

# KARTOGRAPHIE

## ORTHOPHOTOKARTEN AUS WELTRAUMBILDERN, dargelegt am Beispiel der Orthophotokarte 47/10 Glurns, 1 : 200.000

Fritz KELNHOFER (Wien)

Mit 5 Textabbildungen und einer mehrfarbigen Kartenbeilage im Anhang

### INHALT

1.	Erdoberflächenabbildungen aus dem Weltraum .....	119
2.	Einsatzmöglichkeiten von Orthophotos in der Kartographie. ....	121
2.1.	Orthophotos als Arbeitsgrundlage für konventionelle Strichkarten .....	121
2.2.	Orthophotokarten .....	122
2.2.1.	Kartographische Gestaltung großmaßstäbiger Orthophotokarten .....	123
2.2.2.	Kartographische Bearbeitung von Orthophotokarten in mittleren Maßstäben .....	125
2.2.3.	Originalherstellung und Reproduktion bei Orthophotokarten .....	126
3.	Die Orthophotokarte 47/10 Glurns im Maßstab 1 : 200.000 .....	128
3.1.	Gesichtspunkte der kartographischen Gestaltung .....	128
3.2.	Entwurfsvorlage und Entwurfszeichnung .....	129
3.3.	Originalherstellung der linearen Kartenelemente. ....	130
3.4.	Photomechanische Bildverbesserung und farbliche Bildtrennung .....	131
3.4.1.	Photomechanische Maßnahmen der Bildverbesserung. ....	131
3.4.2.	Ton- und Schattenplatte für die farbige Gestaltung des Orthophotos .....	132
3.4.3.	Photomechanische Gewinnung der Waldplatte .....	135
3.5.	Geplante weitere Versuche. ....	135
4.	Zusammenfassung .....	136
5.	Literaturverzeichnis .....	136
Summary .....		138

### 1. ERDOBERFLÄCHENABBILDUNGEN AUS DEM WELTRAUM

Die heute üblicherweise eingesetzten Methoden zur Datenregistrierung aus Luft- oder Raumfahrzeugen können, ausgehend von der Aufnahmetechnik, in „photographische“ bzw. „nicht photographische“ Verfahren gegliedert werden (SCHNEIDER, S., 1974). Bei den photographischen Aufnahmemethoden werden photographische Halbtonbilder (photogrammetrische Meßbilder, Infrarotbilder, Falschfarbenbilder, Multispektralbilder u. a.) durch Einzelbelichtung auf einer photographischen Emulsion erzeugt. Das Aufzeichnen der Information erfolgt über Grau- oder Farbtöne in Form eines latenten Bildes, welches in einem nachgeschalteten Entwicklungsvorgang sichtbar gemacht wird. Die auf diese Weise gewonnenen photographischen Abbildungen der Erdoberfläche können für die photogrammetrische Auswertung – wenn sie den

Anforderungen von Meßbildern genügen – eingesetzt bzw. für Interpretationszwecke bei Sachaufgabenstellungen herangezogen werden. Bei den nicht photographischen Aufnahmemethoden wird die von den Objekten reflektierte natürliche oder künstliche Strahlung (z. B. Sonnenlicht oder Radar) über geeignete Sensoren erfaßt und digital auf einem Datenträger festgehalten. Da kein Bild im photographischen Sinn entsteht, sondern die Daten für einzelne Bildelemente als Signale aufgezeichnet werden, besteht die Möglichkeit, diese Signale auch über größere Entfernungen zu senden bzw. zu empfangen. Durch eine Digital-Analog-Wandlung können diese Signale wieder in ein Bild übergeführt werden, welches im Unterschied zum echten Halbtonbild einer Photographie aus – wenn auch sehr kleinen – Bildelementen aufgebaut ist.

Für Abbildungen der Erdoberfläche aus dem Weltraum konnte die analoge Datenregistrierung in Form von Photos zunächst nur in beschränktem Maße eingesetzt werden, da das Filmmaterial zur Entwicklung wieder zur Erde gebracht werden mußte. Deshalb war auf unbemannten Orbitalstationen zunächst nur die digitale Aufnahmetechnik einsetzbar. Auf Grund der Flugbahnen der Beobachtungssatelliten ergibt sich die Möglichkeit, von gleichen Erdoberflächenausschnitten periodisch neue Daten zu erfassen, wodurch sich vielen sachwissenschaftlichen Fragestellungen neue Perspektiven eröffnen. Da die Bildinformationen in verschiedenen Spektralbereichen festgehalten werden und digital vorliegen, können Methoden der digitalen Bildverarbeitung zu Korrekturzwecken, für bildverbessernde Maßnahmen, aber auch zur Objektklassifikation u. ä. eingesetzt werden (D. BANNERT–G. PÖHLMANN–R. W. SCHWARZ, 1979; L. BECKL, 1981; P. CAPEK, 1983; I. J. DOWMAN, 1978; W. GUSKE, 1982; G. KONECNY – W. SCHUHR – J. WU, 1982; P. NOWAK, 1981). Die zu einem Bildmosaik zusammengefügte Satellitenbilder leisten für eine erste grobe Interpretation gute Dienste. Doch erst die geometrisch korrigierte, mit Inhaltselementen der konventionellen Strichkarte angereicherte „Satellitenbildkarte“ kann den Anforderungen seitens der Benutzer einigermaßen genügen.

Durch den Raumflug des Weltraumlaboratoriums im Dezember 1983 konnten erstmals photographische Meßbilder aus verhältnismäßig großer Höhe hergestellt werden, die nun nach den routinemäßigen Arbeitsverfahren ausgewertet und weiterverarbeitet werden konnten. Damit haben zwar photographische Aufnahmesysteme wieder an Bedeutung gewonnen, doch sind sie nach wie vor – aus den bereits genannten Gründen – zunächst noch auf bemannte Raumflüge beschränkt. Sollte es im Zuge von Weltraummissionen gelingen, Orbitalstationen mit photographischen Aufnahmesystemen in entsprechende Umlaufbahnen zu bringen und deren Aufnahmetätigkeit von Bodenstationen aus zu steuern bzw. das belichtete Material durch Raumgleiter wieder zur Erde zurückzuholen, so würde sich der Abbildung der Erdoberfläche aus dem Weltraum eine neue Möglichkeit eröffnen. Allerdings könnte diese Aufnahmetechnologie nicht die Aktualität der Informationen automatischer Datenregistrierung unbemannter Beobachtungssatelliten erreichen (F. HOFFMANN, 1977; G. KONECNY – M. SCHROEDER, 1979; K. NIEMZ, 1979; G. SCHULZ, 1983). Aus derartigen photographischen Abbildungen läßt sich nach einer differentiellen Umbildung ein Orthophoto gewinnen, welches, ähnlich wie bei der „Satellitenbildkarte“, durch Kartenelemente herkömmlicher Strichkarten ergänzt zu einer Orthophotokarte umgestaltet werden kann.

Satellitenbild- und Orthophotokarten auf der Grundlage von Aufnahmen aus dem Weltraum liegen zunächst für mittlere und kleine Maßstäbe vor. Wenngleich zwei grundlegend verschiedene Aufnahmetechniken zu diesen beiden Kartentypen führen, so weisen sie in ihrem äußeren Erscheinungsbild und der Art ihrer kartographischen Bearbeitung viele Ähnlichkeiten auf. Es zeichnet sich für die nahe Zukunft die Möglichkeit ab, daß die digitale und analoge Informationsaufzeichnung gleichermaßen als Datenquelle für mittel- und kleinmaßstäbige Bild- bzw. Strichkarten zur Verfügung stehen könnte. Abgesehen davon, daß digitale Bildaufzeichnungen

direkt zu Bodenempfangsstationen übertragen werden können und damit eine aktuelle Information darstellen, räumen auch die Steigerung des Auflösungsvermögens und die vielfältigen Möglichkeiten der digitalen Bildbearbeitung diesem Datenerfassungssystem große Zukunftschancen ein.

## 2. EINSATZMÖGLICHKEITEN VON ORTHOPHOTOS IN DER KARTOGRAPHIE

Orthophotos werden heute in vielfältiger Weise in der Kartographie eingesetzt und bilden für eine Reihe kartographischer Aufgabenstellungen (wie z. B. für die Felsstrichzeichnung, Kartennachführung, Entwurfszeichnung von Siedlungen u. a.) in der topographischen Kartographie eine hervorragende Unterlage, auf die heute niemand gerne verzichten möchte. Davon unabhängig werden Orthophotos in zunehmendem Maße nach erfolgter kartographischer Bearbeitung direkt in Form der Orthophotokarte in großen Kartenmaßstäben eingesetzt. Mit dem Vorliegen kleinmaßstäbiger Orthophotos, aufgenommen von Weltraumplattformen, ergibt sich eine Erweiterung des Orthophotoeinsatzes auch in Richtung mittlerer Maßstäbe. Orthophotos spielen aber nicht nur in der topographischen Kartographie eine wichtige Rolle, sondern werden auch für themakartographische Aufgabenstellungen (z. B. Sachverhaltserfassungen über Luftbildkartierung) mit Erfolg eingesetzt.

Die Orthophotokarte stellt eine Herausforderung für die kartographische Reproduktionstechnik dar, die bis zu diesem Zeitpunkt im wesentlichen auf eine höchst exakte Strichreproduktion ausgerichtet war. Halbtonreproduktionen fanden gelegentlich im Rahmen der kartographischen Geländezeichnung statt, bei welcher Halbtonmaskierverfahren – wenn überhaupt – auf die Gewinnung von Kraft- und Sonnentonplatten beschränkt blieben. Möglichkeiten der Bildverbesserung mittels der genannten Maskierverfahren wurden selten eingesetzt, da man eher geneigt war, die manuelle Geländezeichnung an die Gegebenheiten der Reproduktion anzupassen als umgekehrt. Durch den immer häufigeren Einsatz von Orthophotokarten kommen Arbeitsweisen der Photolithographie und Reproduktionsphotographie in der Kartenoriginalherstellung zum Tragen und führen damit zu einer Erweiterung der technischen Arbeitsbereiche der Kartographie.

