach für den erforderlichen Bereich, daß Verkleinerungen günstiger sind als Vergrößerungen, die Gleichmäßigkeit der Entzerrung mit abnehmendem Winkel φ wächst, und es daher günstiger ist, die Meßtischblätter in der NS-Richtung zu entzerren. Aus der Tabelle kann ferner entnommen werden, daß im praktisch auftretenden Bereich bei Verkleinerungen überhaupt keine Abweichungen des Projektionsmaßstabes des Achsenstrahlenbüschels gegenüber den Strahlenbüscheln d und e feststellbar sind und sich bei Dehnungen nicht mehr als 0,0004, das sind etwa 0,2 mm auf der Mappe, ergeben.

Graphische Prüfung der Abbildungstreue nach Einschaltung der Keile

6. Es ist bekannt, daß in den Strahlengang nach dem Objektiv eingeschaltete

Glasprismen vom Keilwinkel und seiner Lage abhängige Verzeichnungen der Abbildungen verursachen [10]. Diese Verzeichnungen können insbesondere durch die Wahl kleiner Keilwinkel, wie nachfolgende graphische Prüfung der Abbildungstreue zeigt, in solchen Grenzen gehalten werden, daß sie kleiner als die Zeichengenauigkeit bleiben.

Die Prüfung wurde mit zwei gleich großen Gitternetzen in der Größe der Mapenblätter vorgenommen. Die Gitter hatten den Linienabstand 5 cm. Ein Gitternetz war auf durchsichtiger, maßhaltender Unterlage und das andere auf einem Zeichenblatt aufgetragen. Das Gitternetz auf durchsichtiger Unterlage wurde zuerst in der Nullstellung der Keile und dann mit den Verschwenkungen für Vergrößerung und Verkleinerung um ein halbes Prozent auf das Zeichenblatt projiziert. Es konnte festgestellt werden, daß die Gitterlinien für den zu erfüllenden Zweck ohne störende Verzeichnungen abgebildet werden und die Abstände an den Rändern von denen in der Mittellinie ebenfalls nicht störend abweichen. Daher wurden die folgenden Messungen nur in der Mittellinie und vom Mittelpunkt des projizierten Bildes aus nach den vier Himmelsrichtungen durchgeführt. Die graphische Prüfung entspricht somit dem Gang der Berechnungen gemäß der Tabelle in 5. g). Für die Gitterabstände 125, 225, 325 und 100, 200, 250 mm wurden die Vergrößerungen und Verkleinerungen um 0,5 % berechnet und auf dem Zeichenblatt kartiert. Dann wurden die Keile so verschwenkt, daß die jeweils äußeren Gitterlinien mit den jeweils äußeren kartierten Punkten übereinstimmten. Die anderen projizierten, dazwischen liegenden Gitterlinien zeigten nachfolgende durch Messungen mit Abschiebedreiecken festgestellte Istwerte gegenüber den gerechneten Sollwerten in Millimeter.

Richtung	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist
W	125,0	125,1	225,0	224,9	325,0	325,0
O	125,0	124,9	225,0	224,9	325,0	325,0
W + 0,5%	125,6	125,7	226,1	226,1	326,6	326,6
O + 0,5%	125,6	125,5	226,1	226,0	326,6	326,6
W - 0,5%	124,4	124,3	223,9	223,8	323,4	323,4
O - 0,5%	124,4	124,3	223,9	223,7	323,4	323,4
N	100,0	99,8	200,0	199,9	250,0	250,0
S	100,0	99,8	200,0	200,1	250,0	250,0
N + 0,5%	100,5	100,7	201,0	200,9	251,2	251,3
S + 0,5%	100,5	100,3	201,0	200,8	251,2	251,3
N - 0,5%	99,5	99,4	199,0	198,9	248,8	248,7
S - 0,5%	99,5	99,6	199,0	198,8	248,8	248,7

Der Vergleich zeigt, daß die Vorrichtung eine einseitige, affine Entzerrung für die in Frage kommenden Prozentsätze mit der ausreichenden Genauigkeit von $\pm 0,2$ mm im ganzen Bereich des Meßtischblattes sowohl in der OW- als auch in der NS-Richtung gleichmäßig vornimmt.

