

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des
„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

Herausgeber: Oberforstmeister a. D. Müller-Thomas

Postverlagsort Mainz

Verlag „Forsttechnische Informationen“, 65 Mainz-Gonsenheim, Kehlweg 20

Nr. 3

März 1968

Forstliche Luftbildauswertungen

Gegenwärtiger Stand und Entwicklungsmöglichkeiten

von Landforstmeister a. D. von Laer

Vorbemerkung der Schriftleitung:

Vom 9. bis 13. Oktober 1967 fand in Freiburg i. Br. eine Tagung des Arbeitskreises für forstliches Luftbild- und Kartenwesen statt, die erstmalig mit einem Übungs- und Fortbildungskurs für Forsteinrichter verbunden war. Der große Anklang, den diese Tagung fand, und die Bedeutung, die der forstlichen Luftbildauswertung zukommt, veranlaßte uns, den Leiter dieses Arbeitskreises zu bitten, über den gegenwärtigen Stand und die praktischen Möglichkeiten der forstlichen Luftbildtechnik zu berichten. Dies soll gleichzeitig ein deutscher Beitrag von forstlicher Seite für den XI. Internationalen Kongress für Photogrammetrie sein, der vom 8. bis 20. Juli 1968 in Lausanne stattfindet.

I. Die weltweite Bedeutung der forstlichen Luftbildauswertung

Unter dem Titel „Anwendung des Luftbildes bei Waldinventuren in Praxis und Forschung“ erschien 1963 eine Veröffentlichung der Sektion 25 der JUFRO in englischer, deutscher und französischer Sprache (Lit. 1). Sie nennt 62 neue Forschungsarbeiten („Studien“) meist aus Kanada, USA und Australien und hebt vor allem die Bedeutung und den Umfang der forstlichen Luftbildauswertung für die Erschließung wenig entwickelter Waldgebiete hervor. Die „Empfehlungen“ betreffen:

- Tropische Waldinventuren,
- Untersuchungen in anderen Waldgebieten,
- Prüfung halbautomatischer Geräte zur Bildinterpretation,
- Bestimmungen der Spektral-Reflexion wichtiger Bauarten und
- Ausbildung von Bildinterpreten zur „quantitativen Qualitätskontrolle der Bildinterpretationsergebnisse“.

Auf die Anwendungen im mitteleuropäischen Raum, aus dem einst — insbesondere durch Hugershoff — die Idee der forstlichen Luftbildauswertung ihren Ausgang in alle Welt genommen hatte, geht die Schrift nicht näher ein. Tatsächlich wurden ja die neuen Möglichkeiten hier zunächst nur zögernd ausgenutzt, und auch bis heute ist eine optimale Anwendung noch nicht erreicht. Der besondere Grund hierfür liegt in unserer traditionell festgefügt „Forsteinrichtung“, in der die forstliche Luftbildauswertung zunächst nur als Ersatz für andere, bereits bestehende Techniken (insbesondere als Ersatz

terrestrischer Vermessungen) Platz fand. Erst in neuerer Zeit setzt sich die Erkenntnis durch, daß das Luftbild — im besonderen Maße in den bereits seit langer Zeit „eingerrichteten“ hochentwickelten Forstwirtschaften — neue Wege der forstlichen Zustandserfassung, Planung und Vollzugskontrolle eröffnet.

Zum gegenwärtigen Stand ist allgemein festzustellen, daß die Entwicklung einen beachtlichen, vorläufigen Stand erreicht hat: Das Luftbild hat sich als wertvolles technisches Hilfsmittel der Forstwirtschaft überall — nicht nur in unterentwickelten Waldgebieten — voll durchgesetzt. Die forstliche Luftbildauswertung wird in der Praxis sehr vielseitig verwendet und eine vielfältige Forschungstätigkeit sucht in allen Erdteilen optimale Lösungen der sich jeweils stellenden Aufgaben. Zur Auswertung dieses neuen forstlichen Hilfsmittels wurden vielfach eigene Techniken entwickelt. Diese Techniken dienen nicht allein der Forstvermessung im engeren Sinne, sondern allgemein der forstlichen Unterlagengewinnung, die international weitgehend in dem Begriff „Waldinventur“ (Forest-Inventory) zusammengefaßt wird.

Angesichts dieser sehr weitgehenden praktischen Anwendungen forstlicher Luftbildauswertungen und der weitgestreuten Forschungen auf diesem Gebiete besteht z. Zt. offenbar kein Bedürfnis mehr, die „Beratungsgruppe für die Anwendung des Luftbildes in der Forstwirtschaft“, die die oben genannte Schrift bearbeitete, weiterbestehen zu lassen. Sie hat sich daher auf der JUFRO-Tagung in München 1967 vorläufig wieder aufgelöst. Nach wie vor besteht jedoch ein ständiger Erfahrungsaustausch im Rahmen der Internationalen Gesellschaft

für Photogrammetrie. Die forstliche Luftbildauswertung ist dort in die Kommission VII — Luftbild-Interpretation — eingeordnet.

II. Bestrebungen zur Förderung der forstlichen Luftbildauswertung in der Deutschen Bundesrepublik.

Seit 1951 besteht hier der „Arbeitskreis für forstliches Luftbild- und Kartenwesen“, der von der Technischen Zentralstelle der deutschen Forstwirtschaft (TZF) — dem heutigen KWF — auf der ersten Fachtagung für forstliche Photogrammetrie in Koblenz gegründet wurde. Später wurde er in die Arbeitsgemeinschaft (der Länder) für Forsteinrichtung eingegliedert.

Dieser Arbeitskreis hat im Jahre 1961 auf seiner in Verbindung mit dem INTERNATIONAL TRAINING CENTER FOR AERIAL SURVEY (ITC) in Delft veranstalteten Tagung folgende Entschließung gefaßt:

„In der Bundesrepublik Deutschland ist die **Grundlagenforschung** auf dem Gebiete der forstlichen Luftbildauswertung nicht genügend entwickelt. Die allgemeinen — vorwiegend auf geodätische Anwendungen ausgerichteten — photogrammetrischen Forschungen reichen hierfür nicht aus.

Auch die **Ausbildung** der Forststudenten auf dem Gebiete der forstlichen Photogrammetrie ist in der Bundesrepublik unzureichend. Dies gilt besonders im Hinblick auf die Entwicklungshilfe, für die in zunehmendem Maße entsprechend ausgebildete Forstleute benötigt werden.

