

Geowiss.Mitt.
20, 1982/ S.9-39

ORTHOPHOTOKARTEN
VON
GLETSCHERGEBIETEN
von
E.Jiresch

Adresse des Autors:

Dipl.Ing. Erich Jiresch, Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, Technische Universität Wien, Karlsplatz 11 A 1040 Wien

ORTHOPHOTOKARTEN VON GLETSCHERGEBIETEN

E. Jiresch

Überarbeitete und erweiterte Fassung des gleichnamigen Vortrages für die Geodätischen Informationstage 1980 mit 2 Kartenbeilagen .

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Die Stellung der Orthophoto-Gletscherkarten unter den Orthophotokarten
 - 2.1 Orthophotokarten
 - 2.2 Orthophoto-Gletscherkarten
 - 2.2.1 Vervielfältigungsart
 - 2.2.2 Ökonomische Situation
 - 2.2.3 Bildinhalt
3. Parallelherstellung von touristischen und wissenschaftlichen Orthophoto-Gletscherkarten
4. Die Abschnitte einer Orthophotokartenherstellung
5. Zur Paßpunktbestimmung
 - 5.1 Vorbemerkung
 - 5.2 Kartometrische Paßpunktbestimmung für die Luftbildkarte Hochstubai 1:10 000
 - 5.2.1 Kartenmaterial
 - 5.2.2 Ergebnisse
 - 5.2.3 Diskussion der Genauigkeit
 - 5.3 Kartometrische Paßpunktbestimmung für weitere Orthophotokarten
 - 5.4 Aufwandsvergleich
 - 5.5 Abschließende Bemerkungen
6. Aspekte der kartographischen Gestaltung
 - 6.1 Anforderungen an Gletscherkarten i. A.
 - 6.2 Anforderungen an Orthophoto-Gletscherkarten
 - 6.3 Spezielle Probleme bei Orthophotokarten
 - 6.3.1 Schattenplastik und Pseudoplastik
 - 6.3.2 Verschattete Bildteile
 - 6.3.3 Zwang zur übertriebenen graphischen Genauigkeit
 - 6.3.4 Einschränkung in der Farbanwendung
 - 6.3.5 Besondere reprotchnische Anforderungen
7. Diskussion von Kartenbeispielen

Beilage 1: Luftbildkarte Hochstubai 1:10 000
Beilage 2: Luftbildkarte Hochstubai 1:20 000

Inhaltsangabe

Zunächst werden einige Besonderheiten der Orthophotogletscherkarten gegenüber Orthophotokarten von anderen Landschaftstypen und gegenüber Strich-Gletscherkarten betrachtet. Aus der Herstellungspraxis des Instituts für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien heraus, an welchem der Verfasser tätig ist, wird die Methode der kartometrischen Paßpunktbestimmung für die photogrammetrische Bildauswertung behandelt. Weiters werden Aspekte der kartographischen Gestaltung im Vergleich mit dem Anforderungskatalog für Gletscherkarten und anhand zahlreicher Orthophotokarten von Gletschergebieten erläutert und diskutiert.

1. Einleitung

Am Ende des Artikels befindet sich eine Übersicht über die im Vortrag gezeigten Dias.

Die kartographische Darstellung von Gletschern ist ein relativ junger Zweig der topographischen Kartographie. Erst 1889 wurde mit der Karte des Vernagtferners 1:10 000, von S. FINSTERWALDER die erste photogrammetrisch aufgenommene Gletscherkarte geschaffen. Die ideale Zielvorstellung für eine Gletscherkarte war und ist die möglichst vollständige Darstellung nicht nur des Gletscherkörpers selbst, sondern auch die Darstellung der vielfältigen Strukturelemente der Gletscheroberfläche. Daher war es naheliegend, mit der Einführung der Orthophototechnik Orthophotos besonders auch für die Herstellung von Gletscherkarten zu verwenden. Denn das Orthophoto als Karteninhalt bietet theoretisch die gesamte Fülle des Luftbildes.

1972 wurde ein Orthophoto von einem Teil des Vernagtferners von Rüdiger FINSTERWALDER [3] veröffentlicht. 1976 konnte

dann unser Institut eine gedruckte Karte eines Gesamtgletschers - nämlich des Untersulzbach-Gletschers in der Venediger-Gruppe vorlegen. In der Folge erschienen weitere Orthophotogletscherkarten und es ist bereits möglich, daran einige Probleme praktisch zu studieren und zu diskutieren. An unserem Institut wurden bereits 5 Gletscherkarten hergestellt¹⁾ und in insgesamt etwa 9 Ausführungsvarianten gedruckt. Unsere letzte Karte haben Sie als "Vortragspapier" vor sich liegen (Luftbildkarte Hochstubai 1:10 000, Kartenbeilage 1).

Ich möchte in diesem Referat u.a. folgende Punkte berühren:

- Die Stellung der Gletscherkarten unter den Orthophotokarten,
- 2 Aspekte der Herstellung :
- die kartometrische Paßpunktbestimmung und
- ausgewählte Fragen der kartographischen Gestaltung.

Speziellen Reproduktionsfragen im Zusammenhang mit der Orthophoto-Gletscherkarten-Herstellung ist ein eigener Vortrag gewidmet.

2. Die Stellung der Orthophoto-Gletscherkarten unter den Orthophotokarten

2.1 Orthophotokarten

Soweit ich das beurteilen kann, hat das Orthophoto in Österreich eine rasche Beliebtheit erlangt. Dazu hat sicher beigetragen, daß in Wien ein leistungsfähiger Orthophotoprojektor vorhanden und leicht zugänglich ist. Dieses Gerät wird je zur Hälfte von der staatlichen Landesaufnahme und vom Institut für Photogrammetrie betrieben. In logischer Konsequenz werden an unser Institut die Fragen der optimalen Weiterverarbeitung herangetragen.

¹⁾ Untersulzbachkees 1969 (Großvenediger)- glaziologische Arbeitskarte 1:10 000
Großvenediger 1:10 000 (1974)
Kleines Fleißkees und Goldbergkees 1:10 000
Hochstubai 1:10 000
Hochstubai 1:20 000

Die Maßstäbe der von uns bearbeiteten Orthophotokarten lagen in der Regel zwischen 1:2 000 bis 1:10 000, aber auch 1:25 000 wurde schon für Regionalplanungszwecke hergestellt. Hauptbesteller sind

- Planungsämter oder -stellen, z.B. das Amt der Steiermärkischen Landesregierung in Graz, der Magistrat von Innsbruck, das Amt der Salzburger Landesregierung
- Forstverwaltungen und
- dann noch einige Auftraggeber aus dem wissenschaftlichen Bereich.

Die Anwendungsgebiete der von uns bearbeiteten Orthophotos oder Orthophotokarten sind dementsprechend Raumplanungen der verschiedensten Ebenen, Umweltschutzkataster, Ingenieurplanungen, wissenschaftliche Aufgaben, wie z.B. Vegetationskartierungen oder in der Archäologie, die in Wien durch das nahegelegene Grabungsfeld Carnuntum präsent ist. Alle die gerade genannten Besteller benutzen das Orthophoto direkt als Arbeitsmittel und benötigen daher relativ wenige Exemplare pro Vorlage einerseits und höchstmögliche Bildqualität andererseits, was eine Druckvervielfältigung i. a. ausschließt.

