

Paper-ID: VGI_196412



Photogrammetrische Verfahren und Geräte in der praktischen Denkmalpflege

Hans Foramitti ¹

¹ *Staatskonservator, Wien III, Jacquingasse 2 1*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **52** (3), S. 81–87

1964

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Foramitti_VGI_196412,  
Title = {Photogrammetrische Verfahren und Ger{"a}te in der praktischen  
Denkmalpflege},  
Author = {Foramitti, Hans},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {81--87},  
Number = {3},  
Year = {1964},  
Volume = {52}  
}
```



Photogrammetrische Verfahren in der praktischen Denkmalpflege

Von *Hans Foramitti*, Bundesdenkmalamt Wien

Seit Jahren bemüht sich der Verfasser um die Einführung der Photogrammetrie in die Denkmalpflege, weil er überzeugt ist, daß die nötige Qualitätsverbesserung und Arbeitszeiteinsparung, insbesondere bei der Vielzahl dringender Kleinarbeit nur auf diese Weise möglich wird.

Versuchsarbeiten, die vom Autor angeregt wurden¹⁾, konnten mit Baufachleuten besprochen werden. Da in der Denkmalpflege die höchsten Ansprüche gestellt wurden, sollten Geräte und Verfahren, die sich in der Denkmalvermessung bewähren, auch für andere Bauvermessungen geeignet sein. Zur Ermittlung einer solchen Meßmethode verfuhr der Verfasser wie folgt:

Auf Studien über Arbeitszeiten, die für Hauptaufgaben der Denkmalvermessung angestellt wurden, folgte die Ermittlung jener Aufgaben, die innerhalb des Gesamtbedarfes am häufigsten vorkommen. Aus der Analyse dieser Bedarfsfälle konnten Schlüsse gezogen werden, die zu Forderungen an Verfahren und Geräten führten. Bei Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte stellte sich heraus, daß die Zusammenarbeit mit Ingenieurkonsulenten für Auftraggeber und Auftragnehmer erst bei Großaufgaben interessant wird. Im vorliegenden Bericht soll jedoch nur von den vielen kleinen, an entlegenen Orten dringend durchzuführenden Arbeiten in der Alltagsarbeit der praktischen Denkmalpflege die Rede sein. Der wegen eines Lokalaugenscheines (Abbruchverhandlung usw.) sowieso anwesende Fachmann (Kunsthistoriker, Architekt, Archäologe, Statiker) ist auch am besten in der Lage, die Vermessungsaufgabe so zu lösen, daß die Ergebnisse für seine weitere Arbeit voll brauchbar werden.

Da keine bestehenden Geräte für derartige Zwecke besonders geeignet schienen, regte der Verfasser bei Zeiss-Aerotopograph die Erfüllung der aus dem Bedarf abgeleiteten Forderungen an und hat, soweit es seine Tätigkeit im Bundesdenkmalamt zuließ, an der Verwirklichung seiner Gedanken teilgenommen. Über diese Entwicklung soll nun berichtet werden:

Die möglichst genaue Erfassung der tatsächlichen Form, mit allen Unregelmäßigkeiten, welche als Istform bezeichnet wird, stellt die Hauptforderung jeder Denkmalvermessung dar. Da bei punktwiser Vermessung die Verbindungslinien zwischen den kartierten Punkten eine Abstraktion und somit Verfälschung der Istform darstellen, wird der linearen Auswertung der Vorrang zu geben sein. Die erforderliche Meßgenauigkeit richtet sich nach dem Zeichenmaßstab, wobei für ca. 90% der Fälle die folgenden Werte als ausreichend bezeichnet werden können:

Details im Maßstab 1:10 sollen mit 1 cm Genauigkeit gemessen werden. Bei Gesamterfassungen im Maßstab 1:50 bzw. 1:100 ist für die Lage eine Genauigkeit von $\pm 1,5$ bzw. $\pm 2,5$ cm sowie für absolute Entfernungen ± 5 cm ausreichend, da nur die relativen Entfernungsunterschiede interessant sind.