Den zuständigen Stellen wird daher vorgeschlagen;

- a) die **Forschung** auf dem Gebiete der forstlichen Photogrammetrie in der Bundesrepublik auszubauen,
- b) jedem Forststudenten eine **Grundausbildung** auf dem Gebiete der forstlichen Photogrammetrie zu ermöglichen. Außerdem sollte geeigneten Dipl.-Forstwirten und Forstreferendaren, die sich speziell für forstlich-photogrammetrische Probleme der Entwicklungsländer interessieren, Gelegenheit gegeben werden, an intensiven Studien und Übungen, insbesondere in Reinbek und Delft teilzunehmen.
- c) darauf hinzuwirken, daß die Möglichkeiten der **Luftbildauswertung** in der **Forsteinrichtung** und laufenden forstlichen Betriebsführung zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit voll ausgenutzt werden.“

Im Sinne dieser Forderungen, die heute noch unverändert bestehen, hat der Arbeitskreis auf seiner letzten Tagung (Freiburg, Oktober 1967) eine eigene Initiative entwickelt: Er verband die Tagung mit einem Übungs- und Fortbildungskurs für forstliche Luftbildauswertung, an dem 19 Forsteinrichter teilnahmen. In diesem Übungskurs wurden einige einfache Verfahren an Beispielen demonstriert und in Bezug auf ihre praktischen Anwendungsmöglichkeiten diskutiert. Der Arbeitskreis, der über keine eigenen Mittel für Forschung und Lehre verfügt, gab hierzu die Anregungen und organisierte den Erfahrungsaustausch, während die Vorbereitung und Durchführung der Übungen durch Dozent Dr. Hildebrandt und seine Mitarbeiter im Institut für Forsteinrichtung und forstliche Betriebswirtschaft der Universität Freiburg geleistet wurde. In einleitenden Vorträgen wurden zunächst einige allgemeine Ausführungen über die Entwicklung und die besonderen Voraussetzungen und Möglichkeiten forstlicher Luftbildauswertungen im mitteleuropäischen Raum gemacht.

Die Forstwirtschaft, die einerseits der Holzproduktion, andererseits aber auch den mannigfachen Wohlfahrtswirkungen des Waldes zu dienen hat, bedarf sehr großer Flächen und sehr

langer Produktions- und Wirkungszeiträume. Etwa $\frac{1}{4}$ der Deutschen Bundesrepublik ist mit Wald bestockt, und die Planungen der Forstleute gehen weit über ein Menschenalter hinaus! Im Laufe dieser langen Zeiträume ist der Wald biologisch und wirtschaftlich mannigfachen Veränderungen ausgesetzt, die zu beobachten und laufend objektiv festzuhalten, unsere ganz besondere — forstlich eigenartige — Aufgabe ist. Gibt es für den Forstmann, der immer wieder neu einen „Über“-blick über große Flächen und weite Zeiträume gewinnen muß, ein besseres Hilfsmittel als das Luftbild, das ihn über Zeit und Raum erhebt, indem es den jeweiligen Zustand dokumentarisch und ausmeßbar festhält?

Die Bestandsausscheidung nebst Flächenvermessung für Waldbestandsinventuren und die Festlegung der durch Zeitablauf eingetretenen Veränderungen des Bestandszustandes sind die beiden Hauptanwendungsgebiete der forstlichen Luftbildtechnik.

Die besondere Eignung der mitteleuropäischen Waldverhältnisse für die forstliche Luftbildauswertung ergibt sich aus der hier seit langer Zeit bestehenden „Bestandswirtschaft“ (einzelbestandsweise Zustandserfassung und Planung), die im Walde meist gut-luftsichtbare Bestandsgrenzen geschaffen hat. Dieser bestandsweise geordnete Waldaufbau wird auch dann noch lange erhalten bleiben, wenn man künftig diese Wirtschaft nicht in gleicher Weise beibehält, sondern zu größeren Wirtschaftseinheiten übergeht.

Diese besonderen Voraussetzungen der forstlichen Luftbildauswertung haben dazu geführt, daß sich neben den sonst gebräuchlichen photogrammetrischen Verfahren auch speziell forstliche — meist sehr einfache — Luftbildtechniken herausgebildet haben, die im folgenden Abschnitt näher erläutert werden sollen.

III. Allgemeine und speziell forstliche Luftbildtechniken.

Bei der Zustandserfassung der Forsteinrichtung kann schon die einfache Benutzung der Luftbilder als Hilfsmittel der Orientierung, Bestandsbeschreibung und Bestandsausscheidung zu erheblichen Arbeitersparnissen führen. Hildebrandt und Horky haben dies durch spezielle Untersuchungen belegt. Es handelt sich hierbei um eine qualitative Interpretation durch einfache Betrachtung der Bilder. Da nun die Luftbilder stets mit gegenseitiger stereoskopischer Überdeckung (meist ca. 60 %) erflogen werden, bietet sich hier die sehr wichtige Möglichkeit der räumlichen Betrachtung. Für forstliche Zwecke ist diese besonders aufschlußreich, weil der Wald nicht nur flächenmäßig, sondern auch räumlich gegliedert ist und der Mensch diese räumliche Gliederung mit Hilfe der Luftbilder unmittelbar sehen kann! Für die Raumbildbetrachtung von zugehörigen Luftbildpaaren genügt schon ein einfaches Taschenstereoskop (s. Abb. 1). Größere Stereoskope (s. Abb. 2

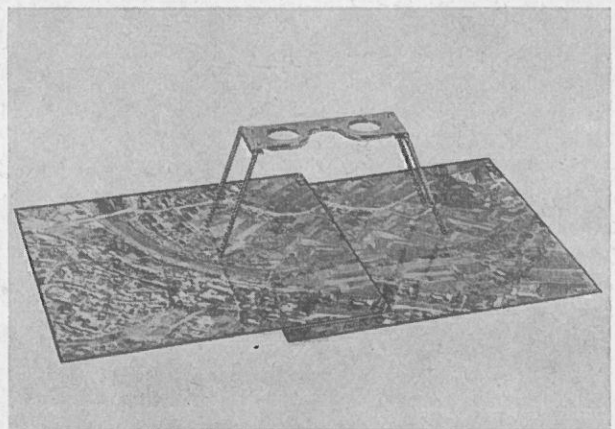


Abb. 1: Taschenstereoskop (auf einem Stereo-Bildpaar)
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

und 3) erlauben die Betrachtung größerer Bildausschnitte, sofern diese nicht durch stärkere optische Vergrößerung wieder eingengt werden.