2.2 Orthophoto-Gletscherkarten

2.2.1 Vervielfältigungsart

Die Gletscherkarten lassen sich nicht in die obenstehende Aufzählung einfügen. Sofern es sich um wissenschaftliche Karten handelt, werden sie in der Regel nicht als Arbeitsbehelfe verlangt, sondern zu Dokumentationszwecken als Basis späterer wissenschaftlicher Auswertung. Wo die Gletscherkarte zunächst Arbeitsbehelf oder Grundkarte ist, wie etwa für Darstellungen des Gletscherbettes durch Isohypsen, bleibt die Dokumentationsabsicht aber auch erhalten. Daraus ergibt sich unter anderem, daß eine **D r u c k v e r v i e l f ä l t i g u n g** nötig ist, weil diese Karten publiziert

werden sollen und daß im besonderen Maß der Informationsgehalt des Luftbildes, zumindest auf dem Gletscher selbst und dem Gletschervor- sowie Umfeld in die Druckwiedergabe hinein "gerettet" werden soll. Eine nicht besonders leichte Aufgabe, wie die Betrachtung einschlägiger Karten und Publikationen und unsere eigene Erfahrung lehrt!

Für touristische Gletscherkarten ist wegen der erforderlichen Auflagenhöhen ebenfalls die Vervielfältigung durch Offsetdruck erforderlich.

2.2.2 Ökonomische Situation

Eine weitere Unterscheidung der G l e t s c h e r - Orthophotokarten zu den übrigen liegt darin, daß weder besondere ökonomische oder politische A u f t r a g g e b e rinteressen vorhanden sind, sondern schlicht überwiegend wissenschaftliche Interessen, was chronische finanzielle Engpässe bedeutet. Alle von unserem Institut hergestellten Orthophoto-Gletscherkarten wurden für wissenschaftliche Zwecke hergestellt (Dementsprechend wurde durchwegs der Maßstab 1:10 000 benutzt).

2.2.3 Bildinhalt

Vom B i l d i n h a l t her läßt sich ebenfalls eine Abgrenzung treffen. In den Gletscherkarten interessieren im wesentlichen zwei Bildinhalte: Der Gletscher und das Gletscherumland - also Eis und Fels - oder Schuttgelände. In der Regel sind in der Gletscherkarte keine Merkmale und Objekte der Kulturlandschaft vorhanden, die in Orthophotokarten von Kulturland als wesentliche und bildformende Inhalte auftreten.

3. Parallelherstellung von touristischen und wissenschaftlichen Orthophoto-Gletscherkarten

3.1 Grundlage

In vielen Fällen sind die für wissenschaftliche Zwecke kartographisch erfaßten Gebiete auch touristische Attraktionen. Der Gedanke liegt daher nahe, die Investitionen an Geld und Arbeit nicht nur in eine wissenschaftlich verwertete und verwendbare Karte ausmünden zu lassen, sondern mit geeigneten Modifikationen auch eine touristische Karte als Ergebnis zu erzielen und damit einen zweiten Benutzerkreis zu erreichen und auch an der Finanzierung zu beteiligen.

Um diese Überlegungen zu testen, wurde parallel zur Luftbildkarte Hochstubaier 1:10 000 eine zweite Karte im Maßstab 1:20 000 hergestellt (Kartenbeilage 2). Sie entstand im wesentlichen durch bloße Verkleinerung der vorhandenen Teiloriginale der Karte 1:10 000, das Orthophoto wurde jedoch neu aufgerastert. Die so entstandene Ausführung wird von uns als sehr gut geeignetes Versuchs-Muster angesehen. Für eine endgültige Ausführung wären die z.T. nur sehr kleinen Schriften durch größere zu ersetzen und spezielle touristische Karteninhalte in einer eigenen Farbe aufzudrucken.

3.2 Probleme

Die Parallelherstellung einer wissenschaftlichen Karte im großen Maßstab 1:10 000 z.B. und einer touristischen Version in einem (etwas) kleineren Maßstab läßt sich problemlos nur dann durchführen, wenn das für wissenschaftliche Zwecke darzustellende Gebiet auch die für einen touristischen Benutzer wesentlichen Gipfel, Hütten und Übergänge einschließt.

Wenn diese Voraussetzung nicht gegeben ist, dann müßte

sinnvoller Weise v o r dem Arbeitsbeginn zur Kartenherstellung ein Privat-Auftraggeber gesucht und gefunden werden, mit dem der wissenschaftliche Auftraggeber eine Interessens- und Finanzierungsgemeinschaft einzugehen bereit ist. Das ist weder leicht noch ohne großes Risiko für Terminverzögerungen zu bewerkstelligen.

Ein Beispiel für die ungenügende Übereinstimmung zwischen dem auf der wissenschaftlichen Karte erfaßten und dem touristisch interessanten (Gletscher) Gebiet liegt mit der von uns hergestellten LUFTBILDKARTE GROSSVENEDIGER 1:10 000 [Dia 11] vor.

4. Die Abschnitte einer Orthophotokartenherstellung

Die Herstellung von Orthophotokarten - wobei nur von echten Karten die Rede sein soll, die also ein Minimum oder auch mehr an kartographischer Bearbeitung aufweisen - kann man in 4 Abschnitte gliedern:

- 1) Geodätisch-photogrammetrische Arbeiten
- 2) Glaziologische und topographische Redaktion
- 3) Kartographische Gestaltung und Bearbeitung
- 4) Reproduktion und Vervielfältigung - letzteres ist im Falle von Gletscherkarten im Regelfall der Offsetdruck.

Zu 1)

Die geodätischen und photogrammetrischen Arbeiten schaffen die Voraussetzungen zur Herstellung des Orthophotos. Für unsere ersten Gletscherkarten ließen wir die Orthophotoprojektion am Orthophotoprojektor GZ 1 am Institut für Angewandte Geodäsie in Frankfurt und am Gestalt Photo-Mapper in Vancouver herstellen. Seit 4 Jahren steht in Wien ein leistungsfähiger Orthophotoprojektor Wild Avioplan OR 1 zur Verfügung. Dieses entwicklungsmäßig jüngere Gerät liefert hervorragende Orthophotos und hat praktisch keine gerätemäßigen Einschränkungen hinsichtlich der Geländehöhen-

differenzen, die in einem Modell auftreten dürfen. Unsere Gletscherkarte Hochstubai (Diab) wurde mit dem Avioplan OR 1 entzerrt.

Zu 2)

Die fachwissenschaftliche und topographische Redaktion muß jene Auswertungen vornehmen, die der Orthophotokarte mitgegeben werden sollen. Im Extremfall wird für eine Orthophotogletscherkarte keine Interpretationsarbeit durch den Hersteller geleistet, sondern diese voll dem Benutzer überlassen. Die Arbeitsverlagerung auf den Benutzer ist allerdings mit technischen Nachteilen verbunden. Dem Benutzer steht nämlich nur mehr ein gedrucktes und in der Regel nur monokular zu betrachtendes Bild zur Verfügung, das weder den vollen Informationsgehalt des Luftbildes - wegen der Verluste im Druckverfahren - noch den Informationsgewinn durch die stereoskopische Betrachtungsmöglichkeit bietet. Das sind Fakten, die es auch für eine Orthophotokarte begründen, warum eine fachredaktionelle und kartographische Bearbeitung wünschenswert sind.