Die Verfahren sollten so ausgebildet sein, daß sie mit geringstem Aufwand an Zeit und Mühe richtig ausgeführt werden können.

¹⁾ *Foramitti, H.*: Bildmessung in der Denkmalpflege, ÖZfV 51 (1963), Nr. 4.

Neben allgemeinen Forderungen ergaben sich Gesichtspunkte für die einzelnen Hauptaufgaben, deren Andeutung in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit erfolgen soll.

1. *Fassadenabwicklungen*, die aus der Aneinanderreihung von Fassadenaufrißen ganzer Straßenzüge bestehen, bilden die Grundlage für jede moderne Stadtbildpflege sowie für die Beurteilung von Änderungen an Einzelobjekten unter Berücksichtigung von Baugruppen und Nachbarschaft. Im Mittel ist in Niederösterreich zum Beispiel mit 3 km Abwicklung je Altsiedlung zu rechnen!

Der Größe und Dringlichkeit des Bedarfes stehen besonders hohe Anforderungen an Verfahren und Gerät entgegen. Es ist mit Straßenbreiten von 6 bis 12 m und Fassadenhöhen von 12 bis 15 m (bei Giebelfassaden bis 25 m) zu rechnen, wobei Obergeschosse oft vorragen.

Verkehrs-, Sicht- und Standortbehinderungen kommen hinzu. Geneigte Aufnahmen sind oft nicht zu vermeiden.

2. *Innenräume* (Kirchen, Säle) müssen durch Wandabwicklungen und Deckenaufnahmen erfaßt werden. Verhältnisse von Breite zu Höhe wie 1:2,5 (z. B. St. Stephan in Wien) sind nicht selten. Einbauten, Einrichtungen (Luster) usw. ergeben sehr häufig Sichthindernisse, deren Umgehung nicht leicht ist. Die Forderungen an Geräte und Verfahren sind jenen ähnlich, die bei Fassadenabwicklungen genannt wurden.

3. *Einzeldenkmäler* unterscheiden sich grundsätzlich nur durch ihre großen Dimensionen von den vorgenannten Fällen (Innenräume bis 60 m Höhe, z. B. bei der Karlskirche in Wien, und Fassadenlängen bis 362 m wie bei Stift Melk)

4. *Archäologie*. Grabungsbefunde stellen oft annähernd ebene Gebilde, wie Wände und Sohlen, von zum Teil sehr engen Gruben dar (Künetten usw.). Durch die beabsichtigte Freilegung tieferer Schichten müssen selbstverständlich über ihnen liegende Schichten weggebracht werden, wodurch deren unter Umständen wichtiger Inhalt nicht voll erkannt und daher vor der Zerstörung auch nicht entsprechend vermessen wurde. Grabungen ergeben nämlich oft interessante Fälle, bei denen Funde in tieferen Schichten nachträglich darauf hinweisen, welche zunächst unauffälligen Einzelheiten man an oberen Schichten vermessen hätte müssen.

Bei photogrammetrischer Aufnahme ist die nachträgliche Vermessung aller, bei der Grabung und Aufnahme vor Vernichtung erkannten oder auch nicht erkannten Einzelheiten jederzeit möglich²⁾.

Da *weitere Anwendungen* in keiner so großen Häufigkeit anfallen, wurden die folgenden Geräteeigenschaften aus den angeführten Bedarfsfällen abgeleitet:

Weil die Eigenschaften bestehender Geräte nicht befriedigten, wurde versucht, zu solchen Geräten Zusatzeinrichtungen zu entwickeln, damit für das Grundgerät durch Befriedigung mehrerer Bedarfsgruppen³⁾ unwirtschaftlich kleine Herstellungsserien vermieden werden.