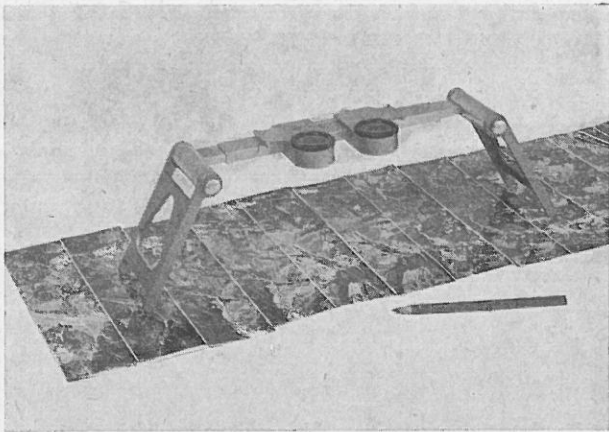


Abb. 2: Brückenstereoskop auf einer „Stereobildreihe“
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

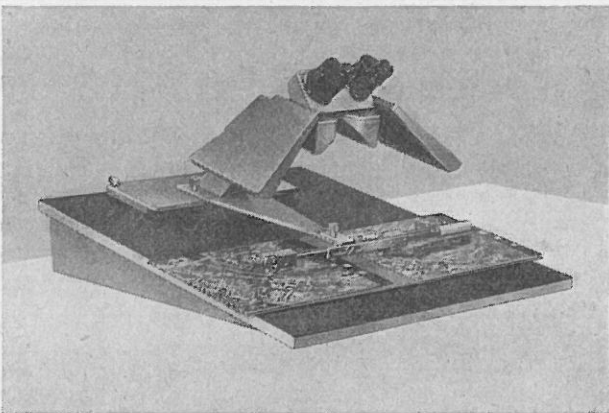


Abb. 3: Spiegelstereoskop mit Stereomikrometer für die Parallaxenmessung
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

Die Bestandsausscheidung

Das Luftbild zeigt uns — besonders bei stereoskopischer Betrachtung — einen idealen Überblick über die z. Zt. bestehenden einzelnen Bestände in ihrer Ausdehnung, Form und Homogenität sowie ihrer Lage zueinander. Die Abstufung nach Bestandshöhen (allgemeine Altersklassengliederung) und ihre — mehr oder weniger erreichte — „räumliche Ordnung“ werden unmittelbar sichtbar.

Die Ausscheidung der Bestände als Aufnahme-, Planungs- und Wirtschaftseinheiten, die später beim Waldbegang endgültig festgelegt wird, ergibt sich hierdurch in den meisten Fällen fast zwangsläufig. Entschließt man sich — aus Gründen der Rationalisierung — zu Zusammenfassungen möglichst großer Wirtschaftseinheiten, so wird auch diese Entscheidung sehr erleichtert, denn das dem Forsteinrichtungswerk beigegebene Luftbild zeigt ja — als Ergänzung zur Forstkarte — die gegenwärtige tatsächliche Gliederung des Waldes bis in alle Einzelheiten. Der Vergleich mit älteren Luftbilddaufnahmen macht deutlich, wie weit etwaige frühere Planungen der räumlichen Ordnung verwirklicht wurden bzw. wo Windwurf und andere Kalamitäten bisherige Planungen gestört haben und wo neue Planungen ansetzen müssen.

Die Bestandsausscheidungen werden — zweckmäßig während einer nochmaligen Stereobetrachtung — ins Luftbild eingetragen und bilden die Grundlage der Forstvermessung bzw. Forstkartenergänzung.

Die über die einfache Betrachtung von Luftbildern hinausgehende Gewinnung von quantitativen Informationen über Flächengrößen, Baumartenzusammensetzung, Bestandsdichte, Baum- und Bestandshöhen u. a. (quantitative Luftbildinterpretation) führt zur „Luftbildmessung“ (Aero-Photogrammetrie).

Die Luftbildmessung

Alles was „luftsichtbar“ ist, oder durch Einzeichnung ins Luftbild lagemäßig eindeutig festgelegt wurde (z. B. eine neue Bestandsausscheidungslinie, die ins Luftbild eingetragen ist), kann photogrammetrisch exakt vermessen werden! Entscheidend für die erreichbare Genauigkeit ist hierbei die Wahl des Auswerteverfahrens. Die radialen Punktverlagerungen, die in Luftbildern bergigen Geländes auftreten, können nicht durch einfache Entzerrung (Einbildmessung), wohl aber durch Stereomessung (Zweibildmessung) beseitigt werden. Im Allgemeinen Vermessungswesen werden hierfür Präzisionsgeräte I. Ordnung (z. B. Stereoplanigraphen) eingesetzt, die allen Anforderungen genügen können, die an eine „genaue“ Koordinatenbestimmung gestellt werden. Für die Forstvermessung ist eine graphische Genauigkeit (Zeichengenauigkeit im Maßstab 1:5000) ausreichend, die auch mit kleineren Geräten (z. B. mit dem „Stereotop“ — s. Abb. 4) erreicht werden kann.

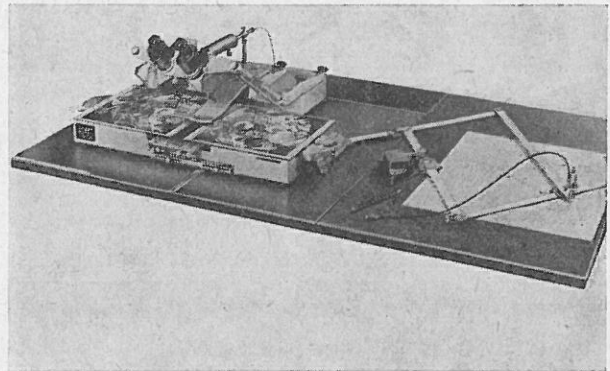


Abb. 4: Stereotop (Stereokartiergerät)
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

Zur Orientierung des auszumessenden Raumbildmodells muß ein Netz genau bestimmter und im Luftbild sicher identifizierbarer Paßpunkte gegeben sein. In Waldgebieten reichen die wenigen sicheren Paßpunkte hierfür meist nicht aus. Das zu weitmaschige Paßpunktnetz (z. B. der Trigonometrischen Punkte) muß daher zunächst verdichtet werden. Für graphische Auswertungen genügt hierfür eine Radialschlitztriangulation (s. Abb. 5), die nach Untersuchungen von G. Weimann (Lit. 8)

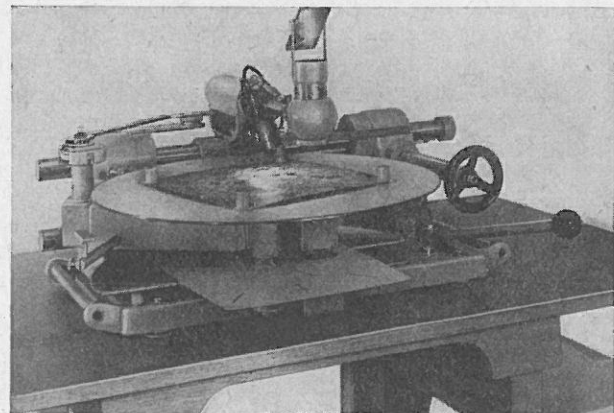


Abb. 5: Radialschlitzstanze (zur Vorbereitung einer Radialschlitztriangulation)
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

mit einer relativ genauen Bestimmung der betr. Geländehöhen (aus Radialabständen) verbunden werden kann.

Eine neue Technik der Luftbildauswertung ist die „Differenzialentzerrung“, über die Hildebrandt kürzlich ausführlich berichtet hat (Lit. 3). Mit Hilfe einer Stereomessung und einer Zerlegung des Luftbildes in kleine Teilflächen, die als hinreichend eben gelten können, werden durch diese neue Technik „Orthophotos“ hergestellt, die keine radialen Punktverlagerungen mehr aufweisen. Sind solche Orthophotos einmal vorhanden, so sind sie natürlich auch für forstliche Luftbildauswertungen sehr wertvoll.