Zu 3)

Die kartographische Gestaltung ist eine Konsequenz der redaktionellen Entscheidungen und hängt wechselseitig mit dem 4. Punkt, der Reproduktion und Druckvervielfältigung zusammen.

Die weiteren Ausführungen befassen sich mit 2 speziellen Punkten des Herstellungsablaufes von Orthophoto-Gletscherkarten: Mit der Paßpunktbestimmung (Abschn.5) und mit der kartographischen Gestaltung (Abschn 6u.7). Zu Fragen der Reproduktion und der Druckvervielfältigung ist ein eigenes Referat vorgesehen.¹

¹) JIRESCH, Erich: Zur Reproduktion von Hochgebirgsorthophotokarten. In diesem Heft.

5. Zur Paßpunktbestimmung

5.1 Vorbemerkung

Wenn man die Möglichkeit hat, ganz schulgemäß die für die Luftbildauswertung benötigten Paßpunkte im Feld zu messen und falls erforderlich durch Aerotriangulation zu verdichten, dann entstehen keine Probleme, die wir als Kartographen behandeln könnten. Nun wurden wir aber mehrmals mit der Frage konfrontiert, ob nicht auch kartometrisch bestimmte Paßpunkte den Zweck erfüllen würden. Entweder, weil die Kosten für eine Paßpunktbestimmung im Gelände im Rahmen eines glaziologischen Projektes weder unterzubringen noch in einem vernünftigen Verhältnis zum übrigen Projektaufwand und zur erforderlichen Genauigkeit der gewünschten Karte waren. Oder, weil die Zeit für Paßpunktmessungen im Hochgebirge vorbei war und trotzdem die Orthophotokarte entstehen sollte. Der Kostenfaktor fällt besonders dann ins Gewicht, wenn Luftbilder zur Kartenherstellung benutzt werden, die im Archiv der Landesaufnahme vorhanden und jedermann zugänglich sind. Anders liegen die Verhältnisse, wenn Luftbilder auf eigene Bestellung geflogen werden.

Kurzum, die Frage nach der Möglichkeit, Paßpunkte kartometrisch zu bestimmen, war da und wir haben sie zur Herstellung der Gletscherkarte Hochstubai angewandt und untersucht. Die nun folgenden Ergebnisse stammen aus einer Diplomarbeit von Bernhard PAYR [5], welche von mir betreut wurde.

5.2 Kartometrische Paßpunktbestimmung für die Luftbildkarte Hochstubai 1:10 000

5.2.1 Kartenmaterial

Das Kartenmaterial, das hierbei zur Verfügung steht, ist die Manuskriptkarte 1:10 000. Technisch gesehen ist sie nichts anderes als die 1. Stufe zur Herstellung der Österreichischen Karte 1:50 000, nämlich die Stereoauswertung.

Die Zeichnung dieser Stereoauswertung oder eine darauffolgende Überzeichnung erfolgt teilweise mit einer Strichbreite, die für eine Verkleinerung auf 1:50 000 angepaßt ist. Die Auswertung erfolgt auf 3 getrennten Blättern:

- Situation und Gewässer
- Höhengichtlinien und Gewässer
- Kottenblatt mit Höhenkotten für markante Situations- und Geländepunkte.

Von diesen 3 Teilen gibt die Landesaufnahme Kopien ab. Der Rückgriff auf die Manuskriptkarte 1:10 000 erfolgt nicht so sehr wegen des bequemen Arbeitens gegenüber einer Kartenausmessung im Maßstab 1:50 000, sondern aus einem anderen Grund: Die Stereoauswertung weist teilweise wesentlich mehr Inhalt auf als die gedruckte Karte 1:50 000.

Ich zeige im Dia 1 die Kopien des Situationsblattes (Bild 1) und des Höhengichtlinienblattes. Auf den ersten Blick sieht der Inhalt etwas verwirrend aus, man muß sich etwas einlesen. Man muß genügend viele Kartenpunkte mit Luftbildpunkten identifizieren und deren Koordinaten im Landeskoordinatensystem abmessen. Es geht nicht ganz so einfach, wie ich das jetzt sage, aber ich möchte Sie nicht mit Details belästigen. Wenn jemand am genaueren Vorgang Interesse hat, dem stehe ich mit Auskünften natürlich gerne zur Verfügung (vgl. auch PAYR [5]).

5.2.2 Ergebnisse

Mit den Paßpunktkoordinaten wurde dann in ein Rechenprogramm für einen Blockausgleich [1] gegangen, womit die beiden Teilmodelle, die an der Erzeugung des quadratischen Orthophotos beteiligt sind, gemeinsam behandelt werden und die fehlerhaften Punkte wurden aussortiert. Für die 2 Modelle, aus denen die Luftbildkarte besteht, wurden ursprünglich 32 Punkte gemessen (9 Vollpaßpunkte, 9 Lagepaßpunkte, 14 Höhenpaßpunkte). Nach 3 Rechenläufen, in denen sukzessive die fehlerhaft identifizierten Punkte entfernt wurden, verblieben 18 Paßpunkte.



Bild 1 Beispiel Situationsauswertung 1:10 000.
Zur kartometrischen Paßpunktbestimmung
wurden die Punkte 20 - 23 benutzt.