2) *Foramitti, H.*: Übersicht über die Möglichkeiten der Bildmessung in der Archäologie, in: Mitteilungsblatt der Österr. Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte (Bd. XV, Heft 1, 2. Jg., 1964).

3) *Berling, D.*: Zur photogrammetrischen Tatbestandsaufnahme bei Verkehrsunfällen, in: Polizei, Technik, Verkehr, Heft 5 (1963).

Foramitti, H.: Moderne Meßmethoden im Bauwesen, in: Bauindustrie 1963, Heft 3, S. 59.

Der Wunsch nach einfachster Bedienung führte zur Beschränkung der Aufnahme auf den Normalfall mit einer Doppelkammer und fixer Basis⁴⁾. Statistische Ermittlungen des Autors auf Grund der Arbeitsergebnisse von Böttcher⁵⁾ und Wolf⁶⁾ schienen den Verzicht auf Konvergenzaufnahmen voll zu rechtfertigen.

Bei aller Bedeutung, die der Bedienungserleichterung zukommt, schien der schwere Verzicht auf verschwenkte Aufnahmen für den zu untersuchenden Bedarf nur vertretbar, wenn Aufnahmen des Normalfalles mit lotrechter Basis hergestellt werden können⁷⁾.

Die Höhe der Aufnahmeobjekte und die kurzen Aufnahmedistanzen führten zur Forderung nach kurzen Brennweiten und nach der Neigbarkeit der Aufnahmeachsen.

Der Wunsch, das Gerät handlich zu gestalten und die Archivierung der Photogramme zu erleichtern, führte zur Forderung nach kleinen Negativformaten. Das Negativformat von 9×12 cm und die Bildweite von 60 mm wurden als vernünftige Grenzwerte unter der Voraussetzung angesehen, daß die Aufnahmeanordnung jeweils eine möglichst formatfüllende Darstellung des Aufnahmegegenstandes gestattet.

Die Festlegung der fixen Basis mit einer Länge von 120 cm erwies sich in Versuchen als für die Mehrzahl aller vorkommenden Fälle ausreichend.

Wenn bei seltener vorkommenden Aufnahmen von großen Objekten eine längere Basis notwendig wird, so kann natürlich ein etwas größerer Arbeitsaufwand entstehen, der jedoch nicht über jenen hinausgehen soll, der für das Arbeiten mit normalen terrestrischen Einzelkammern erforderlich ist. Um mit dem einen Stativ, welches für Aufnahmen mit der 120 cm Basis genügt, das Auslangen zu finden, wäre das Einfluchten des zweiten Instrumentenstandpunktes in eine ausgesteckte Basisrichtung zu fordern. Die Aufnahmen des Normalfalles müßten bei derart vergrößerten Basislängen jeweils von beiden Instrumentenstandpunkten mit der Doppelkammer gemacht werden, wobei die Rohrbasis derselben horizontal oder lotrecht angeordnet werden soll. Bei dieser Blockanordnung können Lageauswertungen oft genügend genau mit der kleinen Basis erfolgen. Die große Basis dient dann zu Entfernungsbestimmungen und zur photogrammetrischen Paßpunktverdichtung. Die bei Architekturen so wichtige Umgehung von Sichthindernissen ist durch die Blockanordnung gegeben. Die vorgesehene lotrechte Stellung der 120 cm langen Rohrbasis gestattet Aufnahmen durch schmale Maueröffnungen⁷⁾. Für Zenitaufnahmen sind lotrechte Aufnahmerichtungen bei horizontaler Basis zu ermöglichen.

⁴⁾ Siehe die Erfahrungen beim Aufbau des belgischen Denkmälerarchivs: Architecture. Hrsg. v. Min. des Trav. Publ. et de la Reconstruction. Bruxelles 1956 (8. Congr. Internat. de Photogrammétrie, 1956).