Neben diesen mannigfachen, im Allgemeinen Vermessungswesen umfangreich Verwendung findenden „exakten“ Verfahren, die hier nicht erschöpfend behandelt werden können, bestehen nun besondere Arbeitsweisen, die keinen oder nur einen geringen Geräteaufwand benötigen und als speziell forstliche Verfahren unter dem Begriff „Forstkartenergänzung“ zusammengefaßt werden können. Dieser Begriff sei nachstehend zunächst allgemein erläutert.

Die Forstkartenergänzung

Im mitteleuropäischen Raum sind die großen Forstbetriebe i. d. R. längst „eingrichtet“ und meist auch ausreichend gut vermessen. Ebenso, wie die Forsteinrichtungen daher heute im Grunde Fortschreibungen bereits bestehender Forsteinrichtungen sind, oder doch sein sollten, ist die Forstvermessung i. d. R. eine Fortführung bereits bestehender Forstkarten. Stets liegen ja irgendwelche Karten vor, und das amtliche Vermessungswesen liefert uns laufend neue und bessere Karten. Was wir zu tun haben, ist die Ergänzung dieser Karten durch Eintragung neugebauter Wege sowie von Begrenzungslinien forstlicher Bestände, die seit der letzten Messung neu entstanden sind.

Auch das allgemeine Vermessungswesen kennt den Begriff der „Kartenergänzung“. Man spricht z. B. von Ergänzungsmessungen des Katasters, von topographischen Ergänzungen der Meßtischblätter usw. Diese Ergänzungen dienen aber mehr der allgemeinen Berichtigung und Verbesserung der Karten, schließen i. d. R. an Festpunkten der Karten an und haben daher mehr den Charakter von partiellen Neumessungen. Die Forstkartenergänzung dagegen ist die Einpassung weniger neuer Linien in vorhandene Forstkarten und ist daher ein sehr einfacher Spezialfall der Vermessung.

Wo heute bei der Forstvermessung noch ohne Luftbild gearbeitet wird und wo man vielleicht sogar glaubt, die terrestrische Vermessung sei im Grunde doch die beste und sicherste, da geschieht diese Ergänzung vorhandener Karten i. d. R. durch Einpassung neuer (meist aus Bussolenmessungen stammender) Messungszüge zwischen jeweils 2 Punkten der vorhandenen Karte. Die Genauigkeit dieser beiden Punkte ist mehr oder weniger unbekannt.

Bei dieser terrestrischen Vermessung werden Streckenlängen und Winkel gemessen und danach der ganze Messungszug im gegebenen — in Folge von Papierschwind u. a. zuweilen nur als „näherungsweise“ zu bezeichnenden — Kartenmaßstab kartiert. Stellt man dann fest, daß die Gesamtentfernung zwischen den beiden Kartenpunkten etwas größer oder kleiner ist als der kartierte Messungszug, so wird dieser i. d. R. proportional vergrößert oder verkleinert. Dies geschieht meist graphisch mit Hilfe eines Strahlenbündels.

Bei diesem Verfahren bleiben etwaige Messungs- und Kartierungsfehler (Strecken- und Winkelfehler) unbekannt, weil es

keine rechte Kontrolle gibt (es sei denn, man macht die Messung und Kartierung mehrfach!). Auch wenn der Messungszug „genau paßt“, kann er Fehler enthalten, weil ja, wie wir sahen, die Genauigkeit der Einhängpunkte der Karte meist unbekannt ist. Die Vergrößerung oder Verkleinerung bringt etwaige Fehler nur in einen anderen Maßstab.

Gegen diese Art der Forstvermessung (nämlich der Forstkartenergänzung durch Bussolenmessung) wurde — ehe es Luftbilder gab — nichts eingewendet. Vom praktischen Standpunkt ist m. E. auch heute nichts dagegen einzuwenden, daß unsere Forstvermessung i. d. R. eine Forstkartenergänzung und keine Neumessung ist. „Berichtigungen“ von etwaigen Fehlern vorhandener Karten brauchen nur dann — in besonderen Ausnahmefällen — vorgenommen werden, wenn die Fehler so offensichtlich und so wesentlich sind, daß man glaubt, auf eine spätere Neubearbeitung der Kartengrundlage durch das amtliche Vermessungswesen nicht warten zu können. Wenn aber eine solche Forstkartenergänzung grundsätzlich bejaht wird, so kann man sie getrost auch bei der Luftbildauswertung anwenden, die — wie vorstehend ausgeführt — nur solche „Fehler“ hat, die durch die Gesetze der Perspektive bedingt und daher korrigierbar sind!

Die kleinstreckenweise Einpassung

Das hier nun zunächst darzustellende Verfahren der kleinstreckenweisen Einpassung entspricht etwa dem der Einpassung von Bussolenzügen. Es wurde 1956 in der „Einführung in die forstliche Photogrammetrie“ (Lit. 4) erstmalig kurz beschrieben und im Forsteinrichtungsamt Koblenz viel angewandt.

An der Abb. 6 sei das Verfahren erläutert.

Nehmen wir an, das Luftbild sei eine Senkrechtaufnahme, dann liegt die abgebildete Abteilung auf einem Hang, dessen höchster Punkt „D“ ist. Dieser Punkt ist dem aufnehmenden Flugzeug am nächsten (eine in Nähe dieses Punktes liegende Strecke würde also in einem größeren Maßstab abgebildet als eine etwa gleichgroße Strecke, die in Nähe des Punktes B liegt). Die Aufgabe sei nun, etwa in der Mitte dieses Hanges die Linie EHG vom Luftbild in die Karte zu übertragen. Dazu müssen die Punkte E, H, G und der Hilfspunkt F bestimmt werden. Dies geschieht durch Proportionalteilung, die sehr einfach unter Anwendung des Rechenschiebers erfolgen kann. Durch solche Proportionalteilung von in Bild und Karte identischen Strecken oder Hilfslinien (Verlängerung vorhandener Linien und ggfs. auch Diagonalen) können alle zu kartierenden Punkte bestimmt werden.