Kartenblatt

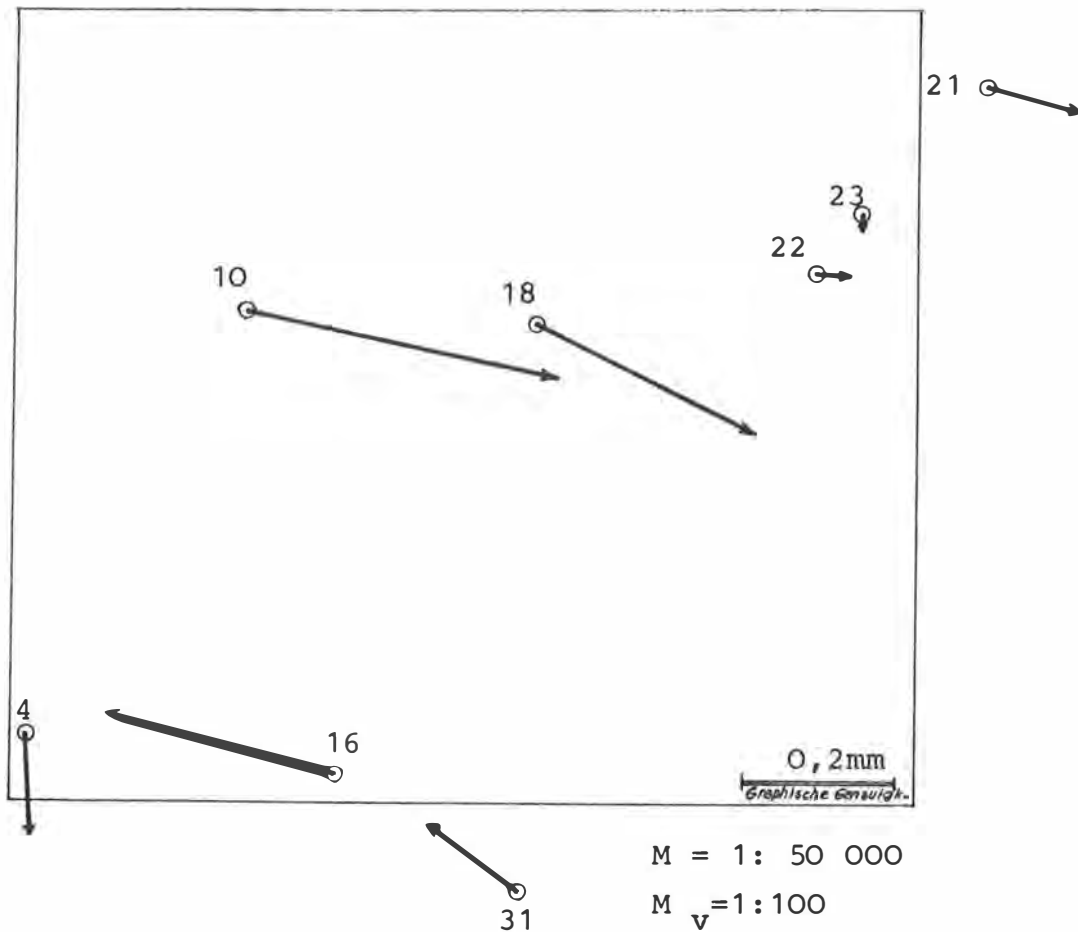


Bild 2. Lageverbesserungsvektoren nach dem Ausgleich

Das Bild 2 zeigt die Ergebnisse des Ausgleichs in der Lage. Die Maximalverbesserungen der verwendeten Paßpunkte sind 4,1 m, also 0,4 mm in der Karte. Man muß also rechnen, daß in dieser Karte ein Maßstabsfehler von maximal 0,6 m/km auftritt. Die maximale Höhenverbesserung ergab sich zu 0,7 m.

5.2.3 Diskussion der Genauigkeit

Der maximale Lagefehler der verwendeten Paßpunkte beträgt das 2 bis 3-fache dessen, was üblicherweise als graphische Genauigkeit gilt. Ob das toleriert werden kann, hängt von der weiteren Verwendungsabsicht ab. Für eine Touristenkarte wäre das zweifellos ausreichend. Für eine wissenschaftliche Auswertung der Fläche des Gletschers

ist die erreichte Genauigkeit sicherlich auch ausreichend. Man muß ja bedenken, daß die Abgrenzung des Gletschers z.T. noch größere Unsicherheiten aufweist.

Die H ö h e n g e n a u i g k e i t kann natürlich nicht besser sein als die Genauigkeit der verwendeten Paßpunkte, das sind 1 - 2 m. Höhenvergleiche der Gletscheroberfläche mit s p ä t e r herzustellenden Karten sind aber frei von den Höhenfehlern der Paßpunkte, wenn für die Auswertung des jüngeren Bildmaterials die alten Paßpunkte und Paßpunkt-koordinaten benutzt werden.

5.3 Kartometrische Paßpunktbestimmung für eine Vegetations-karte 1:5 000

Die Methode der kartometrischen Paßpunktbestimmung wurde auch für eine Orthophotokarte 1:5 000, die als Aufnahme - und Grundkarte für eine Karte über Vegetationszustände bzw. -schäden dient, verwendet. Als Kartenmaterial stand uns da-bei nur die ÖK 1:50 000 zur Verfügung und die Ergebnisse waren wesentlich schlechter. Das darauf basierende Ortho-photo hat eine Maßstabsunsicherheit von 2 - 3 mm auf die Blattgröße von 50 cm. Aus geodätischem Genauigkeitsdenken ist das unzulässig viel. Aber man muß wissen, was mit die-sem Orthophoto weiter gemacht wird: Es dient als Kartie-rungsbasis für Vegetationsaufnahmen, wobei das Kartierungs-objekt - so wurde mir auf Befragen erklärt - nach "Schritt-maß und Gefühl" lokalisiert wird!

5.4 Aufwandsvergleich

In der Tabelle 1 ist der Aufwand für die gesamte Karten-herstellung der Luftbildkarte Hochstubaier 1:10 000 zusammen-gestellt.

Die Kosten sind nach dem tatsächlichen Aufwand und auf der Preisbasis von 1979 ermittelt worden und stellen im wesent-lichen die Selbstkosten dar. Wenn auch einige Positionen mit

Tab. 1 Herstellungskosten der Luftbildkarte Hochstuba 1:10 000 (in öS, Stand 1979)

	Verfahren 1		Verfahren 2	
A Paßpunktbestimmung				
Kartometrisch			Im Feld	
Arbeitsaufwand für Identifizierung der MK-Felder 2 h	600.--			
9 Manuskriptkartenfelder (je 3 Teile)	2.500.--			
Arbeitsaufwand für kartometrische Paßpunktbestimmung 16 h	4.800.--			
Bildkoordinantenmessung mit Vor- bereitung	840.--			
Rechenkosten für Blockausgleich	3.560.--			
Zeitaufwand für Selektion falscher Punkte etc. 2 h	700.--	13 000 (16 %)	50.000 (43 %)	
B Photogrammetrische Arbeiten:				
Je 3 Luftbilddias und Kontaktkopien	2.000.--			
Höhenschichtlinienauswertung mit Registrierung	17.000.--			
Orthophotoherstellung eines Doppel- modells (incl. Berechnung der Steuerdaten aus Registrierung der Höhenschichtlinien)	8.600.--	28.000 (35)	28.000 (24)	
C Kartographische Arbeiten (ca.-Werte):				
Redaktion	3.000.--			
Höhenschichtlinien-Gravur	10.000.--			
Schrift etc.	3.000.--			
Reprokosten	11.000.--	27.000 (34)	27.000 (23)	
D Druck:				
Auflage 1.000 Stück/5-farbig		12.000 (15)	12.000 (10)	
E Gesamtkosten		80.000 (100 %)	117.000 (100 %)	

Unsicherheiten behaftet sind, so bleibt doch die prinzipielle Aussagekraft davon unberührt. Die wesentlichen Aussagen sind:

- 1) Die absoluten Gesamtkosten der Kartenherstellung betragen öS 80.000.-- bzw. 117.000.--
- 2) Die prozentuellen Unterschiede sind nicht unwesentlich: Das Verfahren 1 kostet 68 % vom Verfahren 2 oder das Verfahren 2 kostet um 46 % mehr als das Verfahren 1.
- 3) Der Kostenanteil für die Paßpunktbestimmung, an den Gesamtkosten gemessen, ist beim Verfahren 1 16 %, beim Verfahren 2 sind es 43 %.