### 2.1. Orthophotos als Arbeitsgrundlage für konventionelle Strichkarten

Da Orthophotos einen konstanten Bildmaßstab aufweisen, stellen diese vor allem in größeren Maßstäben eine ausgezeichnete Grundlage für ein geometrisch richtiges Hochzeichnen von im Orthophoto sichtbaren Objekten dar. Schattenwurf, sehr dunkle oder sehr helle Bildpartien machen es allerdings oft schwierig, Objekte in ihrer grundräßlichen Form zu erfassen. Ein hervorragendes Einsatzgebiet für das Hochzeichnen von Bildstrukturen des Orthophotos stellt die Felsstrichzeichnung dar, da vor allem die großen Kantengefüge und die Felsstrukturen in einer geometrisch einwandfreien, orthogonalen Abbildung dokumentiert sind. In diesem Arbeitsbereich konnte das Orthophoto zu einer wesentlichen Geometrieverbesserung beitragen, welche ohne Orthophoto nicht oder nur mit hohem Aufwand zu erreichen gewesen wäre (F. BIRKNER, 1974; R. HÖLBLING, 1974; W. PILLEWIZER, 1977, 1983; u. a.). Stereoorthophotos können auch günstig zur Kontrolle von Höhenlinien, vor allem zur Überprüfung von Generalisierungsvereinfachungen, herangezogen werden (R. FINSTERWALDER, 1983). Für großmaßstäbige topographische Karten bilden Orthophotos eine gute Grundlage für das generalisierte Hochzeichnen von Siedlungen oder Siedlungsteilen. Diese Aufgabe verlangt vom Kartographen allerdings viel Erfahrung und gute Kenntnisse aus der Luftbildinterpretation (R. FINSTERWALDER, 1977; W. PILLEWIZER, 1976; u. a.).

Im Rahmen der Kartennachführung schafft das Orthophoto eine günstige Ausgangssituation hinsichtlich der geometrischen Festlegung sichtbarer Objekte, wobei die qualitative Attributzuweisung oft nur im Zuge einer nachfolgenden Geländebegehung überprüfbar ist (Ch. EIDENBENZ, 1978; H. GRAN, 1981; W. PILLEWIZER, 1976; E. SPIESS, 1983; N. J. W. THROWER – J. R. JENSEN, 1976). Neben diesen exemplarisch angeführten Verwendungsmöglichkeiten des Orthophotos für topographisch-kartographische Aufgabenstellungen wird das Orthophoto auch in vielfacher Weise als Kartierungsgrundlage für sachspezifische Aufgaben eingesetzt, auf die in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden soll.

## 2.2. Orthophotokarten

Das Orthophoto kann als „objektiver“ analoger Informationsspeicher bezeichnet werden, in welchem alle abbildungsfähigen Objekte gemäß den zum Aufnahmezeitpunkt herrschenden Aufnahmebedingungen vollständig und maßstabsgerecht abgebildet werden. Da es sich um ein Augenblicksbild handelt, setzt sich der Bildinhalt nicht allein aus kartographisch wesentlichen Objekten, sondern auch aus zufällig abgebildeten Objekten (z. B. großen Strohstapel) zusammen, welche bei der Benützung der Orthophotokarte unter Umständen störend wirken können. Die Erkennbarkeit der Bildinhalte hängt in erster Linie vom Bildmaßstab und der Größe der Objekte ab (G. KONECNY – W. SCHUHR – J. WU, 1982). Allerdings können gleichartige Objekte infolge geänderter Beleuchtungsverhältnisse, anderen Schattenwurfs u. ä. durchaus unterschiedliche Eindrücke auslösen, was Anlaß zu Fehldeutungen geben kann. Zum Teil können Objekte infolge ihrer Lage in Schattenpartien des Bildes oder durch Belaubung verdeckt, nicht, oder nur erschwert erkannt werden, während andere Objekte, die zwar gut sichtbar sind, nicht oder zum Teil nur unsicher begrifflich zugeordnet werden können. Solche Unsicherheiten können bei kleineren, fließenden Gewässern, Drainagen, Freileitungen u. ä., aber auch bei der Bodenbedeckung auftreten (S. SCHNEIDER, 1974; H. G. GIERLOFF-EMDEN / H. SCHROEDER-LANZ, 1971; F. PETRIE, 1977; M. STECHERT, 1979).

Im Vergleich zum Orthophoto ist der Inhalt einer topographischen Karte gleichen Maßstabes ungleich geringer, dafür aber bis zu den Objektkategorien der Legende eindeutig rückschlüsselbar. Auch in relativ großen Kartenmaßstäben wird – wenn auch nur in geringem Maße – Generalisierung wirksam, so daß im Bereich lateraler Versetzung unter Umständen mit geometrischen Deformationen, auf jeden Fall mit graphischen Vereinfachungen zu rechnen ist. Das Strichbild der topographischen Karte zeigt eine klare inhaltliche Gliederung, wobei die zur Verfügung stehenden Informationen vom Kartographen gesichtet, ausgewählt, vereinfacht und dem Zweck der Karte angepaßt graphisch umgesetzt werden. Das Orthophoto setzt sich aus stufenlosen Grautönen zusammen, die oft schlecht visuell getrennt werden können, also nicht die „Schärfe“ einer Strichkarte besitzen. Die im Bild enthaltenen Informationen sind – bis auf die bereits genannten Mängel, die aus der Abbildung selbst oder auch durch die Differentialumbildung verursacht sein können – ungefiltert bzw. unklassifiziert und erfordern vom Orthophotokartenbenützer nicht ein Lesen wie bei der Karte, sondern ein Interpretieren des Bildes unter Einbringung eines sachlichen Vorverständnisses. Besonders störend wirken im Bild Schlag Schatten im Hochgebirge, die sehr leicht zu pseudoskopischen Effekten führen können und daher oft eine Südorientierung der Bilder erforderlich machen, wodurch der Orthophotobenützer zunächst in eine ungewohnte Orientierungssituation versetzt wird. Gerade die Schattenwirkungen müssen bei der Beurteilung von Geländeformen einkalkuliert werden, da ein und dieselbe Geländeform bei unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnissen sich ganz anders präsentieren kann. Auch diese Fakten tragen nicht unbedingt zur Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit von Orthophotos im Hochgebirge bei.

Dieser kurze und keineswegs vollständige Vergleich von Eigenschaften der herkömmlichen Strichkarte und den Eigenschaften eines Orthophotos zeigt, daß eine große Zahl von Merkmalen zueinander polarisiert ist. Es ist daher naheliegend, die vorteilhaften Eigenschaften des Orthophotos mit jenen der Strichkarte in Form der Orthophotokarte zu verbinden (W. ALTHERR, 1981; K. BRUNNER, 1976; E. RABENSTEIN, 1978). Das Ergebnis dieser Verbindung kann einerseits aus einer inhaltlich reduzierten und für diesen speziellen Zweck adaptierten Strichkarte bestehen, welche durch das unterlegte Orthophoto bildhaft-aussagemäßig angereichert wird, andererseits ein Orthophoto sein, welches mit wenigen, für die Orientierung unentbehrlichen Kartenelementen ausgestaltet wird. Zwischen diesen beiden Extremen sind alle möglichen Abstufungen der Inhaltskombination möglich. Eines leistet diese Kombination in jedem Falle, nämlich den in der herkömmlichen Strichkarte zwischen den Kartenelementen befindlichen und damit seitens des Informationsangebotes nicht genutzten Raum mit Detailinformationen zu schließen, so daß neben die abstrakte, aber eindeutig codierte Darstellung der „Strichkarte“ die konkrete, aber unvercodete Information des Orthophotos tritt. Orthophotokarten lösen Strichkarten daher nicht ab, da sie sich teilweise des gleichen methodischen Konzeptes bedienen, sondern sie stellen eine neue Variante im Kartenangebot dar.

### 2.2.1. Kartographische Gestaltung großmaßstäbiger Orthophotokarten

Großmaßstäbige Orthophotokarten, die auf der Grundlage von Flugzeugaufnahmen entstehen, liegen im allgemeinen im Maßstabsbereich von 1 : 5.000 bis 1 : 25.000 (K. H. BASTIAN, 1985; O. DANKER, 1978; J. KOVARIK, 1981; M. STECHERT, 1979; L. v. ZUYLEN, 1974). Es ist dies ein Maßstabsbereich, wo in der konventionellen Strichkarte der Übergang von der grundrißlichen zur grundrißähnlichen und damit auch im größeren Ausmaß signaturhaften Wiedergabe stattfindet. Bei Maßstäben kleiner als 1 : 10.000 kommt es allmählich zu Geometriediskrepanzen zwischen Objekten im Bild und jenen Kartenelementen, die, aus einer konventionellen Strichkarte entnommen, dem Bildinhalt beigelegt werden. Bei diesen Kartenelementen mußten notwendigerweise Generalisierungsmaßnahmen gesetzt werden, die beim Einfügen in ein geometrisch und maßstäblich richtiges Bild als Abweichungen zum Bildinhalt auftreten müssen.