Projektor für Vergrößerungen und Verkleinerungen von 3 : 1 bis 1 : 3

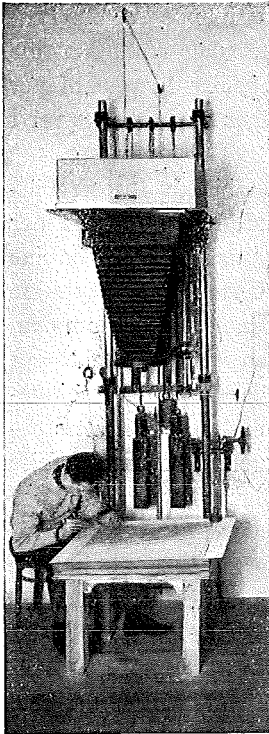


Abb. 6

7. a) Abb. 6 zeigt einen Projektor mit vertikaler optischer Achse, dessen Abstände der Bildebene und des Objektivs von der Projektionstischiebene so verändert werden können, daß Vergrößerungen je nach der verwendeten Optik im Verhältnis bis 3 : 1 und Verkleinerungen im Verhältnis bis 1 : 3 möglich sind. Die in Punkt 4. d) beschriebene Vorrichtung zur einseitigen Entzerrung kann an die Objektive dieses Gerätes angeschlossen werden. Die Konstruktion des Projektors wurde so wie beim vorher beschriebenen Gerät unter Beachtung der dort erwähnten optischen Bedingungen durchgeführt. Dieser Projektor wird unter anderem hauptsächlich für nachfolgend angeführte Arbeiten verwendet.

b) für die Einpassung von Kartierungen auf durchsichtigen Unterlagen im Maßstab 1 : 500 bzw. 1 : 1000 in die Meßtischmappe 1 : 2880.

c) Zur Herstellung von Vergrößerungen von Darstellungen auf durchsichtigen Unterlagen, wie Kartierungen oder Mutterpausen, im Maßstab 1 : 2880 auf 1 : 1000 oder 1 : 500 durch Nachzeichnen der Projektionen oder durch photographische Verfahren.

d) Durchführung des Vergleiches wenig gekippter Luftbilder mit den Darstellungen in den Mappen und Einkizzierung der festgestellten Veränderungen.

e) Durchführung einzelner, besonders günstig gelagerter Fälle optischer Einpassungen von wenig gekippten Luftbildern in die Mappendarstellungen.

Kartierung

8. Die Kartierung der überwiegend in Gauß-Krüger-Koordinaten vorliegenden 1123 Aufnahmepunkte, die sich auf den ganzen Raum des Meßtischblattes verteilen, wurde mit einem rechtwinkeligen Koordinatographen im Maßstab 1 : 2880 ohne Berücksichtigung des Papiereinganges auf einer möglichst maßhaltenden, durchsichtigen Unterlage ausgeführt.

Vorgang bei der optischen Einpassung

9. Die Arbeiten anlässlich der optischen Einpassung wurden der Reihe nach durchgeführt:

a) Näherungsweise wurden mit dem Blatteingangslineal die Papiereingänge 1,2 bzw. 0,8% in der OW- bzw. NS-Richtung sowohl des Original-Meßtischblattes als auch des im Gebrauch befindlichen Fortführungs-Mappenblattes ermittelt und bei beiden Blättern in der OW-Richtung um 0,4% größere Papiereingänge als in der NS-Richtung festgestellt. Die Blatteingangsdifferenz betrug demnach über 2,5 mm, das sind etwa 7,2m in der OW-Richtung, und durfte nicht mehr vernachlässigt werden.

b) Mit Hilfe der Marken wurde der Gewindestutzen des Objektivs für eine Ver-

kleinerung um 1,2% eingestellt und die in 8. beschriebene Kartierung auf durchsichtiger Unterlage unter Beachtung der Randmarken in die Bildebene eingelegt. Die zuerst im Original-Meßtischblatt und dann in der Fortführungsmappe auf der Projektionstischebene vorläufig durchgeführte Einpassung zeigte, daß nicht nur die Sektionsränder, sondern auch die Grundstückdarstellungen beider Mappenblätter — durch die Papiereingangsunterschiede verursacht — in einer Richtung verzerrt waren.

c) Daher wurde die Vorrichtung mit den Keilen an das Objektiv für die Entzerrung in der NS-Richtung angeschraubt und der Gewindestutzen mittels der Marken vorerst für eine Verkleinerung um 1,2% und die Neigung der Keile für eine Vergrößerung um 0,4% eingestellt. Um die Identität der kartierten Anbindepunkte zu prüfen, wurde die Einpassung zuerst auf dem Originalmappenblatt vorgenommen, indem die Untersuchung der Übereinstimmung der projizierten Anbindepunkte mit denen der Mappendarstellung bei den am weitesten auseinanderliegenden Anbindepunkten in der Nähe der Sektionsränder begonnen und in der Mitte des Blattes beendet worden ist. Die Projektionsmaßstäbe wurden in der bereits bekannten Weise mit Hilfe des Gewindestutzens und der Neigung der Keile solange um geringfügige Werte verändert, bis insbesondere die großen Abweichungen weitgehend beseitigt waren und bei den meisten Abweichungen ein Wechsel des Vorzeichens unmittelbar bevorstand. Von den 434 mitkartierten Anbindepunkten konnten im Originalmappenblatt nur 160 verwendet werden. Die übrigen wurden ausgeschieden, weil sie erst nachträglich durch die Fortführung der Mappe entstanden sind oder außerordentlich große Abweichungen zeigten. Damit die bereits in der Originalmappe erreichte Einpassung auf das Fortführungsmappenblatt übertragen werden konnte, wurde eine Reihe Anbindepunkte, die sich auf das Originalmappenblatt verteilen und dort besonders gut übereinstimmten, vorgemerkt und der Einpassungsvorgang mit ihnen im Fortführungsmappenblatt wiederholt und so ergänzt, daß er unter Beachtung der Grundsätze der Ausgleichsrechnung durchgeführt wurde. Dazu wurden folgende Voraussetzungen getroffen.