5.5 Abschließende Bemerkungen

Für manche Orthophotokarten kann es aus Kosten- oder Zeitgründen sinnvoll sein, Paßpunkte kartometrisch zu bestimmen. Das scheint mir besonders für G l e t s c h e r - k a r t e n zuzutreffen, besonders wenn man daran denkt, das umfangreiche Bildmaterial aus dem Gletscherflug 1969 für einen Gletscherkataster auszuwerten. Auch für F o r s t k a r t e n dürfte in vielen Fällen diese Methode sinnvoll sein. Prof. Kraus - Vorstand des Instituts für Photogrammetrie - hält für Forstkarten eine Blocktriangulation mit kartometrisch bestimmten Paßpunkten für möglich. Orthophotokarten als B a s i s k a r t e n für Feldaufnahmen verschiedener Geowissenschaften sind ebenfalls ein Anwendungsfall oder Orthophotos als topographischer Untergrund zur Darstellung von F l ä c h e n w i d m u n g e n .

Dia 4 (Bild 3) zeigt, für welche Gebiete Österreichs die Manuskriptkarten 1:10 000 vorliegen und wo damit die Voraussetzungen für die kartometrische Paßpunktbestimmung gegeben sind. In den Gebieten mit Vergletscherung existieren vielfach noch keine Manuskriptkarten. Nach dem Arbeitsplan der Österreichischen Landesaufnahme sollen etwa ab 1985 auch für diese Gebiete Manuskriptkarten vorliegen.

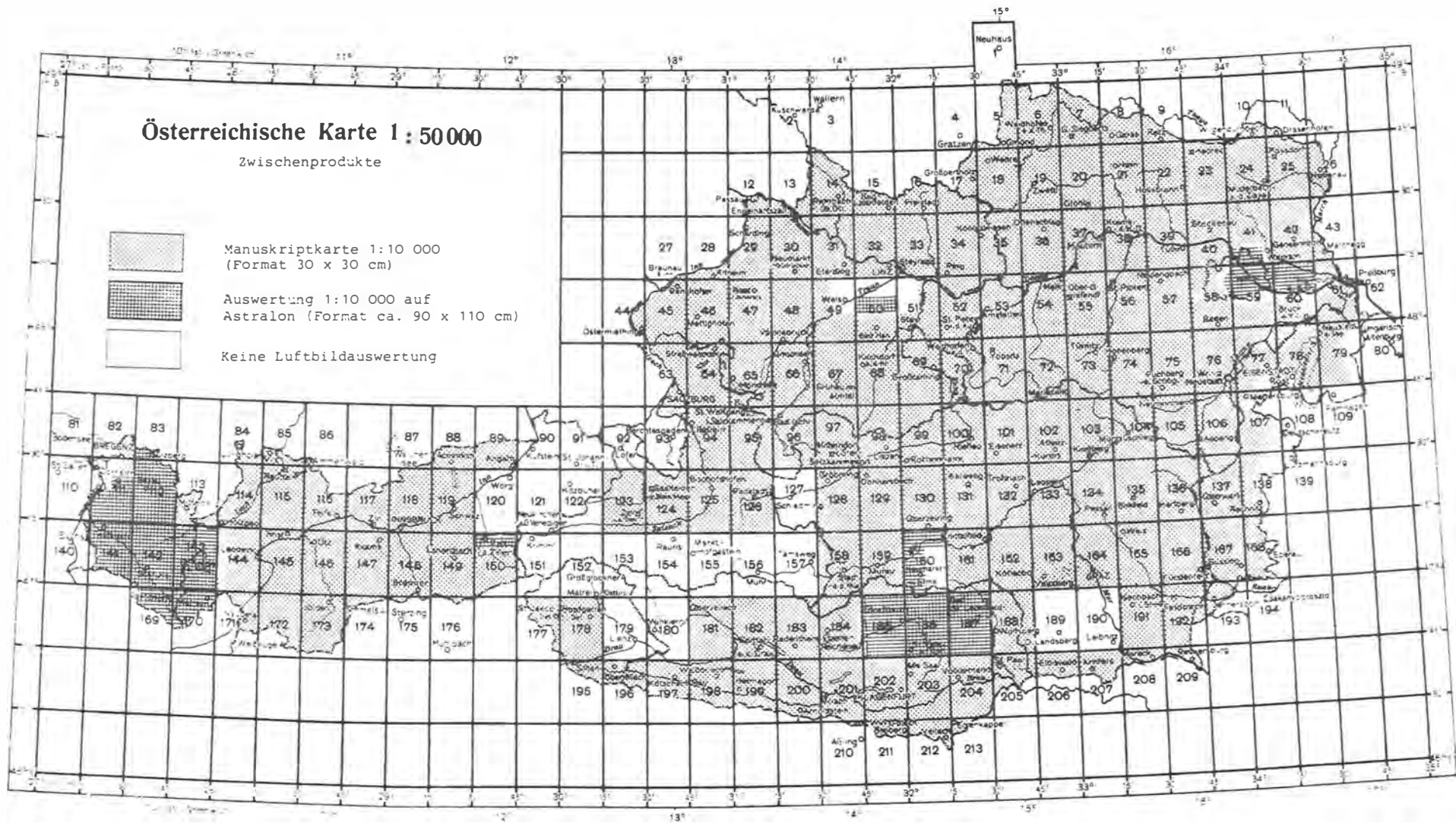


Bild 3. Manuskriptkarte 1:10 000 - Stand der Blätter (1981 01 01)

6. Aspekte der kartographischen Gestaltung

6.1 Anforderungen an Gletscherkarten i.A.

Ich möchte zuerst aufzählen, was eine gute Gletscherkarte aufweisen soll und folge hier teilweise der Zusammenfassung von BRUNNER [2] und WITT [7] :

Die Anforderungen an touristische Gletscherkarten:

Neben der allgemein gültigen Forderung nach der Anschaulichkeit der topographischen Oberflächenform wünscht man die touristischen Hindernisse dargestellt zu sehen. Das sind der Bergschlund, Gletscherspaltensysteme und Gletscherbrüche. Von Interesse sind auch Moränen und Schuttflächen. Und soferne vorhanden die Routen über den Gletscher.

Von glaziologischen Karten erwartet man wesentlich mehr:

- 1) Die topographische Oberflächendarstellung durch Höhenschichtlinien (gilt natürlich auch bei touristischen Karten)
- 2) Die g e n a u e Abgrenzung des Gletscherkörpers, wobei zwischen verschiedenen Definitionen des Gletscherareals unterschieden werden muß. Die technisch einfachste Festlegung nach der s i c h t b a r e n Vergletscherung deckt sich im Nährgebiet meist mit der Abgrenzung nach der v o l l s t ä n d i g e n Vergletscherung. Im Zehr- oder Ablationsgebiet können Schuttbedeckungen des Eises wesentliche Differenzen herbeiführen.

Weiters wird der Begriff der a k t i v e n Vergletscherung gebraucht, dessen Grenze im Nährgebiet einerseits der Bergschlund und andererseits die sichtbare Vergletscherung ist. Im Zehrgebiet unterscheidet sich die vollständige Vergletscherungsfläche von der aktiven Gletscherfläche um die Toteisgebiete.

- 3) Die detaillierte Wiedergabe des umfangreichen Kleinformenschatzes und aller wesentlichen Gletscherstrukturen
- 4) Die Abgrenzung der Bereiche von Altschnee, Firn und Eis
- 5) Die Darstellung von isolierten Firnflächen
- 6) Die gleichwertige Darstellung des unvergletscherten Umlandes, wobei wiederum Reliefkleinformen, Schuttströme, Moränen, Gewässer und auch Vegetationsdarstellung genannt werden kann.