Die Gestaltungsmöglichkeiten bei Orthophotokarten richten sich naturgemäß nach der Zahl der verfügbaren Druckfarben. Müssen Orthophoto und Strichkartenelemente in der gleichen Farbe gedruckt werden, wie dies aus Kosten- und Aktualitätsgründen bei vielen amtlichen Orthophotokarten der Fall ist, so sind die Gestaltungsmöglichkeiten verhältnismäßig eingeschränkt. In solchen Fällen wird man lediglich die unbedingt notwendige Orientierungsinformation einschließlich einer groben Höheninformation durch Koten bzw. Höhenlinien größerer Äquidistanz einfügen. Die dabei notwendigen Freistellungen durch Maskierungen beeinträchtigen bei dichteren Strichkartenelementen das Bild erheblich (K. H. BASTIAN, 1985; P. EILHARDT – P. GEISLER, 1982; A. A. de LUCIA – D. E. CATTS, 1981).

Das Bildmaterial für die Herstellung von Orthophotokarten besteht normalerweise aus Schwarz-Weiß-Orthophotos. Farbaufnahmen sind nicht nur mit höheren Kosten verbunden, sondern schaffen bei der streifenweisen Entzerrung bzw. Anfelderung auch bei den Farbauszügen noch einige Probleme, da gleiche Objekte auf verschiedenen Bildteilen oft unterschiedliche Farbausprägungen aufweisen können. Farbige Orthophotokarten werden daher manchmal aus Schwarz-Weiß-Orthophotos über ausgeklügelte Belichtungs- und Entwicklungsstrategien unter Ausnutzung unterschiedlicher Tonwertübertragungsmöglichkeiten einzelner Filmmaterialien hergestellt, oder über photomechanische Halbtonmasken unter Einbeziehung eines oft nicht unerheblichen manuellen Einsatzes erzielt (H. ELIAKIM, 1974; H. J. W. THROWER – J. R. JENSEN, 1976).

Grundsätzlich sollten für Orthophotokarten die einzufügenden linearen Kartenelemente auf der Orthophotounterlage neu entworfen werden, um eine Deckung zwischen Zusatzzeichnung und Bildinhalt sicherzustellen. Dieses konsequente Anpassen erfordert sichere zeichnerische Fähigkeiten und viel Erfahrung bei der Abstimmung graphischer Elemente, um ein optisch ausgewogenes Bild zwischen Strich- und Halbtonelementen in der Orthophotokarte zu erreichen.

Das Gewässernetz stellt ein wichtiges Orientierungsmerkmal dar und kann darüber hinaus in Form negativer Kanten zur Gliederung des Bildes erheblich beitragen. Fließende Gewässer werden entweder in einliniger oder doppelliniger Form ausgewiesen, was bei Altwässern in Talauen oft zu Schwierigkeiten führen kann, da diese in den kartographischen Unterlagen infolge Generalisierung nur teilweise enthalten sind, andererseits aus dem Bild wieder der eindeutige Verlauf nicht immer erkennbar ist. Für stehende Gewässer empfiehlt sich eine konventionelle Darstellung in Form einer Konturenzeichnung und eines Deckers. Seen bilden sich im Orthophoto in oft unterschiedlichen Grauwerten ab, so daß eine direkte Übernahme des Bildes zu differierenden Wahrnehmungseffekten führen könnte.

Das Orthophoto gibt zwar das Gelände in bildhafter Form wieder, kann aber naturgemäß keine Höheninformation liefern. Diese erfolgt durch Einfügen von Koten und Höhenlinien, wobei letztere, wenn sie aus bestehenden Strichkarten entnommen werden, sowohl an das Orthophoto, wie auch an die übrigen Kartenelemente anzupassen sind (R. FINSTERWALDER, 1983). Ein sehr dichtes Höhenlinienbild, vor allem, wenn die Linien im Bild „negativ weiß“ freigestellt erscheinen sollen, kann die Bildwirkung des Orthophotos stark beeinträchtigen (P. EILHARDT – P. GEISLER, 1982; M. STECHERT, 1979). Die Äquidistanz wird sich deshalb in erster Linie nach dem Anwendungsbereich der Orthophotokarte richten, wobei diese aus Gründen einer guten Bilderhaltung möglichst groß zu wählen sein wird. Werden die Höhenlinien in einer eigenen Farbe gedruckt, dann läßt sich auch unschwer ein dichter Höhenlinienplan durch geschickte Farbabstimmung in das Orthophoto einfügen.

Die Wiedergabe des Verkehrsnetzes im Orthophoto erfolgt in Abhängigkeit von der Beleuchtungsrichtung und Exposition in oft sehr unterschiedlichen Grautonwerten, die eine visuelle Trennung vor allem in bewaldeten Gebieten schwierig machen. Der kartographische Eingriff in das Orthophoto sollte zunächst sicherstellen, daß jene Teile des Verkehrsnetzes, die für den Orthophotokartenbenutzer von wesentlichem Orientierungswert sind, in einer einheitlichen Form erscheinen. Diese Egalisierung unterschiedlicher Grautonwerte bei gleicher Objektklasse wird in den meisten Fällen nicht über bildverbessernde Maskierungen möglich sein, sondern nur durch Einfügen konventioneller Signaturen. Damit ist aber auch zwangsläufig eine Objektklassifizierung verbunden, die besonders bei den unteren Kategorien der Verkehrswege von Bedeutung ist, da diese erfahrungsgemäß auf Grund des Bildes allein nur schlecht zugeordnet werden können. Würde man allerdings nur für diese Objektkategorien Linearsignaturen einführen, so entstände – wie bei den Höhenlinien – beim photomechanischen Freistellen der Linearsignaturen im einfarbigen Bild der bekannte Negativeffekt, der auch verhältnismäßig zarte Linien stark hervortreten ließe. Daraus ergibt sich zwangsläufig, daß für alle Kategorien von Verkehrswegen eine Signaturendarstellung zu wählen ist. Eine andere Möglichkeit wäre, über das einfarbige Orthophoto in lasierenden Farben einen farblich differenzierten Überdruck des Verkehrsnetzes auszuführen, der den vorhandenen Bildinhalt nachzeichnet. Diese Vorgangsweise besitzt allerdings den Nachteil, daß durch unterschiedliche Grauwerte gleicher Objekte im Bild die Farben eine unterschiedliche Trübung erfahren und damit die Zuordnung in einzelne Kategorien nicht unbedingt erleichtert wird. Eisenbahnen lassen sich erfahrungsgemäß aus Orthophotos schwer erkennen, da sie oft vom Straßenverkehrsnetz nicht unterschieden werden

können, so daß eine zeichnerische Unterstützung zur Erhöhung der Lesbarkeit, vor allem, was die Wiedergabe von Bahnhöfen, Haltestellen u. ä. anlangt, notwendig sein wird.

In unmittelbarem Zusammenhang mit dem Verkehrsnetz steht naturgemäß die Verbauung. Sie wird in der Regel bis zum Maßstab 1 : 10.000 noch ausreichend erkennbar sein, wobei auch die tatsächliche grundrißliche Lage der Objekte trotz Schattenwirkung u. ä. rekonstruierbar bleibt. Objekte, die teilweise oder ganz verdeckt sind, müssen durch geeignete Halbtonkorrekturen, die allerdings meist nur manuell auszuführen sind, oder durch lineare Ergänzungen dem Betrachter wieder sichtbar gemacht werden. Inwieweit eine funktionelle Gliederung der Bebauung erfolgen kann, hängt natürlich von der Zielsetzung der Orthophotokarte ab. Eine farbliche Differenzierung zwischen wichtigen öffentlichen Einrichtungen, Wohn- und Wirtschaftsgebäuden und industriellen Produktionsanlagen kann großmaßstäbige Orthophotokarten wesentlich benutzerfreundlicher machen. Derartige Eintragungen führen einerseits zu einer Verzögerung der Herausgabe einer Orthophotokarte, da erhebliche Geländearbeit notwendig wird, andererseits wird auch die rasche Evidenthaltung behindert. Soll eine Orthophotokarte aus Aktualitätsgründen in kurzen Zeitabschnitten neu aufgelegt werden, so sollten Objektkategorien, die verhältnismäßig raschen Veränderungen unterliegen, nach Möglichkeit nicht aufgenommen werden. Topographische Einzelzeichen werden je nach Orientierungswert in Form konventioneller Signaturen (meist in Schwarz), eventuell unter kopiertechnischer Erzeugung von Haloefekten eingefügt (E. A. FLEMING, 1978; R. OLACH, 1977; G. PETRIE, 1977; L. v. ZUYLEN, 1969).

Aus diesem kurzen Abriß der Gestaltungsmöglichkeiten von Orthophotokarten in großen Maßstäben ist aber zu erkennen, daß eine farblich differenzierte Orthophotokarte für ein breiteres Publikum mehr Nutzungsmöglichkeiten bietet, als eine lediglich einfärbige Gestaltung, die den Kartenbenutzer in manchen Interpretationsfragen in Stich lassen muß. Da die Orthophotoherstellung auf der Grundlage eines bereits vorhandenen digitalen Geländemodells verhältnismäßig rasch nach der Befliegung erfolgen kann, wird nicht zuletzt auch im Hinblick auf die Kosten bei den amtlich herausgegebenen Orthophotokarten die einfärbige, d. h. im allgemeinen eine Schwarz/Weiß-Darstellung gewählt. Für Einzelkarten, die als Hochgebirgskarten, Stadtpläne und Umgebungskarten, Freizeit- und Wanderkarten u. ä. erscheinen, hat man hingegen vielfältige Kombinationen mit Strichkartenelementen und unterschiedlichen farblichen Differenzierungen erprobt.