⁵⁾ Böttcher, C.: Terrestrisch photogrammetrische Aufnahme der Goldenen Pforte aus dem Dom zu Freiburg. TU Dresden, Diss. 1961.

⁶⁾ Wolf, E.: Über maximale Konvergenzen der Kamera-Achsen in der Stereophotogrammetrie, in: Bildmessung und Luftbildwesen 1931, Heft 1, S. 20–22.

⁷⁾ Lotrechte Standlinien zuerst 1898 und 1909 von Doležal und Scheimpflug bei der Aufnahme der Karlskirche in Wien, dann von A. Miksch bei der Toledobrücke in Madrid. Siehe A. Miksch: Photogrammetrie in Spanien, in: Bildmessung und Luftbildwesen 1936, S. 118–130.

Bei verschiedenen Aufnahmen ist es notwendig, daß die Basis in einer lotrechten Ebene gedreht und in jeder Stellung festgehalten werden kann. Ein Neigungsmesser soll die Ablesung des Winkels erlauben, den die Basisrichtung mit dem Lot einschließt. Diese Anordnung ergibt Aufnahmen im Querformat. Wenn die Aufnahme mit horizontaler Basis durchgeführt wird, ergeben sich Bilder im Hochformat. Die Neigung der Aufnahmeachsen wurde über Vorschlag von Zeiss-Aerotopograph (*Dipl.-Ing. Berling*) aus instrumentalen Gründen auf Neigungswerte von 0° , $\pm 30^\circ$, $\pm 70^\circ$, $\pm 90^\circ$ beschränkt. Der Autor hat sich von der Zweckmäßigkeit dieser Einschränkung überzeugt.

Bei der Planung eines Gerätes zur Auswertung solcher Aufnahmen gelten die Voraussetzungen für die Auswertung des Normalfalles. Die kontinuierliche Zeichnung von Grundriß und Aufriß wird gefordert. Die Genauigkeit muß der beim Aufnahmegerät festgesetzten entsprechen.

Die Mehrzahl der Aufnahmen dient der Bestandserfassung. Die archivierten Photogramme werden nur ausnahmsweise oder in dem jeweils nötigen Umfang — etwa zur Ermittlung einer Torbogenform beim Einbau eines Geschäftes — ausgewertet werden. Bei der kurzen Teilauswertung wird der Einpaßvorgang oft zur bedeutendsten Arbeitszeitkomponente werden. Die größtmögliche Verkürzung des Einpaßvorganges ist daher äußerst wichtig.

Für eine sichere Detailauswertung müßte die Betrachtungsoptik mit einer wahlweise vorschaltbaren Zusatzvergrößerung ausgerüstet sein.

Die Zeichentischgröße ergibt sich auf Grund des für Denkmalvermessungen meist verwendeten Papierformates in einer Bahnbreite von 110 cm. Schlitze an den Tischenden würden die Verwendung langer Bahnen, z. B. für die Abwicklungen, gestatten.

Die Umsteckbarkeit der x -, y -, z -Antriebe sollte die Herstellung aller üblichen Projektionen ermöglichen.

Der Tiefenmeßbereich soll, insbesondere für Arbeiten der Pflege archäologischer Denkmäler, möglichst groß sein. Diese Forderung wird heute von wenigen, meistens nur sehr kostspieligen Geräten erfüllt.

Etwa 40% aller Aufnahmen müssen in der Denkmalpflege aus sachlichen Gründen geneigt oder schräg gegen den Aufnahmegegenstand durchgeführt werden. Deshalb war eine Einrichtung vorzusehen, die den maßstabgetreuen Auf- und Grundriß herstellt, das heißt, die affinen Beziehungen der Bilder während des Auswertungsvorganges in eine orthogonale Darstellung umwandelt.