d) Die Darstellung auf dem Originalmappenblatt zeigt landwirtschaftlich genutzte Grundstücke und Häuser in einer aufgelockerten Bauweise in einem sonst übersichtlichen Gelände. Es durfte daher angenommen werden, daß auch die Häuser, wenn man von der bekannten Unsicherheit der Dachvorsprünge absieht, mit gleicher Genauigkeit wie die übrigen Grundstücke vermessen worden sind.

e) Die Genauigkeit, mit der also seinerzeit alle Punkte, somit auch die Anbindepunkte, vermessen worden sind, dürfte gleich sein. Die Einführung von Gewichten bei der Ausgleichung der Einpassung ist in diesem Falle mit der Einschränkung nicht notwendig, daß die Hausecken eines Hauses nur im Zusammenhang unter Beachtung der etwa vorhandenen Dachvorsprünge zur Einpassung verwendet werden.

f) Obwohl die Lage der Anbindepunkte sicherlich auch mit regelmäßigen Fehlern behaftet ist, deren Größe und Wirkungsweise aber nicht ohne weiteres festgestellt werden konnte, wurde, weil das Auftreten der Fehler willkürlich erschien, ein so starkes Überwiegen der unregelmäßigen Fehler angenommen, daß sie hier gemeinsam als unregelmäßig behandelt werden dürfen.

g) Die günstigste Einpassung der Projektion wurde mit Hilfe einer vorläufigen

Einpassung durchgeführt, indem die vorläufigen Abweichungen v_x' und v_y' der Anbindepunkte der Mappe von den projizierten Punkten in der Richtung der Koordinatenachsen gemessen wurden. Nach Bildung der Summen der vorläufigen Abweichungen v_x' und v_y' wurden unter Bedachtnahme auf die Bedingungen, wonach die Quadratsumme der Abweichungen ein Minimum und damit diese Summen gleich null sein sollen, die endgültigen Abweichungen v_x und v_y berechnet. Nachdem bei einigen markanten und zweckmäßig gelegenen Anbindepunkten $v_x = v_x' + \Delta x$ und $v_y = v_y' + \Delta y$ in der Mappe aufgetragen worden waren, wurde die Lage des Mappenblattes und, wenn erforderlich, auch der Projektionsmaßstab geringfügig so geändert, daß die projizierten Anbindepunkte gegenüber denen in der Mappe nur diese Verbesserungen aufwiesen. Aus den vorläufigen v_x' und v_y' können außer den endgültigen Abweichungen v_x und v_y eine etwa erforderliche geringfügige Änderung des Projektionsmaßstabes und Verdrehung berechnet werden. Auch die Läuferpunkte können unter Beachtung ihrer senkrechten Abweichung vom Grenzverlauf sowohl zur Ermittlung der günstigsten Einpassung als auch des günstigsten Projektionsmaßstabes herangezogen werden [11]. Es wird betont, daß die Einbeziehung der meistens zahlreich auftretenden Läuferpunkte bei der Einpassung sehr wichtig ist. Da die Lage der Einpassung nicht nur von den obigen rechnerischen Bedingungen, sondern auch von der Anzahl, Verteilung und Verlässlichkeit der einbezogenen Anbindepunkte abhängig ist, kann man sich bei der Ermittlung der Abweichungen v_x' und v_y' anstatt der Messung der Schätzung bedienen.

h) Die Einzeichnung der zu pikierenden Punkte wurde mit den Blattecken und Gitternetzpunkten begonnen.