Bei Anwendung dieses Proportionalteilungs-Verfahrens sind die durch Höhenunterschiede des Geländes bedingten „Fehler“ relativ gering. Essed hat hierfür die nachstehende Formel gefunden, die zunächst für gleichförmige Hänge gilt.

$$s = \frac{n \cdot h (c - nc)}{H}$$

In dieser Formel bedeuten:

n = Verhältnis der Teilstrecke zur Gesamtstrecke

h = Höhendifferenz der Gesamtstrecke

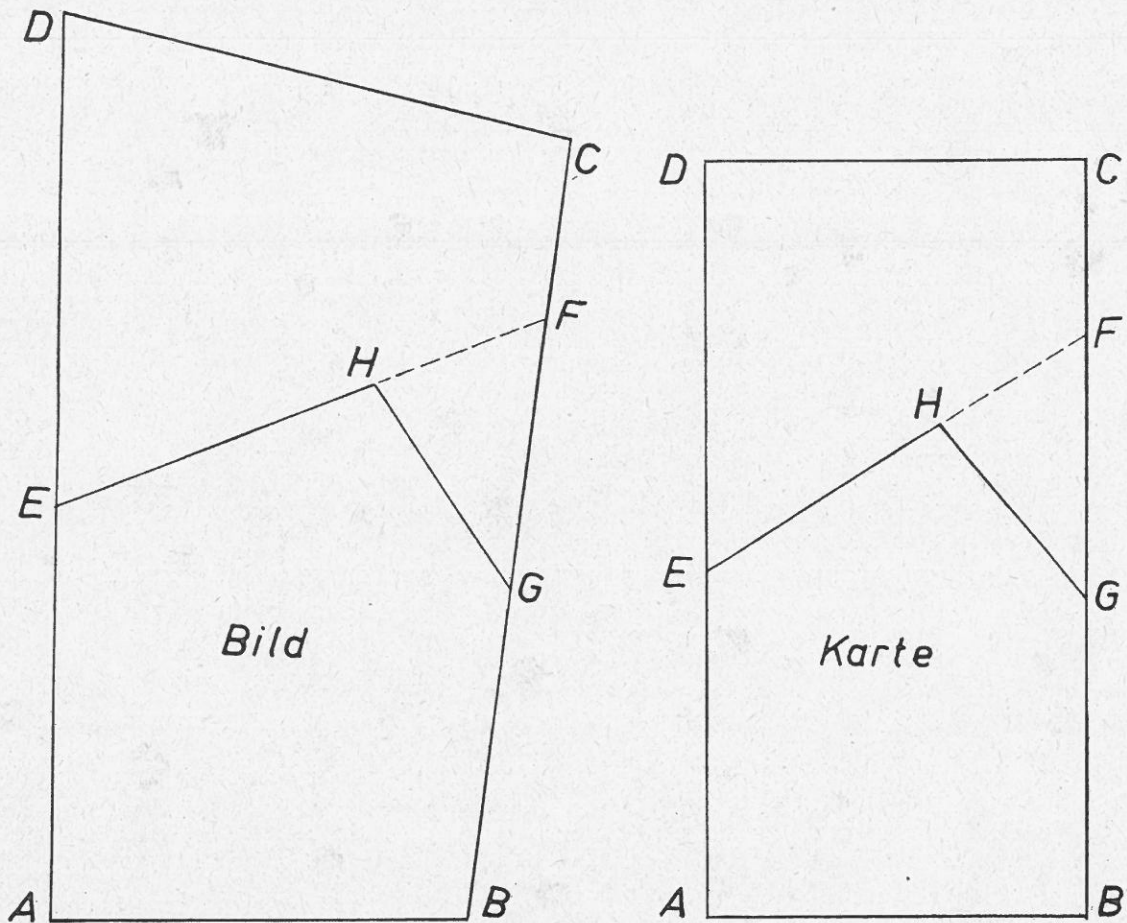
c = Gesamtstrecke (die näherungsweise eine gerade Linie sein soll)

H = Flughöhe (über dem höchsten Punkt der zu teilenden Strecke).

Die Richtigkeit dieser Formel wurde kürzlich im Arbeitskreis für forstliches Luftbild- und Kartenwesen geprüft und bestätigt. Ihre Ableitung und theoretische Interpretation soll einer späteren Veröffentlichung vorbehalten bleiben.

Um die Größe der Fehler (Teilstreckenkorrekturen in Richtung zum höchsten Punkt) zu veranschaulichen, wurde nach dieser Formel die Tabelle I aufgestellt. Sie zeigt, daß die Teilstreckenkorrekturen bei Flughöhen von 3 — 4000 m, nicht sehr steilen Hängen und kurzen Strecken nahe der Zeichengenaugkeit liegen (z. B. für Flughöhe 4000 m, Gesamtlänge 200 m und Teilstrecke 30 m beträgt die Korrektur für einen Gesamthöhenunterschied von 30 m nur 0,2 mm). Allgemein ist noch folgendes hierzu festzustellen:

Abb. 6



Proportionalteilung

1	L ä n g e		4	L ä n g e	
Strecke	Bild	Karte	Teilstrecke	Bild	Karte
	mm	mm		mm	Sp. 3 x Sp. 5 Sp. 2 mm
AD	120,0	100,0	AE	55,0	45,8
BC	104,0	100,0	{ BF	80,0	76,9
			{ BG	44,0	42,3
EF	69,0	59,0	EH	44,5	38,0

- 1) Die Tabellenwerte gelten für alle Maßstäbe (und Brennweiten)
- 2) Die Größe des Fehlers ist unabhängig von der Lage der zu teilenden Strecke im Bild (Bildmitte oder Bildrand)
- 3) Der Fehler ist in der Mitte der zu teilenden Strecke am größten.
- 4) Dieser Maximalfehler beträgt nur $\frac{1}{4}$ des Fehlers, der sich für die Gesamtstrecke durch perspektivische Verzeichnung nach der Formel $s = \frac{h}{H} \cdot c$ ergeben würde, falls einer der Punkte mit dem Bildmittelpunkt (bei Senkrechtaufnahme) zusammenfällt.

Handelt es sich um einen ungleichförmigen Hang, so ist eine zusätzliche Korrektur notwendig. Diese erfolgt nach der Formel:

$$s = \frac{r \cdot h}{H}$$

In dieser Formel bedeutet:

- r = Entfernung vom Bildmittelpunkt
- h = Höhendifferenz (hier Abweichung vom gleichförmigen Hang)
- H = Flughöhe.

Diese zusätzlichen Korrekturen und ihre Richtung werden durch die Tabelle II veranschaulicht. Auch diese Tabelle gilt für alle Maßstäbe (und Brennweiten). Die Punktkorrekturen sind jedoch stark abhängig von der Lage des Punktes (Bildmitte oder Bildrand). Zur Forstkartenergänzung sollte man daher bei ungleichförmigen Hängen stets das Luftbild verwenden, in dem die zu ergänzenden Punkte möglichst „in der Bildmitte“ liegen.