Brennweite und Negativformat mußten so gewählt werden, daß die Auswertung von Einzelaufnahmen ebener oder aus parallelen Ebenen bestehender Gebilde nach der Methode der zonenweisen Entzerrung auf den üblichen Geräten nicht in einem Arbeitsgang erfolgen kann. Die Bedeutung einer derartigen Möglichkeit sollte die Herstellung eines billigen, eigenen kleinen Entzerrungsgerätes für Negativformate bis 12×12 cm und Brennweiten von ca. 60 mm bei Tischneigungen bis 75° rechtfertigen.

Die vorstehenden Anregungen hat der Autor an Hersteller photogrammetrischer Instrumente herangetragen. Sie wurden bis jetzt alle, mit Ausnahme des Klein-entzerrungsgerätes, von der Firma Zeiss-Aerotopograph in München im Zusammenwirken mit dem Verfasser als Zusatzeinrichtungen zu den Geräten SMK, TMK und

Terragraph verwirklicht. Die technische Beschreibung gibt *Dipl.-Ing. D. Berling* am Schluß des Artikels.

Die Erprobung der neuen Gerätekombination lieferte erstaunlich gute Ergebnisse.

Die einfache Handhabung bewährte sich in der praktischen Anwendung außerordentlich gut.

Aufnahmen in Neeresheim ergaben bei 30 bis 35 m Aufnahmedistanz (Basisverhältnis 1:20 bis 1:25) für 60 Paßpunkte einen mittleren Entfernungsfehler von 2,1 cm. Da Punkte an Architekturen meistens unsicher definiert sind (z. B. abgerundete Kanten), sind auch bei Messungen mit dem Theodolit keine besseren Werte zu erwarten.

Die Aufnahme des Deckenfreskos in der Universitätskirche in Wien sollte die Leistungsfähigkeit des Verfahrens zur Erfassung der tatsächlichen Bestandsform (Istform) eines sonst kaum meßbaren Objektes sowie die mühelose Handhabung bei Zenitaufnahmen unter Beweis stellen. Das Fresko täuscht eine Kuppel auf hohem Tambour vor. Die perspektivische Schräguntersicht in eine derartig komplizierte Architekturform hat man sich schräg gegen eine Decke projiziert zu denken, die aus einer unregelmäßigen Längstonne besteht, in welche 4 steigende Stichkappen einschneiden. Die Durchdringsgrate sind abgerundet. Die Erscheinungsform, nämlich die Vortäuschung einer Kuppel über kreisrundem Grundriß, weicht von der Istform mit allen zur Erzielung der Illusion nötigen Verzerrungen, der schrägen Projektion und der kompliziert geformten Projektionsfläche wegen, stark ab. Die für das Studium und als Grundlage einer Wiederherstellung nach etwaiger Zerstörung so nötige Kartierung dieser unübertroffenen Bravourleistung illusionistischer Architekturmalerei wäre mit konventionellen Methoden unmöglich gewesen.

Seit 1898 warb Hofrat *Doležal* vergeblich für ein photogrammetrisches österreichisches Denkmälerarchiv.

Der Autor verdankt es der Hilfe der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie, des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, einer Reihe von Ingenieurkonsulenten, hoher Beamter der Unterrichtsverwaltung und des Zivilschutzes, der Kollegen im Bundesdenkmalamt und der Fa. Zeiss-Aerotopograph, wenn die Voraussetzung für die Bewältigung der erwähnten Großaufgaben sowie die Möglichkeit zur photogrammetrischen Lösung der täglichen Vermessungsarbeit an Denkmälern geschaffen werden konnten. Die weitere Ausbildung von Fachkräften des Bundesdenkmalamtes und neue Untersuchungen möglicher Verfahren der Denkmälervermessung wurden in Aussicht gestellt. Das Bundesdenkmalamt hat die beschriebene Gerätekombination SMK, TMK, Terragraph mit den neuen Zusatzgeräten erworben, so daß der Wunsch Hofrat *Doležals* nach Anwendung der Photogrammetrie in der österreichischen Denkmalpflege nun nach 75 Jahren in Erfüllung gegangen ist.