Die Erfüllung aller Punkte dieses Katalogs erfordert einen hohen Aufwand an Auswertearbeit, kartographischer Bearbeitung und beim Kartendruck.

6.2 Anforderungen an Orthophotogletscherkarten

An Orthophotogletscherkarten bestehen prinzipiell dieselben Anforderungen und darüber hinaus die Erwartung, daß das Luftbild einige Punkte quasi von selbst erfüllen kann: Etwa Punkt 3, die detaillierte Wiedergabe der Kleinformen und Strukturen oder Punkt 6: Die gleichwertige Wiedergabe von Gletscher und unvergletschertem Umland.

6.3. Spezielle Probleme bei Orthophotokarten

Das Orthophoto als Karteninhalt bringt aber auch einige Probleme, die bei Strichkarten nicht existieren:

6.3.1 Schattenplastik und Pseudoplastik

Es ist bekannt, daß die richtige oder verkehrte Reliefwirkung eines Luftbildes von der Richtung des Schattenfallens in Bezug auf den Beschauer abhängt. Zur kartographischen Gestaltung in weitestem Sinne gehört daher bereits die Planung der Tageszeit für die Flugaufnahme, um günstige Schattenwirkungen zu erreichen.

Wo auf die Schattenrichtung kein oder kein vollkommener Einfluß genommen werden kann, muß man damit leben. Man kann zu Retuschen am Bildmaterial greifen, man kann die Karte aber auch nach Süden orientieren.

Sie sehen unsere Luftbildkarte Hochstubai an den Saalwänden ausgehängt und neben der nordorientiert hergestellten Karte hängt ein auf den Kopf gestelltes Blatt. Die meisten Betrachter würden wohl dem südorientierten Blatt den Vorzug geben.

6.3.2 Verschattete Bildteile

Außer auf die Ortho- oder Pseudoplastik hat der Schattenfall auf die Gesamtwirkung und auf die Detailzeichnung im Schattenbereich einen merkbaren Einfluß. Eine interessante und einfache Lösung zum Aufhellen von schweren Schatten im Kartenbild bzw. zum Kennzeichnen von nicht auswertbaren Bildstellen ist in der Orthophotokarte des PEYTO-Gletschers verwirklicht (Dia 5): Der verschattete und zeichnungslose Bereich wurde mit einem durch Aufrastern aufgehellten Balkenmuster dargestellt.

Wenn das Original-Filmmaterial (Orthophoto) in den Schatten eine Bildzeichnung aufweist, dann kann mittels Maskierungstechnik eine bessere Durchzeichnung in den Eigenschattengebieten erzielt werden. Ebenso läßt sich damit eine Aufhellung der Schlagschatten erzielen. In anderen Bildbereichen geht der Kontrast allerdings etwas zurück (Bilder 4a und 4b).

6.3.3 Zwang zur übertriebenen graphischen Genauigkeit

Bei der Abgrenzung des Gletscherkörpers kann man in einer Strichkarte eine generalisierte Strichführung anwenden. Auf einem Orthophoto muß man der sichtbaren Abgrenzung genau folgen, auch dann, wenn dies sachlich nicht notwendig wäre.



Bild 4a, Rasterung ohne besondere Maßnahmen



Bild.4b, Schattenaufhellung mittels Maskentechnik

Es entstehen ansonsten Diskrepanzen zwischen Orthophotobild und Strichinhalt, die vom Benutzer als Fehler oder Schlampigkeit bewertet werden könnten.

6.3.4 Einschränkung in der Farbanwendung

Das überall mitgedruckte Luftbild beeinflusst mehrfach die Farbanwendung. Wenn man das Luftbild selbst in F a r b e n z e r l e g t druckt: blaue Druckfarbe für Gletscher, schwarze Druckfarbe für Umland und Grün für Vegetation etwa, muß man auf kräftige Farben zurückgreifen, um einen Verlust im Bildkontrast gering zu halten. Das dabei entstehende bunte Kartenbild wird nicht immer Zustimmung finden.

Beim F a r b ü b e r d r u c k entsteht durch den grauen Luftbilduntergrund eine Trübung der Überdruckfarben. Diese wiederum dürfen nur relativ hell sein, weil sonst der Kontrast und damit die Lesbarkeit des Luftbildes zu sehr herabgesetzt wäre.

6.3.5 Besondere reprotechnische Anforderungen

Der Druck eines Rasterbildes mit sehr vielen Strukturdetails erfordert das Einhalten von besonders engen Verfahrenstoleranzen in den einzelnen Repro- und Druckphasen, wenn vom ursprünglichen Informationsgehalt des Luftbildes möglichst wenig verloren gehen soll.

7. Diskussion von Kartenbeispielen

Ich möchte nun anhand einiger ausgeführter Gletscherkarten einige Gestaltungsfragen unter den folgenden Gesichtspunkten erörtern:

7.1 Gesichtspunkte

- 1) Grad der kartographischen Bearbeitung
- 2) Aussonderung des Gletscherareals durch
 - Farbzerlegung oder Farbüberdruck des Luftbildes
 - Trennlinien
 - Höhenlinienfarben
- 3) Farbe für Umlanddarstellung
sw/grau/andere Farben
- 4) Höhengichtlinien
 - als Unterscheidungsmittel zwischen Gletscher-,
Schnee- und Felsgelände
 - Äquidistanzen auf Gletscher- und Felsgelände
- 5) Allgemeine Plastik der Karte
- 6) Thematische Darstellungen
- 7) Reprotechnischer Aufwand

Ich muß noch bemerken, daß die kritische Betrachtungsweise der Karten möglicherweise nicht den beabsichtigten Zwecken der Herausgeber gerecht wird. Deshalb sind meine Bemerkungen nicht als Kritik an den Karten, sondern als willkürlich verwendete Illustration zu kartographischen Fragestellungen zu verstehen.

7.2 Diskussion von Kartenbeispielen

- (1) Grad der kartographischen Bearbeitung

Der Vergleich eines unbearbeiteten Orthophotos mit einer detailliert gearbeiteten, guten Strichkarte zeigt die Überlegenheit der letzteren auf: Dia 8 und Dia 9.

Minimalbearbeitung

Im allgemeinen ist zumindest die Abgrenzung des Gletscher-

areals in einer der möglichen Formen anzutreffen. Darüber mehr in Punkt 2.

Bearbeitung des Bildinhalts

Eine eigentliche Bearbeitung des Bildinhalts ist zwar gegen die Intention einer Luftbildkarte, aber manchmal nicht abzulehnen, wie zwei Beispiele zeigen:

In der Karte des Gletschervorfeldes des Unteren Grindelwald-Gletschers 1:2 000 (Dia 10) sind Wege und Häuser durch Strichzeichnung dargestellt, weil das Orthophotobild diese nicht gut wiedergegeben hat. Ähnliches gilt für die Karte Großvenediger 1974 (Dia 11). Hier blieben durch ungünstige Aufnahmeverhältnisse die Felspartien z.T. zeichnungslos. Durch eine zurückhaltende Strichzeichnung wurde das Luftbild ergänzt. Ebenso wurde bei den - für eine Gletscherkarte wichtigen - Moränen verfahren. Die Felszeichnung in Sepia erforderte eine eigene Druckfarbe.