Tabelle I:

Teilstreckenkorrektur für Proportionalteilungen gerader Bildstrecken

Länge der Teilstrecke mm	Gesamtlänge der zu teilenden Strecke in mm			
	100	200	300	400
	Korrekturen (in Richtung zum höchsten Punkt) je 100 m Gesamthöhenunterschied			
	Flughöhe 4000 m			
10	0,2	0,2	0,2	0,2
20	0,4	0,4	0,5	0,5
30	0,5	0,6	0,7	0,8
40	0,6	0,7	0,8	0,9
50	0,6	0,8	1,0	1,1
60	0,6	0,9	1,2	1,3
70	0,5	1,1	1,3	1,4
80	0,4	1,2	1,5	1,6
90	0,2	1,2	1,6	1,7
100	0,0	1,2	1,6	1,9
110		1,2	1,8	2,0
120		1,2	1,8	2,1
130		1,1	1,8	2,2
140		1,0	1,9	2,3
150		0,9	1,9	2,3
160		0,8	1,9	2,4
170		0,6	1,9	2,4
180		0,4	1,8	2,5
190		0,2	1,7	2,5
200		0,0	1,7	2,5

Länge der Teilstrecke mm	Gesamtlänge der zu teilenden Strecke in mm			
	100	200	300	400
	Korrekturen (in Richtung zum höchsten Punkt) je 100 m Gesamthöhenunterschied			
210			1,6	2,5
220			1,5	2,5
230			1,3	2,4
240			1,2	2,4
250			1,0	2,4
260			0,8	2,3
270			0,7	2,2
280			0,5	2,1
290			0,2	2,0
300			0,0	1,9
400				0,0
	Flughöhe 3000 m			
10	0,3	0,3	0,3	0,3
100	0,0	1,6	2,2	2,5
200		0,0	2,2	3,3
300			0,0	3,7
400				0,0
	Flughöhe 2000 m			
10	0,4	0,4	0,4	0,5
100	0,0	2,5	3,3	3,7
200		0,0	3,3	5,0
300			0,0	3,7
400				0,0
	Flughöhe 1000 m			
10	0,9	1,0	1,0	1,0
100	0,0	5,0	6,6	7,5
200		0,0	6,7	10,0
300			0,0	7,5
400				0,0

Tabelle II:

Punktkorrekturen für Proportionalteilungen an ungleichförmigen Steilhängen

Flughöhe m	Entfernung des zu kartierenden Punktes vom Bildmittelpunkt mm							
	50	100	150	200	250	300	350	400
	Punktkorrektur für 10 m Höhenunterschied zu der durch Proportionalteilung ermittelten Höhenlage							
4000	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0
3000	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2
2000	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0
1000	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Die Korrektur erfolgt:

- in Richtung vom Bildmittelpunkt zum Bildrand, wenn der zu kartierende Punkt tiefer liegt, als es der Proportionalteilung entspricht;
- in Richtung vom Bildrand zum Bildmittelpunkt, wenn der zu kartierende Punkt höher liegt, als es der Proportionalteilung entspricht.

Die Luftbildumzeichnung

Während das Proportionalteilungsverfahren nur Strecken einpaßt und dadurch der Forstkartenergänzung durch Bussolennmessung am nächsten kommt, können durch die Luftbildumzeichnung auch kleine Flächen eingepaßt werden. Dies kann durch Verwendung eines einfachen Vergrößerungsgerätes oder eines episkopischen Projektionsgerätes bzw. „Luftbildumzeichners“ geschehen (z. B. Antiskop II der Fa. Liesegang mit schwenkbarem Projektionstisch — Lit. 2 — bzw. Luftbildumzeichner der Fa. Carl Zeiss — Abb. 7). Die Korrektur von

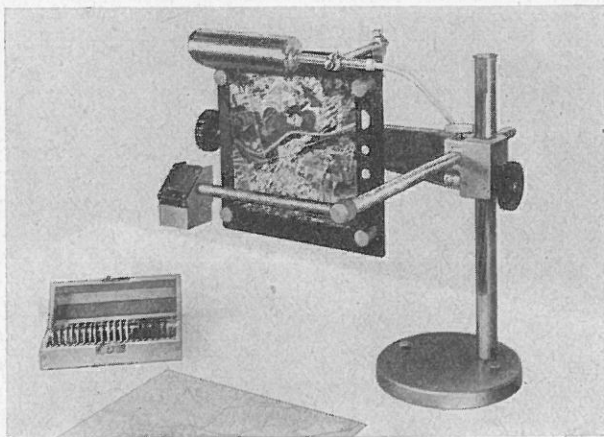


Abb. 7: Luftbildumzeichner
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

„Fehlern“ an gleichförmigen Hängen geschieht hier automatisch durch entsprechende Projektion bzw. Schwenkung des Projektionstisches. Dagegen gilt für die Punktkorrekturen an ungleichförmigen Hängen usw. das Gleiche wie beim vorstehend beschriebenen rechnerischen Verfahren. Die Tabelle II kann daher auch hier angewandt werden. In gleicher Weise gilt auch die Regel, möglichst das Luftbild zu verwenden, in dem die zu ergänzenden Punkte in der Bildmitte liegen.

Die Beschreibung der Möglichkeiten der Forstkartenergänzung mit Hilfe von Luftbildern sei mit der Bemerkung abgeschlossen, daß durch diese sehr einfachen Verfahren eine wesentliche Rationalisierung der Forsteinrichtungsarbeiten erreicht wurde. Allein diese Ersparnisse rechtfertigen schon die Beschaffung jeweils neuester und optimal auswertbarer Luftbilder für jede neue Forsteinrichtung bzw. Fortschreibung.

Wichtig bleibt aber, daß die forstliche Luftbildauswertung nicht auf die Forstkartenergänzung beschränkt bleibt, sondern daß eine vollständige und optimale Ausnutzung dieses wertvollen Hilfsmittels erfolgt. Wie dies in Verbindung mit einer neuzeitlichen elektronischen Datenverarbeitung (EDV) erfolgen kann, soll im folgenden Abschnitt erläutert werden.

IV. Luftbilder als Informationsspeicher für die elektronische Datenverarbeitung (EDV) der Forsteinrichtung.

Nach der Bestandsausscheidung und Flächenvermessung ist — wie vorstehend ausgeführt — die Feststellung der durch Zeitablauf eingetretenen Veränderungen des Bestandszustandes das weitere große Anwendungsgebiet der forstlichen Luftbildtechnik. In der Deutschen Bundesrepublik erlangt dieses Anwendungsgebiet in Verbindung mit der neuerdings vielseitig ausgebauten EDV der Forsteinrichtung besondere Bedeutung.

Die Automatisierung mechanischer Rechen- und Schreiarbeiten, die sich heute in modernen Rechenzentren großer elektronischer Maschinen bedient, wird — besonders erfolgversprechend — auch für die Forsteinrichtung eingesetzt. In Verbindung mit der Luftbildauswertung kann sie letzten Endes dem — bisher nicht befriedigend gelösten — Problem der ständigen Laufendhaltung der Forsteinrichtungsunterlagen dienen.

Die Automatisierung durch die Maschine bleibt hierbei auf die mechanischen Rechen- und Schreiarbeiten beschränkt. Dem Menschen, der von diesen mechanischen Arbeiten entlastet wird, fällt die wichtige Aufgabe zu, die Automatisierung jeweils sinnvoll vorzubereiten und zu steuern. Dies geschieht durch 2 wichtige Tätigkeiten:

- 1) Aus der Fülle der Informationen (auf forstlichem Gebiete der vielen sichtbaren und erfassbaren Dinge im Walde) werden sorgfältig die „Daten“ ausgewählt, die für den jeweils vorliegenden Zweck entscheidend sind.
Man nennt dies: „Dateneingabe“
- 2) Bis in die letzten Einzelheiten wird bestimmt, wie diese Daten verarbeitet werden sollen.
Man nennt dies: „Programmierung“

Bei der Dateneingabe kann das Luftbild ein sehr wichtiges Hilfsmittel sein. Es hat alles festgehalten, was in einer bestimmten Sekunde unter den zur Aufnahmezeit gegebenen Bedingungen (Jahreszeit, Wetterlage pp) von einem bestimmten Standort aus sichtbar, (d. h. optisch aufnehmbar) war. Das Luftbild „speichert“ dabei sehr viel mehr „Informationen“, als es der Mensch mit Hilfe seines Gedächtnisses (oder seines Notizbuches) könnte, und es speichert alles so objektiv, wie es eben nur eine Photographie kann.