## 2.2.2. Kartographische Bearbeitung von Orthophotokarten in mittleren Maßstäben.

Orthophotokarten in den Maßstäben 1 : 100.000 oder 1 : 200.000 waren auf Grund des bisher verfügbaren Bildmaterials, welches, durch die Flughöhe der Meßkammern bedingt, immer in einem verhältnismäßig großen Maßstab vorlag, nur durch reprotechnische Verkleinerung und Montage zu erzielen. Vor allem Schwankungen in der Beleuchtung erschwerten das Anfertigen der einzelnen Bilder, wodurch zwangsläufig die Interpretationsmöglichkeiten dieser Orthophotomontagen in Mitleidenschaft gezogen wurden. Aus den genannten Gründen hat man von der Herstellung von Orthophotos in diesen Maßstäben zunächst Abstand genommen (E. A. FLEMING, 1970). Durch die Spacelab-Flüge konnte Bildmaterial in wesentlich kleineren Maßstäben und damit für größere Räume zur Verfügung gestellt werden, so daß die Orthophotoherstellung auch in die mittleren Maßstäbe vordringen konnte. Für die kartographische Bearbeitung von Orthophotokarten in diesen Maßstabsbereichen gibt es kaum Literaturhinweise, so daß zunächst ein Rückgriff auf die in diesen Maßstäben üblichen Bearbeitungssujets erfolgen muß.

Auf Grund der großen Flughöhe und der im Vergleich zu Reprofilen doch geringeren photographischen Auflösung des Aufnahmematerials wird in kleinmaßstäbigen Orthophotos die Topographie teilweise nur rudimentär abgebildet. Da aber Orthophotos exakte maßstäbliche Abbildungen darstellen, führt jede Form von kartographischen Einfügungen in diesen Maß-

stabsbereichen zu nicht unerheblichen Lageversetzungen, denn ungeachtet des Maßstabes müssen jeweils die zeichnerischen Mindestdarstellungsbedingungen eingehalten werden. Die Abweichungen zwischen der Objektwiedergabe im Orthophoto und der zeichnerischen Einfügung springen – abgesehen von Bereichen starker lateraler Versetzung – zunächst deshalb nicht so ins Auge, da die im Verhältnis zur Feingliedrigkeit der Objektwiedergabe im Orthophoto doch grobe Strichführung der zeichnerischen Ergänzungen Differenzen in der Objektwiedergabe auffangen kann. Der Vorteil des Orthophotos, nämlich eine dem Maßstab in der Zahlenschärfe angepaßte Ausmeßbarkeit von Objekten, geht zum Teil durch das Einfügen von Kartenelementen, die im Gegensatz zur Objektwiedergabe im Bild Generalisierung aufweisen müssen, wieder verloren. Seitens der kartographischen Bearbeitung kann keine höhere Genauigkeit der Topographie garantiert werden, wie in topographischen Karten gleichen Maßstabes und gleichen graphischen Duktus. Diese Überlegungen würden zunächst gegen Orthophotokarten im mittleren Maßstäben sprechen. Abgesehen von der Topographie weist eine Orthophotokarte im genannten Maßstabsbereich doch eine Reihe von Besonderheiten gegenüber einer konventionellen topographischen Karte auf. Da eine derartige Orthophotokarte nicht mehr zur unmittelbaren Orientierung im Gelände herangezogen, sondern nur wie eine topographische Übersichtskarte verwendet werden kann, besticht zunächst der Detailreichtum in der Bodenbedeckung und Geländewiedergabe. Als erheblicher Nachteil wirken sich die bei der üblichen Nordorientierung von Karten auftretende natürliche Südbeleuchtung der Geländeformen und die vom jeweiligen Sonnenstand zum Zeitpunkt der Aufnahme abhängige Schlagschattenbildung aus. Benützt man hingegen das Negativ des Orthophotos zur Geländewiedergabe, so besteht in diesem Maßstabsbereich die Möglichkeit, eine West- bzw. Nordwestbeleuchtung zu simulieren, sofern die Aufnahme in den Vormittagsstunden erfolgt ist. Da die Topographie im Bild kaum zum Tragen kommt, spielt ihre negative Wiedergabe keine Rolle, zumal sie durch zeichnerische Beifügungen überdeckt wird. Es muß allerdings für eine geeignete Korrektur der nun negativen Schlagschatten Sorge getragen werden. Eine andere Möglichkeit zur Egalisierung der Südbeleuchtung wäre die Verwendung einer Lichtermaske in Form einer „Gegenschummerung“. Wie weit sich diese Vorgangsweise auch bei größerer Schlagschattenbildung im Hochgebirge zielführend einsetzen läßt, müßte noch im einzelnen untersucht werden (G. EDELMANN, 1978; R. SCHWEISSTHAL, 1978).

Die kartographische Gestaltung der Ergänzungszeichnung muß hinsichtlich ihrer Dichte und ihrer graphischen Ausführung sicher mit größerer Umsicht wie bei großmaßstäbigen Orthophotokarten durchgeführt werden, da möglichst wenig des sehr feingliedrigen Bildinhaltes zerstört werden soll. Neben dem Gewässernetz, welches verhältnismäßig dicht sein kann, da damit die Orthophotokarte wenig belastet wird, hat zunächst das Bahnnetz eine wichtige Orientierungsaufgabe zu erfüllen. Das Straßenverkehrsnetz muß auf wichtige Haupt- und Nebenverbindungsstraßen beschränkt bleiben, für die Siedlungswiedergabe könnte sich eine Block- oder Teilblockdarstellung als zweckmäßig erweisen. Da diese Kartenelemente aus vorhandenen topographischen Karten entnommen werden müssen, ergibt sich durch die Anpassung dieser Kartenelemente an die jeweiligen Bildstrukturen eine intensive Entwurfstätigkeit. Auch für Orthophotokarten dieser Maßstabskategorie gilt genau so wie für jene größeren Maßstäbe, daß sie eine interessante, vor allem bildwirksame Ergänzung der topographischen Karte gleichen Maßstabes darstellen, ohne diese jedoch ersetzen zu können.

### 2.2.3. Originalherstellung und Reproduktion bei Orthophotokarten

Für die Originalherstellung von Situationselementen und Höhenlinien wird man heute fast ausschließlich die Schichtgravur, bei Einzelkartenzeichen und der Kartenschrift diverse Monta-

geverfahren einsetzen. Zur Erreichung einer besseren Lesbarkeit der zeichnerischen Zusätze werden Freistellungen bzw. Haloeffekte notwendig, die üblicherweise über manuell hergestellte Decker oder Strip-Mask-Kopierungen zu erzielen sind. Da die autotypische Rasterung normalerweise über Silbersalzemulsionen erfolgt, ergibt es sich fast zwangsläufig, daß auch die übrigen Reproduktionsarbeiten im Negativkopierverfahren über Zwangspaßsysteme durchgeführt werden. Im Zuge der autotypischen Rasterung kann es sehr leicht zu Verlusten in der Detailzeichnung, wie auch zu Tonwertverschiebungen kommen, so daß das gerasterte Bild flacher bzw. ausdrucksloser wirkt, was besonders bei hellen Druckfarben die Auffaßbarkeit des Bildes beeinträchtigen kann. Es ist daher notwendig, Arbeitsverfahren der Photolithographie, was den Bereich manueller Tonwertkorrekturen betrifft, ebenso wie Arbeitstechniken der photomechanischen Maskierung einschließlich ausgefilterter Belichtungs- und Entwicklungsstrategien einzusetzen, um den Tonwert- bzw. Detailverlusten begegnen zu können. Wie bereits erwähnt, handelt es sich dabei um Arbeitsweisen, die nicht unbedingt zum Standardrepertoire der Reprokartographie zählen. Wenngleich die autotypische Rasterung des Orthophotos den üblichen Weg zur Druckformengewinnung darstellt, können natürlich auch opto-elektronische Rasterungsverfahren (mittels Scanner) eingesetzt werden.

Bei einfarbig gedruckten Orthophotokarten wird das Schwarz-Weiß-Bild mit den bereits genannten Kartenelementen und der Schrift kopiertechnisch vereinigt. Wird die Orthophotokarte mehrfarbig gedruckt, so ist zunächst zu unterscheiden, ob das Orthophoto als Farb- oder Schwarz-Weiß-Bild vorliegt bzw. in welchen Farben die ergänzenden Kartenelemente erscheinen sollen. Farborthophotos müssen zunächst auf photomechanischem Weg über Teilfarbenfilterauszüge oder elektronische Farbauszüge in die jeweiligen Anteile der Normdruckfarben zerlegt werden, ehe diese mit den übrigen Kartenelementen kopiertechnisch zusammengeführt werden. Da Mischfarben für dünnere Linien drucktechnisch immer noch nicht befriedigend gelöst werden können, ist die Gestaltung der Kartenelemente bei dieser Art von Orthophotokarten verhältnismäßig eingeschränkt, es sei denn, die Farbenzahl für Linearelemente wird erhöht. Die Schwierigkeiten bei der Aufnahme und Herstellung färbiger Orthophotos wurden bereits mehrfach erwähnt, so daß der überwiegende Anteil der Orthophotos immer noch als Schwarz-Weiß-Bilder vorliegt. Auch auf der Grundlage dieses Bildmaterials lassen sich über Halbtonmasken bestimmte Grauwertbereiche des Orthophotos trennen und einzelnen Druckfarben zuordnen, so daß deren Zusammendruck zu einem bunten, mehr oder weniger naturähnlichen Farbeindruck führt. Die wohl bekannteste Methode ist das zunächst in den USA entwickelte Pictomap-Verfahren. "Pictomap" ist ein Kunstwort, welches aus der Beschreibung des Arbeitsvorganges in Form einer „photographic image conversion by tonal masking procedures“ abgeleitet wurde. Durch Einsatz von Reprofilmen verschiedener Gradation, sowie bewußter Überbelichtung bzw. -entwicklung wird eine Tonwerttrennung angestrebt, die den einzelnen Farben Grün, Gelb und Braun zugeordnet wird. Es sind dies natürlich nicht die Normdruckfarben des Standardvierfarbendrucks, sondern Farben, die den photomechanisch separierten Tonwerten der Bodenbedeckung, nicht aber den topographischen Bildinhalten bestmöglich zugeordnet werden können (H. ELIAKIM, 1974; E. A. FLEMING, 1978; F. FURRER, 1980; J. S. KEATES, 1978; G. PETRIE, 1977; L. v. ZUYLEN, 1969, 1974). Neben der photomechanischen Tonwerttrennung über Halbtonmasken besteht bei Vorliegen eines „digitalen Orthophotos“ natürlich auch die Möglichkeit, Grauwerttrennungen, wie auch Grauwertzuordnungen zu bestimmten Farben mittels digitaler Bildverarbeitung durchzuführen. Im Rahmen dieser Arbeit ist es nicht möglich, auf diese Arbeitsweisen näher einzugehen.