In der Luftbildkarte Hochstubai (Beilage 1) wurden die Schutzhütten und Seilbahnstationen ebenfalls durch Strichzeichnung hervorgehoben.

Die übrigen Karten, die ich für mein Referat analysiert habe, weisen keine Bearbeitungen im Bildinhalt auf. Bei guten Voraussetzungen vom Bildmaterial her und guter Reproduktion sollte eine solche Überarbeitung auch überflüssig sein.

Einfluß der Bild-Qualität des Ausgangsmaterials

Die Bildqualität der gedruckten Karte wird wesentlich von der Güte des Ausgangsmaterials mitbestimmt. Der Vergleich von Dia 12 mit Dia 11 zeigt dies eindrücklich, der Unterschied in der Detailwiedergabe ist augenfällig und geht auf unterschiedliche Güte des Ausgangsbildmaterials zurück.

(2) Darstellung und Abgrenzung des Gletscherareals

Eine wichtige Frage ist, wie der Gletscherkörper in seiner

Ausdehnung dargestellt werden soll.

- Farbüberdruck

Der Überdruck des grau oder schwarz gedruckten Luftbildes ist der einfachste Weg (Dia 16): Der Farbüberdruck setzt allerdings die Kontraste herab, was man deutlich aus Vergleichen sehen kann. Da wo die Gletscherfläche unter Schuttbedeckung liegt, führt der blaue Überdruck zu einer starken Verdunkelung des Bildes. An anderen Stellen wiederum kann nicht mehr deutlich erkannt werden, ob noch ein blauer Überdruck vorhanden ist.

In dieser Karte (immer noch Dia 16) werden keine weiteren Mittel zur Hervorhebung des Gletscherareals angewandt, insbesondere ist keine Unterscheidung durch die Farbe der Höhengichtlinien vorhanden.

- Farbüberdruck und Abgrenzungslinie und blaue Höhengichtenlinien

In der Luftbildkarte Hochstubai (Beilage 1) ist das Gletschergebiet ebenfalls durch einen Farbüberdruck herausgehoben, aber zusätzlich durch eine blaue Randlinie und durch blaue Farbe für die Schichtenlinien betont.

- Abgrenzungslinie und blaue Höhengichtenlinie

In einer besonderen Ausgabe der Karte des Untersulzbachkees 1969 (Dia 17) wird auf einen flächigen Farbüberdruck des Gletscherareals verzichtet. Die blauen Höhengichtenlinien und die feine blaue Abgrenzungslinie lassen das Ausmaß und die Abgrenzung des Gletschers nicht sehr gut erkennen.

- Farbzerlegung und blaue Höhengichtenlinien und Abgrenzungslinie

Die reprototechnisch aufwendige Lösung, nämlich das Gletschergebiet mit blauer Druckfarbe zu drucken, bewirkt eine sehr deutliche Erkennbarkeit des Gletscherareals (Dia 18). Zusätzlich sind blaue Höhengichtenlinien - schwarze oder braune scheiden in diesem Falle aus - und eine blaue Abgrenzungslinie gedruckt.

- Farbzerlegung und blaue Höhenschichtlinien
(Dia 19) Hier wurde auf die Abgrenzungslinie verzichtet, was eine geringe Zeichen- (Gravur) ersparnis bedeutet. Der Verzicht auf eine Abgrenzunglinie entspricht der Eigenart einer Luftbildkarte (Abschn. 6.3.3) setzt aber die Farbtrennung von Gletscher- und Umland voraus.

(3) Farbgebung für das Felsgebiet

Wegen des besseren Detailkontrastes empfiehlt es sich, das Felsgelände schwarz zu drucken. Wie durch graue Druckfarbe der Kontrast und die Zeichnung der Details leiden können, zeigt Dia 13.

Die Farbgebung beeinflusst natürlich auch den Gesamteindruck der Karte. Versuchshalber wurde von der Luftbildkarte Hochstubaï 1:10 000 auch eine Version mit violetter Druckfarbe im Felsgelände gedruckt. Der Vergleich (Dia 14 und Dia 6) zeigt, daß die violette Farbgebung weder für den Gesamteindruck noch für den Detailkontrast einen Vorteil bewirkt.

(4) Höhenschichtlinien

Die Farbgebung der Höhenschichtlinien kann als Mittel zur Unterscheidung zwischen Gletscher-, Schnee- und Felsgelände verwendet werden.

Die Äquidistanz in Karten des Maßstabes 1:10 000 soll nach BRUNNER [2] 20 m nicht unterschreiten. Dieser Wert soll sichern, daß der Luftbilduntergrund nicht durch zu dichte Linienscharen unzulässig gestört wird. Die meisten von uns hergestellten Orthophoto-Gletscherkarten weisen auf dem Gletscher eine Äquidistanz von 10 m auf und diese Wahl kann vom rein graphischen Standpunkt aus nicht abgelehnt werden.

Die Gleichheit der Äquidistanz für Fels- und Gletschergelände ist für bestimmte Kartentypen sicherlich vorzuziehen. Die meisten von uns hergestellten Karten haben auf dem Hauptgletscher eine Halbierung der Äquidistanz, die für das

Felsland angewendet wird. Die Begründung ist in der Klassifizierung der Karten als wissenschaftliche Arbeitskarten zu suchen. Mit der Darstellung des Gletscherkörpers durch 10 m - Isohypsen wird für die glaziologische Auswertung ein vollständigeres Quellenmaterial zur Verfügung gestellt. Allerdings sind wir bei unseren letzten Bearbeitungen davon abgerückt und stellen nun den Gletscherkörper mit derselben Äquidistanz dar wie das Felsland. Die originalen Auswertungen weisen aber nach wie vor für den Gletscher die halben Äquidistanzen auf (10 m).

(5) Allgemeine Plastik der Karte

Die Gesamtplastik einer Karte hängt vom Schattenfall, der Morphologie des Gebietes und der Farbgebung in der Karte ab. An 4 Beispielen kann der Einfluß der genannten Komponenten gezeigt werden:

- Die Karte Untersulzbachkees 1974 (Dia 20) weist eine gute Gesamtplastik auf, wozu alle 3 Komponenten beitragen.
- Auch die Karte Untersulzbachkees 1969 (Dia 21) weist aus denselben Gründen eine gute Gesamtplastik auf.
In beiden Fällen wurde für den Gletscherkörper eine blaue Druckfarbe verwendet und für das Felsumland eine graue Druckfarbe.
- Die Karte des Langtaler-Ferner (Dia 22) weist keine besonders gute Plastik auf. Ursachen sind vor allem der verminderte farbliche Kontrast durch die Gletscherdarstellung mittels Farbüberdruck und die Morphologie des Kartengebietes.
- Die Karte des Daunkogelferners¹⁾ (Dia 21) zeigt trotz guter farblicher Differenzierung ebenfalls keine gute plastische Wirkung, was vor allem in der "ungünstigen" Morphologie und dem ungünstigen Schattenfall begründet liegt.