Durch Verwendung besonderer Infrarot- oder Falschfarbfilme oder dergl. kann die Aussagefähigkeit des Luftbildes in Bezug auf bestimmte Informationen (Baumarten, Rauchschäden usw.) wesentlich verändert werden. Natürlich vermag aber das Luftbild nicht kenntlich zu machen, was für einen bestimmten Auswertungszweck wichtig oder unwichtig ist. Wahllos speichert es alles, was jeweils sichtbar ist.

Die Möglichkeiten der Datenentnahme aus dem Luftbild zum Zwecke der Dateneingabe in die EDV sind sehr vielfältig. Sie reichen von der einfachen Betrachtung (mit oder ohne Stereoskop) über die photographische Behandlung der Filme und Abzüge (Vergrößerung, Kontrastverstärkung und evtl. Kontrastausgleich) und die stereophotogrammetrische Höhenmessung (z. B. mit dem Taschenmeßstereoskop — s. Abb. 8)

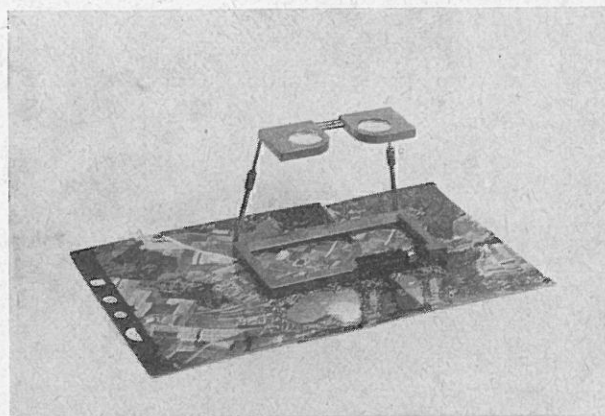


Abb. 8: Taschenmeßstereoskop
Werkphoto Carl Zeiss, Oberkochen

bis zu den heute noch nicht recht praxisreifen Messungen von Bestandshöhendifferenzen aus Luftbildern verschiedenen Datums zur Ertragsklassenermittlung (Lit. 5).

V. Zusammenfassung und Ausblick

Aus der Fülle der Einzelheiten, die das Luftbild für den Waldzustand im Augenblick der Aufnahme festhält (speichert), sind zunächst die geodätischen Informationen (als Grundlage der Forstvermessung) wichtig. In mehreren Ländern wurde der schlüssige Beweis erbracht, daß allein die Einsparungen bei der Forstvermessung die Kosten der Luftbildbeschaffung- und Auswertung völlig decken. Für die „Forstkartenergänzung“ wurden besonders einfache Verfahren entwickelt und bezüglich ihrer Genauigkeit geprüft.

Die geodätische Auswertung beinhaltet schon einen wesentlichen Teil der Interpretation, denn die durch das Luftbild so erheblich erleichterte Bestandsausscheidung beruht ja bereits auf dem Ansprechen von Bestandsunterschieden: Die Bestandsausscheidung begrenzt die Unterschiede, die den Anlaß zu getrennten Aufnahmeeinheiten — und damit zu Einheiten der EDV der Forsteinrichtung — geben. Die Entscheidung hierüber liegt beim Forsteinrichter, der auf einen örtlichen Begang selbstverständlich i. d. R. nicht verzichten kann.

Es sind schon Verfahren entwickelt worden, die es ermöglichen, Luftbilder — zunächst für geodätische Zwecke — automatisch zu vermessen (d. h. nach Luftbildern automatisch zu kartieren). Solche Verfahren kommen für forstliche Auswertungen z. Zt. noch nicht in Frage. Es genügt, die jeweils benötigten (gespeicherten) Daten aus dem Luftbild zu entnehmen und der weiteren Verarbeitung — d. h. der Forstkartenergänzung und der EDV — zuzuführen. Besonders wichtig ist dabei, daß der Informationsspeicher Luftbild den für uns so wichtigen „Faktor Zeit“ sozusagen miteinfaßt. Durch Wiederholung der Aufnahme in bestimmten Zeitabständen hält das Luftbild ja gleichzeitig mit der Erhebung des neuen Zustandes auch die seit der letzten Aufnahme eingetretenen Veränderungen dokumentarisch fest.

In Verbindung mit der EDV und evtl. zusätzlichen Dateneingaben wird das Luftbild zum idealen Dokumentationsmittel für die Bestandsgeschichte und ein wertvolles Hilfsmittel für Bestandsvergleiche. Auf der letzten Tagung des Deutschen Forstvereins (Münster 1966) hatte der Verfasser Gelegenheit, dies unter dem Thema „Luftbild und Lochkarte als Hilfsmittel zur Dokumentation der Bestandsgeschichte und zur Fortschreibung von Forstbetriebswerken“ näher auszuführen und an Beispielen zu erläutern (Lit. 6).

Die Dateneingabe mit Hilfe der Luftbildauswertung sowie die schnelle und sichere Datenverarbeitung durch die EDV dient nicht nur der Rationalisierung der Forsteinrichtung im engeren Sinn, sie schafft auch die Voraussetzungen für häufigere Wiederholungen der Zustandserfassungen und deren Auswertungen, sowie der Zusammenfassung ihrer Ergebnisse für große Befundeinheiten (Wuchsgebiete, Regierungsbezirke, Länder u. a.), für die dann auch Stichprobenmethoden ergänzend eingesetzt werden können.

Eine solche moderne Forsteinrichtungsstatistik mit Hilfe von Luftbild- und Lochkartenauswertungen könnte zu einer „permanenten Forsterhebung“ ausgebaut werden, die stets zeitnahe Unterlagen für forstpolitische und holzhandelspolitische Entscheidungen liefert und damit weitgehend an die Stelle der bisherigen Fragebogenmethoden treten kann.