### 3. DIE ORTHOPHOTOKARTE 47/10 GLURNS IM MASSSTAB 1 : 200.000

Die als Beilage dieser Veröffentlichung beigelegte Orthophotokarte 47/10 Glurns entstand als Gemeinschaftsproduktion der Institute für Photogrammetrie bzw. Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien. Während des 9. Space Shuttle Fluges der NASA wurden vom Weltraumlaboratorium Spacelab 1 am 5. 12. 1983 auch erstmals photogrammetrische Meßbilder von Westösterreich angefertigt. Da das Institut für Photogrammetrie am Experiment „Metrische Kamera“ mitbeteiligt war, stand das Bildmaterial für die Orthophoto- und Stereopartnerherstellung ebenso wie für die Ausführung einer Orthophotokarte zur Verfügung<sup>1)</sup>.

Die Meßbilder im Format von  $23 \times 23 \text{ cm}^2$  decken bei einer Flughöhe von 243 km und einer Kammerkonstanten von 30 cm pro Bild eine Fläche von  $34.800 \text{ km}^2$  ab. Der Bildmaßstab einer Aufnahme ergibt sich mit ca. 1 : 810.000. Im Zuge der differentiellen Umbildung wurde das Orthophoto auf den Maßstab 1 : 200.000 gebracht. Die Aufnahmen wurden auf Schwarz-Weiß-Material um ca. 9 Uhr morgens ausgeführt.

#### 3.1. Gesichtspunkte der kartographischen Gestaltung

Auf Grund der geringen Höhe des Sonnenstandes zum Aufnahmezeitpunkt kommt es zwar zu einer guten Durchzeichnung der Kleinformen des Reliefs in den Lichtseiten, jedoch in den zahlreichen quer zur Beleuchtungsrichtung verlaufenden Tälern treten starke Schlagschattenbildungen auf. Diese beeinträchtigen den bildhaften Eindruck zwar wenig, lassen aber die tiefsten Tallinien, welche meist von Gewässerläufen repräsentiert werden, schwer oder nicht erkennen. Bei der Durchmusterung des Orthophotos zeigte sich auch, daß die Topographie infolge der Schneebedeckung von übrigen Bildinhalten äußerst schlecht zu trennen war. Die hohe Anschaulichkeit des Geländes im Orthophoto zwang fast zu einer Südorientierung, wollte man nicht pseudoskopische Effekte bei einer Nordorientierung riskieren.

Für die kartographische Gestaltung war zunächst ausschlaggebend, daß die verschneite Landschaft des Winterphotos möglichst in naturangenehmten Farben bei geringer Belastung durch ergänzende Elemente der Strichkarte erhalten bleiben sollte. Dieser Überlegung kam das Bild selbst entgegen, da die wenigen Siedlungen und Verkehrswege auf die Täler konzentriert sind. Weiters wurde aus dieser Überlegung heraus auf ein die Signatur der Staatsgrenze begleitendes Grenzband verzichtet. Für die Wiedergabe der Siedlungen wurde eine Blockdarstellung gewählt, die verhältnismäßig stark schematisiert, aber so weit als möglich an das Orthophoto angepaßt wurde. Diese Vorgangsweise schien deshalb angebracht, weil die repräsentative Einzelhausdarstellung des kartographischen Grundlagenmaterials im Maßstab 1 : 200.000 mit dem Orthophoto nicht in Einklang zu bringen war. Die Bahnen und das Straßenverkehrsnetz, welches im Maßstab 1 : 200.000 die stärkste Überhaltung von allen Kartenelementen aufweist, wurde bei der Wahl der inneren Lichten hart an die Grenze der visuellen Auffaßbarkeit geführt, um die Charakteristik der Linienführung, vor allem bei den Paßstraßen, weitestgehend erhalten zu können. Vom ursprünglichen Plan, die Straßen im Bild lediglich freizustellen, mußte abgegangen werden, da der farbige Simultankontrast eine zart-rote Füllung in den Schattenpartien vorgetäuscht hätte. Da ein Winterorthophoto dieses Gebietes nach der Eintragung mechanischer Aufstiegshilfen direkt verlangt, wurde dem insofern Rechnung getragen, als eine Auswahl der größeren Anlagen in dem Entwurf aufgenommen wurde. Bei der Schriftauswahl und der Gestaltung wurde zunächst von der Überlegung ausgegangen, daß die Beschriftung der Siedlungen, da sie notgedrungenerweise auch oft in dunkle Bildpartien

<sup>1)</sup> Die Herstellung der Orthophotos bzw. Stereopartner wird in der Publikation von G. FRITZE – J. JANSKA – K. KRAUS: Orthophotos und Stereopartner aus metrischen Weltraumbildern. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie 73, 1985, III, ausführlich dargelegt.

gesetzt werden mußte, kräftiger als die Beschriftung der Gebirgszüge und Bergspitzen einschließlich der Knoten sein müßte. Auf eine geometrische Erfassung des Geländes durch Höhenlinien wurde von vorneherein verzichtet, um die Bildwirkung nicht zu beeinträchtigen. Der Verzicht auf Höhenlinien fällt in einem Orthophotokartenmaßstab 1 : 200.000 leichter, als in einem größeren Maßstab, da infolge der doch größeren Äquidistanz Höhenlinien an sich nur Großformen erfassen könnten, die aber durch das Orthophoto selbst sogar maßstäblich genau abgebildet werden. Die wenigen Knoten sind naturgemäß eine schwache Höhenrepräsentation, belasten dafür aber das Bild nicht allzu sehr.

### 3.2. Entwurfsvorlage und Entwurfszeichnung

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, den Entwurfsvorgang in zwei Teilschritte zu gliedern, nämlich zunächst ein Sujet im Maßstab 1 : 200.000 auf der Grundlage einer topographischen Karte zu entwerfen, welches erst in einem zweiten Arbeitsschritt mit dem Orthophoto abgestimmt und zur Deckung gebracht wurde (vgl. Abbildung 1).

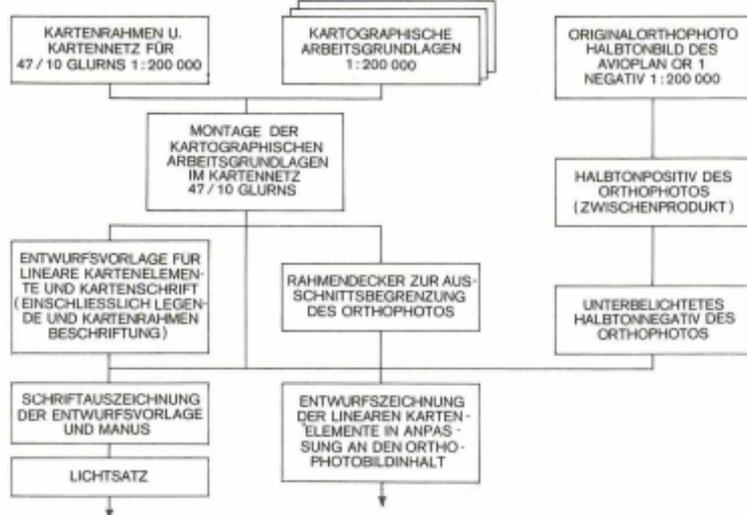


Abbildung 1: Der Entwurfsablauf für die Orthophotokarte 47/10 Glurns 1 : 200.000

Ausgehend von Kartenrahmen und Kartennetz, welches auf der Zeichenmaschine des Instituts für Photogrammetrie graviert wurde, konnten zunächst die Arbeitsgrundlagen für das Entwurfssujet im Maßstab 1 : 200.000 montiert werden. Dazu wurde in Ermangelung der ÖK 200 47/10 Glurns für den überwiegenden Teil des Kartenblattes die Landeskarte der Schweiz 1 : 200.000, die trotz eines anderen Netzentwurfes erstaunlich gut in das österreichische Meridianstreifensystem netzmaschenweise eingefügt werden konnte, eingesetzt. Ein schmaler Streifen im Osten, der nicht durch die Landeskarte der Schweiz abgedeckt werden konnte, mußte durch die Generalkarte von Mitteleuropa 28°47' Glurns ergänzt werden, wobei kleine Paßdifferenzen durch Montage vermittelt wurden. Das Zusammenpassen von Orthophoto und Grundlagenmontage wies einen hohen Deckungsgrad auf, die verbleibenden, verhältnismäßig geringen Abweichungen waren auf Generalisierungseffekte oder bei Verkehrswegen zum Teil auch auf Neutrassierungen zurückzuführen, soweit diese aus dem Orthophoto erkennbar waren. Auf

einer Anhaltkopie dieser Montage wurde schließlich die Entwurfsvorlage der linearen Kartenelemente einschließlich der Kartenschrift durchgeführt.