Genauigkeit der Nadelung entspricht der Kartiergenauigkeit

10. Die Genauigkeit der Pikierung oder Nadelung der eingepaßten Punkte wurde ermittelt, indem 100 Punkte, deren Koordinaten bekannt waren, mit einem Gitternetz auf durchsichtiger Unterlage kartiert, auf ein Zeichenblatt projiziert und pikiert wurden. Die Ausmessung der Koordinaten der so pikierten Punkte erfolgte mittels Abschiebedreiecke in bezug auf die Gitterlinien. Der Vergleich der so ermittelten Istwerte mit den Sollwerten hat einen Lagefehler von $\pm 0,1$ mm ergeben, der dem unvermeidlichen Kartierfehler entspricht. Durch eine gewissenhaft durchgeführte Nadelung werden demnach keine über die sonst üblichen Kartierfehler hinausgehenden Lagefehler verursacht.

Genauigkeit der Einzeichnung gegenüber den Anbindepunkten

11. a) Der mittlere Fehler [9], das ist die mittlere Abweichung eines Anbindepunktes von der über das ganze Mappenblatt homogen durchgeführten Einzeichnung, beträgt bei Verwendung der 160 über das ganze Mappenblatt verteilten Anbindepunkte

$$m_{160} = \sqrt{\frac{[v_x^2] + [v_y^2]}{160 - 2}} = \pm 1,05 \text{ m.}$$

Die auf dem ganzen Mappenblatt homogen eingezeichneten Gitternetz- oder Kreuzmarken, Polygon- und Aufnahmepunkte stehen demnach mit einem mittleren Fehler von $\pm 1,05$ m der übrigen originalen Grundstücksdarstellung gegenüber.

Die Einbeziehung der vielen Läuferpunkte in die Einpassung und Ausgleichung würde wahrscheinlich einen noch günstigeren mittleren Fehler ergeben, weil in der Praxis häufig festgestellt werden kann, daß die Lage der Läuferpunkte verhältnismäßig genau ist [11].

b) Der mittlere Fehler der günstigsten Einpassung, also der Einzeichnung beträgt $M_{160} = \frac{m_{160}}{\sqrt{160}} = \pm 0,08$ m. Auf Grund der vielen Anbindepunkte ist die

Genauigkeit der Lage der Einpassung beachtlich groß. Dabei ist erwähnenswert, daß nachträglich durchgeführte Messungen und Berechnungen der günstigsten Einpassungen ergeben haben, daß Einpassungen, die von mit der Einpassung großer Räume vertrauten Bearbeitern unter Verwendung vieler Anbindepunkte durch gewissenhafte Schätzung der v_x' und v_y' oder direkt nach Schätzung der Einpassung selbst vorgenommen worden sind, nur um 0,1 bis 0,25 mm auf der Mappe von der Berechnung abwichen.

Zusammenfassung

12. Geeignete Projektoren sind in der Lage, mit hinreichender Genauigkeit wesentliche katastertechnische Arbeiten, und zwar Einpassungen, Umzeichnungen in einen anderen Maßstab und Bildvergleiche wesentlich wirtschaftlicher und besser als mit den bisher üblichen Hilfsmitteln durchzuführen.

Die durch die geschilderten Einpassungen erzielten kataster- und mappentechnischen Vorteile wurden vom Verfasser bereits im Mitteilungsblatt zur Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen zusammengestellt [11].

Schrifttum

[1] *L. Avanzini*: Die Erneuerung der österreichischen Katastralmappe im Maßstab 1 : 2880 durch Auswertung der Fortführungsmessungen.

Mitteilungsblatt d. ÖZV 43 (1955), Nr. 1 und 2.

[2] *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*: Technische Anleitung für die Fortführung des Grundkatasters, Wien 1932.

[3] *E. Meixner*: Optisch-mechanische Einpassung örtlicher Aufnahmen in die Katasterdarstellung. 2. Festschrift Eduard Doležal, Wien 1952, S. 513—525.

[4] *R. Eder* und *J. Bobretzky-Arvenau*: Optische Einpassung mit einfachen Hilfsmitteln. Mitteilungsblatt d. ÖZV 43 (1955), Nr. 3.

[5] *A. König*: Geometrische Optik, Leipzig 1929 (Handbuch der Experimentalphysik, Band 20, 2. Teil).

[6] *K. Schwidofsky*: Grundriß der Photogrammetrie, Stuttgart 1954.

[7] *W. Jordan* und *O. Eggert*: Handbuch der Vermessungskunde, Band II/1, Stuttgart 1931, S. 295—296.

[8] *L. Avanzini*: Beschreibung der Einzeichnung von EP-Netzen. Rundschreiben der Abteilung „Fortführung des Grundkatasters“ im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 1955.

[9] *F. Ackerl*: Geodäsie und Photogrammetrie, 1. Teil, Wien 1950.

[10] *A. Soldat*: Über die Abbildung durch Objektive bei Einschaltung von Glasprismen (Diss.), Graz 1931.

[11] *L. Avanzini*: Beitrag zum Thema Aufbaumappe. Mitteilungsblatt d. ÖZV 48 (1960), Nr. 5 und 6.