Literaturhinweise (soweit im Text angeführt)

- (1) „Anwendungen des Luftbildes bei Waldinventuren in Praxis und Forschung“, herausgegeben von der Beratungsgruppe für die Anwendung des Luftbildes in der Forstwirtschaft der Sektion 25 der JUFRO 1963 (zu beziehen durch das JUFRO-Sekretariat, Forstliche Versuchsanstalt, 8 München 13, Amalienstr. 52).
- (2) H. Baumann: Forstliche Luftbild-Interpretation. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 2, 1957.
- (3) G. Hildebrandt: Differenzialverzerrung und Orthophoto, Allg. F. u. J. Ztg., 1966, Seite 152 ff.
- (4) W. von Laer: Einführung in die forstliche Photogrammetrie, Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen 1956.
- (5) Ders. Aerophotogrammetrische Höhenzuwachsungen von Waldbeständen. Allgemeine Forstzeitschrift, 1962, Seite 33.
- (6) Ders. Luftbild- und Lochkarte als Hilfsmittel zur Dokumentation der Bestandsgeschichte und zur Fortschreibung von Forstbetriebswerken. Jahresbericht des Deutschen Forstvereins 1966, Seite 111.
- (7) G. Weimann: Untersuchungen zur photogrammetrischen Höhenbestimmung aus Radialabständen, 1965, Verlag der bayerischen Akademie der Wissenschaften (Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München).

Das KWF hat Glückwünsche zum Geburtstag übermittelt:

Zum 60. Geburtstag

- am 2.2. Oberforststrat Stadtler, Karlsruhe-Durlach
am 12.2. Forstdirektor Karl Rauchenberger, München

Zum 65. Geburtstag

- am 31.1. Oberforststrat Paul Anton Dummel, Kirchzarten
am 6.3. Forstpräsident Dipl. Ing. Friedrich Linhart, Regensburg

Den Jubilaren gilt für langjährige Mitarbeit im Arbeitsring „Waldwegebau“ besonderer Dank.

GEFFA-Stiftung

Die Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft (GEFFA), die am 2. 11. 1962 ihre Tätigkeit eingestellt und ihre Aufgaben dem Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik, Rechtsnachfolger der Technischen Zentralstelle der deutschen Forstwirtschaft (TZF), übertragen hatte, besitzt nunmehr eine neue Satzung, die einer Stiftungsverfassung entspricht. Mitglieder der GEFFA sind alle Mitglieder des KWF.

Nach Verkauf des Grundstückes mit den Gebäuden des Instituts für forstliche Arbeitswissenschaft (IFFA) in Reinbek an das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) zur Übernahme durch die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft verfügt die GEFFA über ein Vermögen, das in festverzinslichen Rentenwerten und Obligationen langfristig angelegt worden ist. Aus den Erträgen soll die Förderung von Forschungs- und Arbeitsaufträgen auf dem Gebiet der forstlichen Arbeitswissenschaft, der Waldarbeit und Forsttechnik erfolgen. Darüber hinaus sieht die Satzung u. a. die Förderung entsprechender Veranstaltungen, die Gewährung von Beihilfen bei Veröffentlichungen und die Dotierung von Preisausschreiben für Arbeiten aus dem Gebiet der Waldarbeit und Forsttechnik vor. Diese Zwecke sind ausschließlich gemeinnützig.

Am 17. 1. 1968 traten in Buchschlag erstmals die neuen Aufsichtsorgane der Gesellschaft für forstliche Arbeitswissenschaft e. V. (GEFFA-Stiftung) zusammen. Nach der neuen Satzung der Gesellschaft vom 10. 7. 1967 wurden vom BML in den Verwaltungsrat Regierungsdirektor Rohner und Professor Dr. Platzer, Präsidierender Direktor der BFA Reinbek bestellt. Professor Dr. Hilf / Reinbek, Forstpräsident Paul / Tübingen und Oberlandforstmeister Dr. Schleicher gehören dem Verwaltungsrat als Mitglieder an, die vom Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF) satzungsgemäß gewählt worden sind. Dr. Schleicher wurde das Amt des Kurators übertragen. Nach Konstituierung des Verwaltungsrates wurden zu geschäftsführenden Vorstandsmitgliedern Oberlandforstmeister Kriebitzsch / Hannover als Vorsitzender, Oberregierungsrat Dr. Reissinger / Seeshaupt und Professor Dr. Strehlke / Hann. Münden als Stellvertreter bestellt.

Die GEFFA-Stiftung wird bestrebt sein, zur Lösung vordringlicher Forschungs- und Arbeitsaufgaben nach Kräften beizutragen, um die schwierige Wirtschaftslage der Verwaltungen und Betriebe aller Waldbesitzarten verbessern zu helfen.

Dr. H. Schleicher

Regenmacher gegen Waldbrände

Regenerzogene Flugzeuge wurden zum ersten Mal in Australien eingesetzt, um Waldbrände zu bekämpfen. Die Brandbekämpfungsbehörden von Virginia und New South Wales wandten sich an die australische Forschungsorganisation, als sie keine Möglichkeit mehr sahen, die Waldfeuer in ihrem Bezirk einzudämmen. Ein gechartertes Flugzeug wurde in Eile für Wolkenberieselungsarbeiten in Victoria ausgerüstet und bei günstigen Wolkenbedingungen in den Waldrandgebieten in Richtung der Gefahrenzonen am frühen Morgen gestartet. Die Wolkenbedingungen waren ausgezeichnet, und die Berieselungsarbeiten wurden während des ganzen Tages fortgesetzt. Eine Stunde nach Beginn der Wolkenberieselung fiel der erste Regen mit einer Niederschlagshöhe bis zu 1,25 cm; im Gebiet der Feuerfront war die Gefahr bereits stark verringert. Auch am nächsten Tag herrschten günstige Wolkenbedingungen und die Berieselung wurde wiederholt. Diesmal fiel mehr als 2,5 cm Regen an mehreren Stellen der Feuerzonen, wodurch die Feuergefahr praktisch beseitigt werden konnte. (sdw)

Ein Wald ist bald zu Asche gemacht

mahnte von 1900 Jahren der römische Philosoph Seneca. Diese Warnung ist auch heute noch, und besonders in diesen ersten Vorfrühlingstagen, von besonderer Wichtigkeit und Aktualität. Nach langem, dunklen Winter lockt es die Menschen hinaus an sonnige Hänge in den vorfrühlingshaften Wald. Eis und Schnee sind längst gewichen, Gräser, Laub und abgestorbenes Holz sind dürr und trocken. Eine achtlos weggeworfene Zigarette — und es brennt wie Zunder. Mit einer Geschwindigkeit von 30 — 50 Metern je Minute eilt das Feuer, sich immer weiterfressend, davon. Löschwasser fehlt in den meisten Fällen, und bis Hilfe herbeigeholt ist, hat sich das Feuer im Nu zu einem Waldbrand ausgeweitet. Darum besteht in den Wäldern für die Zeit vom 15. März bis 30. September grundsätzlich strengstes Rauchverbot.

Nach einer über 85 Jahre geführten Waldbrandstatistik, bei der 12 500 Brände auf ihre Ursache hin untersucht wurden, wurde festgestellt, daß 57 % aller Waldbrände auf menschliche Fahrlässigkeit zurückzuführen sind. Weitere Ursachen der Waldbrände sind: Funkenflug der Eisenbahn 9,5 %, Brandstiftung 9 %, Blitzschlag 1,5 %; ungeklärt sind 22,5 %, die vermutlich auch größtenteils durch Menschenhand entstanden. (sdw)