Die eigentliche Entwurfszeichnung, die als Anhalt für die Originalherstellung dienen sollte, wurde auf einem unterbelichteten Halbtonnegativ des Orthophotos (vgl. Abbildung 1) mit der Entwurfsvorlage als Grundlage hochgezeichnet, wobei nun die linearen Kartenelemente unter Berücksichtigung der Objektwiedergabe im Orthophoto angepaßt werden konnten. Da die linearen Kartenelemente überwiegend in den Tälern verlaufen, diese jedoch infolge des Schlag-schattenwurfes verhältnismäßig dunkel erscheinen, hat es sich als günstiger erwiesen, auf einem hell gehaltenen Negativ die Entwurfszeichnung auszuführen. Dadurch konnten mehr Einzelheiten in den Bildstrukturen erkannt bzw. mit der darunter liegenden Entwurfsvorlage identifiziert werden und so eine Übereinstimmung von Orthophoto und linearer Situationszeichnung weitestgehend sichergestellt werden. Eine Anhaltkopie des Orthophotos bzw. der linearen Entwurfsvorlage wäre in diesem Fall nicht von Vorteil gewesen, da ein kontrolliertes Anpassen der Linearelemente an den Bildinhalt – im wesentlichen verbunden mit einer partiellen Rücknahme von Generalisierungseffekten – nicht möglich gewesen wäre.

### 3.3. Originalherstellung der linearen Kartenelemente

Die Entwurfszeichnung der linearen Kartenelemente wurde im nächsten Arbeitsschritt für die Herstellung der Anhaltkopien zur Schichtgravur von Gewässer und Situationselementen eingesetzt. Von der Gravur der Situationselemente konnten mit entsprechenden Trennmasken sowohl die Seilbahnen, wie auch die Begrenzungen für die Decker der Straßenfüllungen abgeleitet werden. Die Straßenfüllungen hatten nicht allein den Zweck, für eine bessere Differenzierbarkeit des Verkehrsnetzes zu sorgen, sondern sollten in ihrer Farbgebung einen komplementären Farbkontrast zu den Grau- bzw. Grüntönen des Orthophotos bilden. Die Schichtgravur des

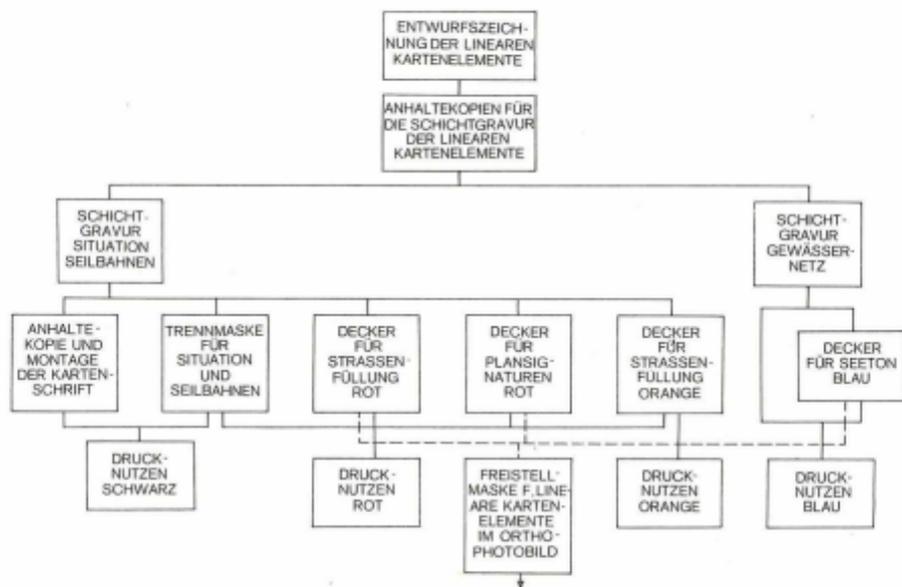


Abbildung 2: Die Originalherstellungsschritte für die linearen Kartenelemente der Orthophotokarte 47/10 Glurns 1 : 200.000

Gewässernetzes wurde in ähnlicher Form wie jene der Situationselemente durchgeführt, wobei für den Seeton noch ein entsprechender Decker angelegt wurde. Als Ergebnis dieser Originalherstellungsschritte entstanden schließlich die Offsetdias für Schwarz, Rot, Orange und Blau, sowie eine Freistellmaske für sämtliche flächenhaften Kartenelemente im Orthophoto (vgl. Abbildung 2)<sup>2</sup>.

### 3.4. Photomechanische Bildverbesserung und farbliche Bildtrennung

Das Schwarz-Weiß-Orthophoto mußte für den Druck zunächst auf photomechanischem Weg in „Teilfarbenbilder“ getrennt werden, da für den Betrachter ein farbiges Winterbild simuliert werden sollte. Während bei farbigen Vorlagen die Farbtrennung in die Teilfarbenbilder der Druckformen entweder photomechanisch über Filter, oder opto-elektronisch über Scanner erfolgt, mußten im vorliegenden Fall aus einem Schwarz-Weiß-Bild Grautöne durch Halbtonmasken und zweckangepaßte Belichtungsstrategien herauskopiert werden, die nach erfolgter autotypischer Rasterung im farbigen Zusammendruck den Eindruck eines „farbigen Winterlandschaftsbildes“ erwecken sollten. Neben der Zerlegung in „Teilfarbenbilder“ waren noch Maßnahmen der photomechanischen Bildverbesserung notwendig, um durch Witterungseinflüsse und Schattenbildung vorhandene, unerwünschte Bildverdunkelungen zu dämpfen.

#### 3.4.1. Photomechanische Maßnahmen der Bildverbesserung

Die photomechanischen Eingriffe in die Grautonstruktur eines Bildes können entweder die Grautonwerte des gesamten Bildes betreffen oder nur bestimmte Bildteile grautonmäßig verändern. Eine Möglichkeit, um im gesamten Halbtonbild den Detailkontrast zu beeinflussen, besteht im Einsatz photographischer Masken. Eine solche „unscharfe“ Halbtonmaske zeigt einen gegensinnigen Grautonverlauf zum Ausgangsoriginal und stellt bei einem Ausgangsnegativ ein Positiv dar, wobei natürlich im allgemeinen die Maske einen wesentlich kleineren Dichteumfang aufweisen wird als das Ausgangsoriginal. Werden Ausgangsoriginal und Maske übereinander registriert kopiert, so wird der Lichtdurchfluß gegenüber jenem, der nur bei Verwendung des Ausgangsoriginals allein aufgetreten wäre, verändert. Diese Masken dienen dazu, den Dichteumfang kontrastreicher Halbtonbilder in den Bereich des nutzungsfähigen Belichtungsspielraums eines Filmes zu bringen. Partiiell im Tonwertverlauf wirksame Hilfsmasken in Form von Hochlicht- bzw. Schattenmasken haben die Aufgabe, der Kontrastminderung in den Spitzlichtern, wie auch in den tiefen Schattenpartien entgegenzuwirken und für entsprechende Zeichnung in diesen Tonwertbereichen zu sorgen (vgl. Abbildung 3). Die Wirkung der zum Original registrierten Maske wird durch die bei der Maskenherstellung eingesetzten Filmmaterialien, dem Entwickler, sowie der Entwicklungszeit wesentlich bestimmt (F. FURRER, 1980; E. BORN, 1983; R. GOLPON, 1973; W. MIKOLASCH, 1983; D. MORGENSTERN, 1985 u. a.). Die Kombination der genannten Maskierverfahren erlaubt in beschränktem Maße Eingriffe in bestimmte Grauwertbereiche. Diese Arbeitsweisen wurden für die Herstellung der modulierten Waldplatte der Orthophotokarte 47/10 Glurns eingesetzt.

Sollen nur bestimmte Teile eines Bildes, jedoch in allen Grautonbereichen, verändert werden, dann sind sowohl Gradationsmasken wie auch Hilfsmasken dafür nicht geeignet. Das Originalorthophoto des Blattes Glurns zeigt im Bereich des Etschtales, sowie im Raum Taufers-Fuldera starke Bildverdunkelung in den Talböden, die den Gesamteindruck des Bildes störend belasten. Die Ursache dafür könnte ein schleierartiger Talnebel zum Aufnahmezeitpunkt sein,

<sup>2</sup> Für die Unterstützung bei der Originalherstellung und Reproduktion des Kartenblattes 47/10 Glurns 1 : 200.000 möchte der Verfasser seinen Mitarbeitern Mag. Jörg ASCHENBRENNER, Dipl.-Ing. Michael WANDL und Heinz KROTTENDORFER herzlich danken.

der den schneebedeckten Talgrund wesentlich dunkler erscheinen läßt. Versuche mit manueller Negativretusche bzw. Phototonätzung brachten nicht den gewünschten Erfolg. Erst die Anfertigung einer lokalen „Graufiltermaske“, welche die tonwertmäßig zu korrigierenden Bildteile zunächst in Form eines exakt gezeichneten Deckers erfaßte, der in einen konstanten Halbdichtewert kopiertechnisch übergeführt wurde, um bei der autotypischen Rasterung für eine Abschwächung des Lichtdurchganges in diesem lokal begrenzten Bereich zu sorgen, brachte eine zufriedenstellende Lösung. Damit konnte auch die im Originalorthophoto kaum noch erkennbare Waldabgrenzung im Talbodenbereich wieder deutlich sichtbar gemacht werden, ebenso konnten die Schlagschatten der Ortsvorlagen im Etschtal gemildert werden. Da die Bildwirkung dieser lokalen „Graufiltermaske“ nur über Rasterungsversuche erschlossen werden kann, erfordert dieser Weg doch ein gewisses Maß an Geduld (vgl. Abbildung 3).