¹⁾ Luftbildkarte Hochstubai 1:10 000

(6) Thematische Darstellungen

— Untergrundisohypsen

Die Wahl der Farbe von Untergrundisohypsen hängt mit der Farbwahl für den Gletscherkörper zusammen. Eine braune Farbe - identisch mit der Farbe für Schichtenlinien im Felsgelände - ist logisch (Dia 24). Dagegen ist eine rote Farbe (Dia 25) auffallender und für eine wissenschaftliche Arbeitskarte akzeptabel.

— Flächenhafte Darstellungen

Die Flächenfärbung zur Hervorhebung von Veränderungen des Gletscherkörpers ist bei Strichkarten kein Problem (Dia 26), wird aber schwierig bei Luftbildkarten. Das Luftbild erfordert bei Rasterung mit dem konventionellen autotypischen Raster die Beachtung der Rasterdrehung zur Vermeidung von Moiré-Effekten. Darüber hinaus erzeugt der Luftbilduntergrund Farbverschiebungen, die störend sind. Eine Methode, beide Nachteile auszuschließen bzw. herabzusetzen, bietet sich durch die Herstellung eines Kornstrukturbildes anstelle eines konventionellen Rasterbildes (Dia 27).

(7) Reprotechnischer Aufwand

Die Anmerkungen zum reprotechnischen Aufwand erfolgten im Referat jeweils anhand der gezeigten Beispiele.

Wenn man den Gletscherkörper deutlich abgrenzen möchte, dann sind mindestens 2 Druckfarben erforderlich: Schwarz und Blau, letzteres als Überdruck- oder Bildfarbe für den Gletscher und/oder als Höhenschichtlinien-Farbe für den Gletscherbereich.

Die aufwendigsten von uns gedruckten Karten erforderten 6 Druckfarben: Schwarz für Rahmen, Schrift und Wege. Dunkelgrau für den nichtvergletscherten Luftbildteil. Grünblau für die Luftbildteile, welche Gletscherflächen darstellen. Blau für Gewässer und für Höhenschichtlinien

auf Gletscher- und Schneeflächen. Braun für Höhenschichtlinien im schnee- und eisfreien Gelände. Sepia für Fels-, Schutt- und Böschungszeichnung.

Tab. 2 Übersicht über die im Vortrag gezeigten Dias

Dia-Nr.	Gegenstand:	Quelle, Anmerkungen:
1	Ausschnitt aus der Manuskriptkarte 1:10 000-Situationsblatt (Zwischenprodukt aus der Herstellung der Österr. Karte 1:50 000)	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien
2	Lagerverbesserungsvektoren nach dem Blockausgleich	PAYR, B./5/
3	Tabelle 1. Herstellungskosten im Vergleich	PAYR, B./5/
4	Manuskriptkarte 1:10 000 - Stand der erhältlichen Blätter	
5	Peyto Glacier Basin 1:10 000, Experimental Stereo-Orthophoto Map	Beilage zu: Fluctuations of Glaciers 1970-1975 (Vol. III)
6	Luftbildkarte Hochstubaí 1:10 000. Herausgegeben von W. Pillewizer, 1980.	Beilage 1 zu diesem Artikel
7	Orthophotokarte Langtaler Ferner 1971 (Ötztaler Alpen) 1:7 500. Herausgegeben von der Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1979.	
8	Wie 5: Peyto Glacier Basin	
9	Peyto Glacier. Banff National Park Alberta 1:10 000	Strichkarte. Beilage zu: Fluctuations of Glaciers 1970-1975 (Vol. III)
10	Vorfeld des Unteren Grindelwaldgletschers 1:2 000	Geographisches Institut der Universität Bern
11	Luftbildkarte Großvenediger 1:10 000. Herausgegeben von W. Pillewizer, 1976. Gletscherstand: 1974	
12	wie 11: Luftbildkarte Großvenediger 1:10 000, Herstellungsvariante	
13	Luftbildkarte Untersulzbachkees 1969 (Großvenediger) - Glaziologische Arbeitskarte 1:10 000	Beilage zu PILLEWIZER, W.: Hochgebirgs kartographie und Orthophototechnik. In Festschrift für Erik Arnberger. Wien 1977
14	Variante von 6: Luftbildkarte Hochstubaí 1:10 000, mit grau-violetttem Felston	
15	Wie 6, aber anderer Ausschnitt	
16	Wie 7, aber anderer Ausschnitt	
17	Variante von 13, Luftbildkarte Untersulzbachkees 1969, aber Gletscher und Fels in grauer Druckfarbe	Beilage zu NIEDERMAYR, W. /4/
18	Wie 11, aber anderer Ausschnitt	
19	Luftbildkarte Kleines Fleißkees und Goldbergkees 1:10 000 (Mit Isohypsen des Gletscheruntergrundes)	Beilage zu BRÜCKL, E. und BITTMANN, O.: Die Ergebnisse der seismischen Gletschermessungen im Bereich der Goldberggruppe (Hohe Tauern) in den Jahren 1971 und 1972. Publikation Nr. 219 der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien. 1977
20	Wie 13, aber anderer Ausschnitt	
21	Wie 6, aber anderer Ausschnitt	
22	Wie 7, Orthophotokarte Langtaler Ferner 1971, aber anderer Ausschnitt	
23	Senkrechtluftbild Gletscherzunge des Untersulzbachkees 1975 in Farbe.	
24	Luftbildkarte Großvenediger 1:10 000. Herausgegeben von W. PILLEWIZER, 1976. Mit Isohypsen des Gletscheruntergrundes	
25	Wie 13, zusätzlich mit Isohypsen des Gletscheruntergrundes in brauner Farbe	
26	Mattmark-Gletscher 1:10 000. Aufnahmen 1956 und 1967	Strichkarte. Beilage zu: Fluctuations of Glaciers 1970-1975 (Vol. III).
27	Orthophotokarte Allalingletscher 1:10 000 (Ausschnitt)	Bichsel, A.: Diplomarbeit Orthophotokarte Allalingletscher. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 2/80 (78. Jg.)

Literatur- und Kartenverzeichnis

(Ohne die in Tabelle 2 genannten Karten)

- /1/ ACKERMANN F., EBNER H., KLEIN H.:
Ein Programmpaket für die Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen.
Bul 38 (1970), p. 218 - 224
- /2/ BRUNNER, K.: Darstellung alpiner Gletscher in großmaßstäblichen Karten.
Dissertation an der Technischen Universität München, Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen. 1977
- /3/ FINSTERWALDER, Rüdiger: Orthophotos zur Gletscherkartierung.
Bul 40 Jg. (1972) Bildbeispiel: Vernagtferner.
- /4/ NIEDERMAYR, W.: Schaffung der geodätischen und topographischen Unterlagen für die Herstellung einer Orthophotogletscherkarte.
Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien. Wien, 1975.
- /5/ PAYR, B.: Studien zur Herstellung von Orthophotokarten für glaziologische Anwendungen mittels kartometrisch bestimmter Paßpunkte.
Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien. Wien, 1979.
- /6/ PILLEWIZER, W. (Hg.): Luftbildkarte Hochstubai 1:20 000
- /7/ WITT, W.: Lexikon der Kartographie.