Geräte für die Architektur-Photogrammetrie

Von *Dipl.-Ing. D. Berling*, Heidenheim/Brenz

Bei der Nahbildmessung ist für die optimale Erfassung der verschiedensten Objekte eine große Flexibilität der Aufnahme- und Auswertegeräte wesentlich.

Für den Bereich der Architektur-Photogrammetrie hat das Österreichische Bundesdenkmalamt eine Anzahl von Anregungen gegeben, die bei den Stereo-meßkammern SMK 120 und SMK 40, der terrestrischen Meßkammer TMK und beim Auswertegerät Terragraph mit zum Teil relativ geringem Aufwand von der Herstellungsfirma Zeiss-Aerotopograph GmbH verwirklicht werden konnten.

SMK 120 in Aufstellung für Deckenaufnahmen

Die Adapter für die SMK (Brennweite: 10 mm; Bild-Hochformat: 8×10 cm) sind im wesentlichen: verschiedene Halterungen für eine Zusatzdosenlibelle, ein Keilstück, ein Zielfernrohr und ein Zwischenstück für die Verbindung Stativ-Basisrohr. Nach Einsetzen der Libelle in die jeweilige Halterung sind bei horizontalem

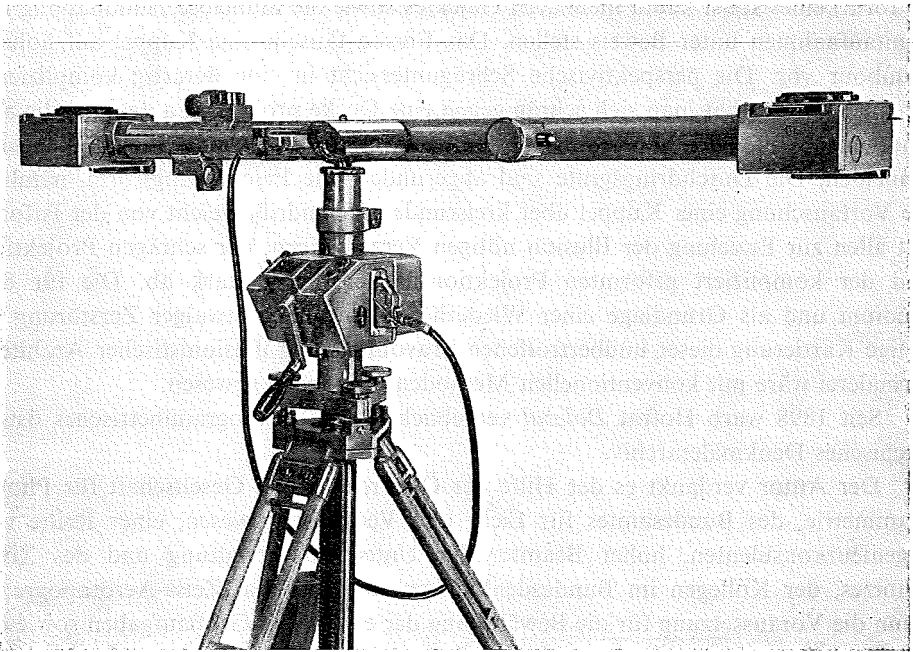


Abb. 1: SMK 120 in Aufstellung für Deckenaufnahmen

Basisrohr Aufnahmen senkrecht nach oben oder unten und bei vertikalem Basisrohr mit waagrechten Achsen möglich. Wenn zwischen Halterung und Dosenlibelle ein geeignetes Keilstück eingelegt wird, können Schrägaufnahmen nach oben oder unten (Basis horizontal) hergestellt werden. Ein einziges Keilstück ermöglicht dabei Aufnahmen mit einer Neigung von 30° oder 70° gegen die Horizontale. Für solche Schrägaufnahmen besitzt das Stativ-Zwischenstück entsprechende Bohrungen zum Aufsetzen auf den Steckzapfen des Standrohres.