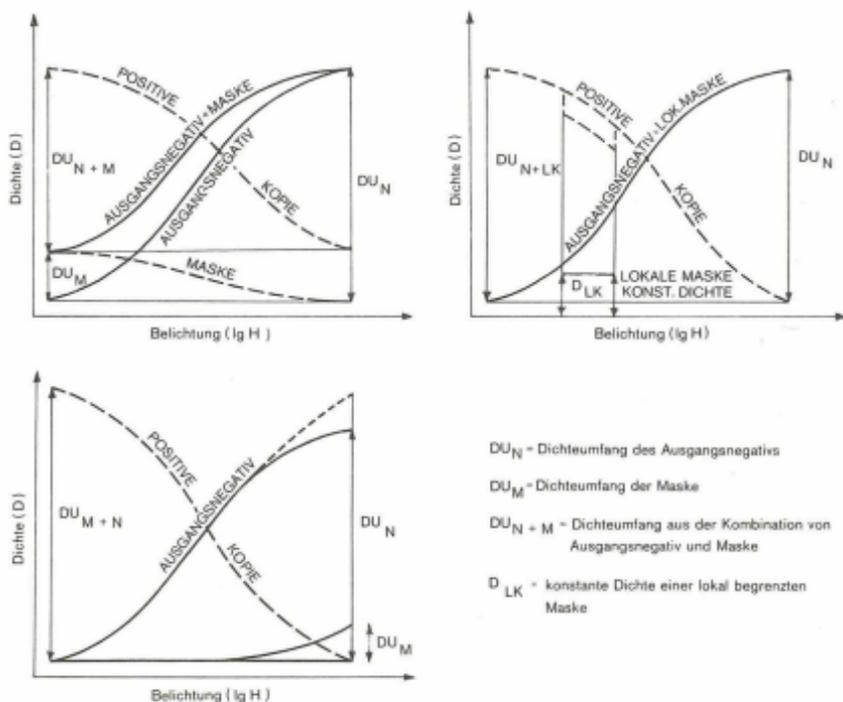


Abbildung 3: Die Wirkungsweise verschiedener Halbdtonmasken auf den Grautonverlauf eines Bildes

### 3.4.2. Ton- und Schattenplatte für die farbige Gestaltung des Orthophotos

Um den Eindruck einer winterlichen Farbaufnahme vorzutäuschen, mußten für den Druck an Stelle von Schwarz graue Farbtöne eingesetzt werden. Da aber bei Farben mit geringerem Farbgewicht die Gefahr der Verflachung des Bildes besteht, sollte zur normalen Tonplatte – ähnlich wie bei der Geländedarstellung – noch eine Schattenplatte zur Verstärkung der Bildtiefe vorgesehen werden. Um Ton- und damit Detailverluste möglichst gering zu halten, wurden die autotypischen Rasterungen direkt vom Orthophotonegativ des Avioplans ausgeführt. Dabei wurde die Rasterung für die Tonplatte so vorgenommen, daß die Spitzlichter ohne Rasterpunkt stehen, in den Bildschatten aber noch eine Zeichnung erhalten bleibt (vgl. Abbildung 4).

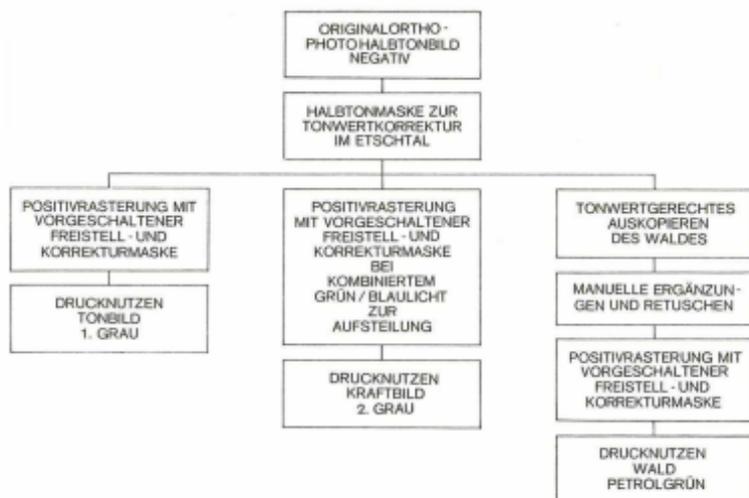


Abbildung 4: Originalherstellungsschritte für die farbige Wiedergabe des Bildes in der Orthophotokarte 47/10 Glurns 1 : 200.000

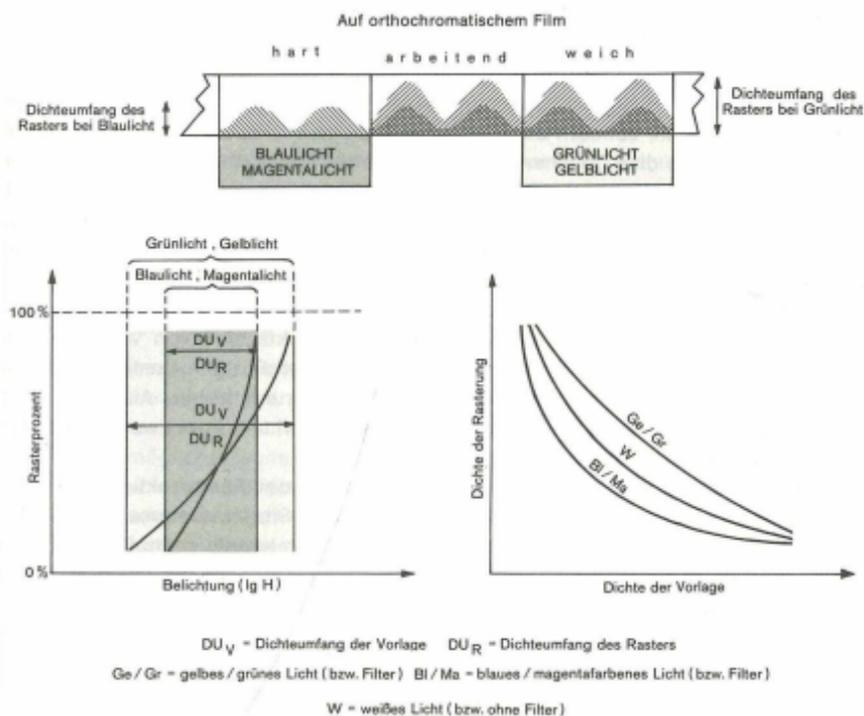


Abbildung 5: Halbtone rasterung mit dem Magenta-Kontaktraster

Die autotypische Rasterung erfolgte über einen Magenta-Kontaktraster mit Negativcharakteristik. Der besondere Vorteil dieses Rasters ist in der Eigenschaft zu sehen, daß die Dichte der vignettierten Rasterelemente durch die spektrale Zusammensetzung des Kopierlichtes verändert bzw. gesteuert werden kann. Es besteht damit die Möglichkeit, den reproduzierbaren Dichteumfang zu verändern, was sich in einem Aufsteilen oder Verflachen der Tonwerte in der Rasterung auswirkt (vgl. Abbildung 5).

Die für die Rasterung eingesetzten Lithfilme sind üblicherweise orthochromatisch sensibilisiert und weisen damit keine Empfindlichkeit im roten Spektralbereich auf. Das bedeutet, daß bei gelbem Licht, welches aus einer additiven Mischung von Grün und Rot hervorgeht, nur die Grünkomponente wirksam werden kann und damit die gleiche Wirkung wie bei grünem Licht zu erwarten ist, nämlich eine Vergrößerung des Dichteumfanges gegenüber einer Belichtung mit weißem Licht. Umgekehrt wird bei violettem Licht, das aus einer additiven Lichtermischung von Blau und Rot besteht, nur die Blaukomponente wirksam werden, so daß der gleiche Effekt wie bei einer Belichtung mit blauem Licht eintritt, nämlich eine Verkleinerung und Aufsteilung der Dichteübertragungsfunktion (E. BORN, 1983; R. GOLPON, 1973; P. MORGENSTERN, 1985). Durch eine Variation der Teilbelichtungszeiten für Gelb- bzw. Blaulicht können unterschiedliche Tonwertübertragungsfunktionen zwischen den genannten Extremen angesteuert werden.

Mit Hilfe solcher Zweifilterbelichtungen konnte relativ einfach die Schattenplatte für die Bildverstärkung erzielt werden. Der zweifarbige Aufbau des Orthophotos ermöglicht bei günstiger Farbwahl eine noch ausreichende Schattzeichnung und erlaubt außerdem, den bildwirksamen Kontrast zwischen Licht- und Schattenseite abzustimmen.

Das Orthophoto wurde versuchsweise mit einem 80 Punkt/cm und einem 60 Punkt/cm Triplet Magenta-Raster gerastert. In der Literatur wird mehrfach darauf hingewiesen, daß zu feine Raster die Bildgestaltung negativ beeinflussen können (H. ELIAKIM, 1974; L. v. ZUYLEN, 1974). Diese Ergebnisse konnten durch die Rasterungsversuche des Blattes 47/10 Glurns bestätigt werden. Durch die Anordnung der Rasterpunkte beim Tripletraster wird nicht allein ein günstig verlaufender Punktschluß, sondern auch eine detailreichere Bildzeichnung, vor allem in den Lichtseiten, erreicht, als dies üblicherweise mit einem 60 Punkt/cm-Raster möglich wäre. Als Punktschluß bezeichnet man bei der Rasterung einer kontinuierlich verlaufenden Tonwertreihe jene Stelle in der Rasterung, wo sich die kontinuierlich größer werdenden Rasterpunkte erstmals berühren, wodurch eine Diskontinuität im Tonwertverlauf verursacht wird. Um die Wirkung des Punktschlusses zu mildern, müssen die Rasterpunkte anstelle einer kreisrunden eine elliptische oder rautenförmige Punktform bzw. eine Kettenstruktur oder Tripletanordnung der Punkte aufweisen. Dadurch wird der gleichzeitige Punktschluß von vier benachbarten Punkten verhindert, was zur Folge hat, daß an die Stelle einer einzigen Unstetigkeitsstelle der Tonwertübertragungsfunktion zwei mit kleinerem Dichtesprung treten. Als Nachteil dieser Tripletanordnung muß eine gewisse Unruhe in den Mitteltönen und etwas weniger Kraft in den Schattenpartien in Kauf genommen werden.