Libellenhalterung — SMK-Basisrohr vertikal

Für SMK-Aufnahmen in der von Dr. H. Foramitti beschriebenen Blockanordnung geschieht die Ausrichtung bzw. das Einfluchten in eine vorbestimmte Basis-

linie ohne Verwendung des Keilstückes mit dem Zielfernrohr. Dieses Fernrohr ist auch bei Normal-Aufstellung der SMK (Basis und Kammerachsen horizontal) sehr zweckmäßig.

Ist bei vertikalem Basisrohr eine Ausrichtung der Kammerachsen mittels des in die Halterungen einsetzbaren Zielfernrohres rechtwinkelig oder parallel zur Objektebene nicht zweckmäßig, so kann die SMK um z. B. 30° um das Basisrohr gedreht werden. Für die azimutale Ausrichtung wird das Keilstück zwischen Halterung und Zielfernrohr eingesetzt. Die Horizon- tierung erfolgt entsprechend der Zusatz-Dosenlibelle.

Mit der TMK können nach Anbau gleichartiger Halterungen am Kammerkörper und bei Benutzung eines geeigneten Verbindungsstückes zwischen Stativ und Kammerkörper ebenfalls Hoch- oder Querformat- aufnahmen mit jeweils 7 Achs-Anordnungen hergestellt werden.

Für die Kartierung von Architektur-Objekten in den drei ausgezeichneten Modellebenen kann an das Auswertegerät Terragraph ein besonderer Zeichentisch angeschlossen werden. Auf Wunsch wird der Terragraph — auch nachträglich — für die Auswertung von geneigten oder gedrehten SMK- oder TMK-Aufnahmen eingerichtet.

Mit SMK 120, SMK 40, TMK und dem Terragraph stehen somit auch dem Nicht-Topographen moderne, stabile Aufnahme- und Auswertegeräte zur Verfügung, die auch hinsichtlich einfacher und sicherer Handhabung wohl allen Ansprüchen genügen.

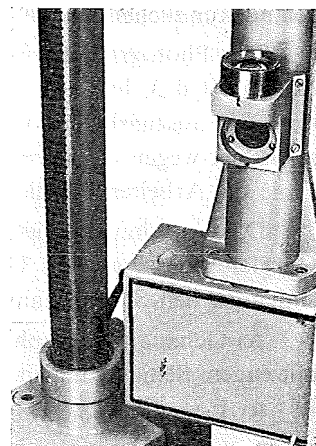


Abb. 2: Libellenhalterung — SMK-Basisrohr vertikal

Die Photogrammetrie im Dienste der Lawinenvorbeugung

Von Wolfgang Giersig, Innsbruck

Die Ursachen der Entstehung von Lawinen und Wildbächen gehen vielfach gemeinsam auf starke Entwaldung der oberen Waldregion und der Waldkampfbzone zurück. Das Fehlen des Waldes bewirkt eine Störung des natürlichen Gleichgewichtes im Haushalt der Natur. Es begünstigt das Abbrechen der Lawinen bzw. hemmt nicht mehr ihren Lauf, die wasserspeichernde Kraft des Waldes fällt weg und bei starken Regenfällen schwellen kleine Gerinne rasch zu verheerenden Wildbächen an.

Ein wesentlicher Teil der Lawinenbekämpfung besteht heute aus vorbeugenden, biologischen Maßnahmen, nämlich aus der Wiederaufforstung der entwaldeten Gebiete. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft hat daher in dem besonders durch Lawinen gefährdeten Land Tirol auf Grund langjähriger Vorarbeiten der Sektionsleitung der Wildbach- und Lawinenverbauung Innsbruck die Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Mariabrunn geschaffen. Ihre Aufgabe ist es, die ökologischen Grundbedingungen für