Für die Rasterung der Ton- und Schattenplatte mußte sowohl die Korrekturmaske („Graufiltermaske“ des Etschtales), wie auch die Freistellmaske für die Situationselemente einschließlich der Kartenrahmenbegrenzung vorgeschaltet werden. Dadurch konnte es im Bereich der dunklen Schattenpartien zu einer ungewollten Vignettierung bei den sehr schmalen Straßen kommen, die dann manuell getilgt werden mußten.

Bei der Farbwahl im Andruck zeigte sich sehr bald, daß nur mit einem leicht blautichigen Grau ein winterlicher Eindruck zu erreichen war. Für die Schattenplatte bewährte sich eine leichte Verschwärzlichung der gleichen Farbe, um dem Bild eine bessere Tiefe zu verleihen. Durch die photomechanische Trennung des Orthophotos in eine Ton- und Schattenplatte in Verbindung mit einer eigenen Farbe für den Wald konnte ein Detailreichtum erzielt werden, der

sehr nahe an einen Schwarzdruck herankam. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß für eine brillante Farbwiedergabe im Druck ein hoch satiniertes Papier eingesetzt werden muß.

### 3.4.3. Photomechanische Gewinnung der Waldplatte

Das Orthophoto zeigte bereits einen Ansatz einer luftperspektivischen Tonwertabstufung, so daß es naheliegend war, diesen Effekt über den Wald, der auf diesem Bild nur in den tiefergelegenen Talregionen auftritt, zu verstärken. Diese Waldmaske wurde durch schrittweises Umkopieren aus dem Originalphoto gewonnen, indem zunächst auf Halbtonmaterial durch Variation der Belichtungszeit versucht wurde, näherungsweise den Dichtebereich des Waldes zu erfassen. Die verbleibenden, nicht zum Wald gehörenden Resttonwerte wurden durch Umkopieren auf Lithmaterial und manuelle Retusche eliminiert. Da der Wald bei den zur Beleuchtungsrichtung der Sonne fast normal verlaufenden Tälern in eine deutliche Licht- und Schattenseite aufgespalten erscheint, konnte die Trennung des Waldes von den übrigen Bildinhalten in den Licht- und Schattenseiten nicht mit gleich gutem Erfolg durchgeführt werden. Es wurde die Belichtung so gewählt, daß zunächst der Wald in den Schattenpartien photomechanisch getrennt werden konnte. Diese Vorgangsweise hatte allerdings den Nachteil, daß teilweise Waldpartien der vollen Lichtseite nicht miterfaßt werden konnten, weil sie tonwertmäßig von jenen der Schattenseite zu weit entfernt waren. Diese Bereiche mußten in einer manuellen Positivretusche nachgearbeitet werden.

Die auf diese Weise erzielte photomechanische Waldmaske, die auf einen sehr engen Grauwertbereich beschränkt war, konnte über die autotypische Rasterung in eine modulierte Waldplatte übergeführt werden. Damit wurde aber auch eine Verstärkung in der Detailzeichnung der Licht- und Schattenzeichnung des Gesamtbildes erreicht. Für den Druck der modulierten Waldplatte wurde ein sehr helles Petrolgrün gewählt, welches sich harmonisch in den übrigen Farbaufbau einfügen ließ.

Durch die nach Grauwertbereichen getrennten Masken konnte der Halbtoncharakter des Orthophotos auch in der farbigen Bildgestaltung erhalten werden, ohne daß durch Decker harte Übergänge verursacht wurden. Für diese Arbeitsweise war das Winterbild verhältnismäßig günstig, da nur die Waldplatte aus dem durch Schnee ziemlich einheitlich gestalteten Bild zu trennen war.

### 3.5. Geplante weitere Versuche

Die Südorientierung der Orthophotokarte ist eine Notmaßnahme, um pseudoskopische Effekte der Geländewiedergabe zu vermeiden. Es soll daher versucht werden, mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung zunächst eine Nordwestbeleuchtung des Bildes zu simulieren, bei der gleichzeitig eine möglichst weite Rücknahme der Schlagschatten angestrebt werden soll. In dieser Versuchsreihe sollen auch die bisher photomechanisch durchgeführten Grauwerttrennungen über Bildverarbeitungsmethoden ausgeführt werden. Als weiterer Schritt ist noch das Einfügen digitalisierter einfacher Linienelemente geplant, sowie die damit verbundenen Freistellungen des Bildes.

Im Rahmen der konventionellen Arbeitsverfahren soll zunächst aus dem Winterbild ein farbhyposometrisch abgestimmtes Sommerbild mit manuell und photomechanisch korrigierten Schlagschatten entstehen, bei dem auch der Versuch unternommen werden soll, Fels- und Gletschergebiete über Masken zu trennen. Für die ergänzenden Strichkartenelemente wäre noch zu überprüfen, wie weit sich ein verhältnismäßig dichtes Situationsnetz einschließlich der Kartenschrift mit einem Orthophotountergrund verbinden läßt.

## 4. ZUSAMMENFASSUNG

Bildmaterial aus dem Weltraum schafft die Möglichkeit, Orthophotos und damit auch Orthophotokarten in Maßstäben herzustellen, die dieser Arbeitsweise aus bereits genannten Gründen bisher verschlossen waren. Ist in bereits verhältnismäßig großen Maßstäben die für den praktischen Einsatz von Orthophotos wichtige Topographie oft nur mühsam erschließbar, so trifft dies für den kleineren Maßstab in noch viel größerem Umfang zu. Das bedeutet aber, daß der kartographischen Bearbeitung weit mehr Augenmerk zuzuwenden ist als in großen Maßstäben und damit die Anwendungsmöglichkeiten derartiger kartographischer Produkte wohl im wesentlichen von der Auswahl und Gestaltung der ergänzenden Kartenelemente abhängen wird. Die Diskrepanz zwischen dem maßstäblichen Bild und den generalisierten Kartenelementen wird unter Einbeziehung der lateralen Versetzung in diesem Maßstabbereich bereits sehr deutlich. Daraus resultiert natürlich die Frage, ob solche Kombinationen generell zweckmäßig sind. Auf Grund der geringen Situationsdichte beim Blatt 47/10 Glurns kann diese Frage eindeutig für die Orthophotokarte entschieden werden. Wie das Orthophoto die Strichkarte im großen Maßstab weder zu ersetzen vermag noch soll, so wird auch in mittleren Maßstäben eine Orthophotokarte eine interessante Bereicherung der kartographischen Produktionspalette darstellen, ohne damit die Notwendigkeit der konventionellen Strichkarte in Frage zu stellen.

## 5. LITERATURVERZEICHNIS

- ALTHERR, W.: Einige Gedanken und Hinweise über praktische Erfahrungen bei der Orthophotoherstellung. In: Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik 79, 1981, S. 389-393.
- BANNERT, D. – G. PÖHLMANN – R. W. SCHOLZ: Einsatz von Satellitendaten zur schnellen Herstellung thematischer Karten. In: Bildmessung und Luftbildwesen 47, 1979, S. 157-160.
- BASTIAN, K. H.: Kartographische Bearbeitung der Luftbildkarte Rheinland-Pfalz. In: Betrachtungen zur Kartographie, Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bonn: 1985, S. 11ff.
- BECKEL, L.: Entwicklung und Stand der Fernerkundungstechnik von Satelliten und ihre Anwendung für Geographie und Kartographie. In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft 123, 1981, 1/2, S. 17-54.
- BICHSEL, A.: Orthophotokarte Alliatingletscher 1 : 10.000. In: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 78, 1980, S. 57-58.
- BIRKNER, F.: Untersuchungen zur Felsdarstellung in amtlichen, topographischen Karten mit Hilfe der Orthophototechnik. In: Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien, Wien: 1974, 55 Seiten.
- BORN, E.: Handbuch der Rasterphotographie, Basel: 1983, 200 Seiten.
- BRUCKLACHER, W.: Zur Frage des optimalen Bildmaßstabes bei der Herstellung von Orthophotokarten. In: Bildmessung und Luftbildwesen, 1970, S. 188-193.
- BRUNNER, K.: Orthophotokarten vergletschertes Gebiete. In: Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. XII, Heft 1, 1976, S. 63-67.
- BRUNNER, K.: Zur heutigen Bedeutung von Orthophotokarten – unter Berücksichtigung von Orthophotokarten vergletschertes Gebiete. In: Bildmessung und Luftbildwesen 48, 1984/4, S. 151-157.
- BÜRGER, M. – D. PÄSSLER: Zur Bereitstellung von Orthophotokarten. In: Vermessungstechnik 29, 1981, 3, S. 82-85.
- CAPEK, R.: Satelliten fotografieren die Erde. In: Kartographische Nachrichten 33, 1983, 5, S. 179-187.
- CORTEN, I.: Physik des Luftbildes in richtigen und falschen Farben. In: Bildmessung und Luftbildwesen 34, 1966, 4, S. 191-201.
- DANKER, O.: Die Verwendung von entzerrten Luftbildern und Orthophotos zur Kartenherstellung in den Maßstäben 1 : 2000 und 1 : 5000. In: Vermessungstechnik 26, 1978, 6, S. 201-204.
- DOWMAN, I. J.: Topographic Mapping from Space Photography: further Developments. In: Photogrammetric Record 52, 1978, S. 513-522.
- EDELHARDT, G.: Untersuchungen über die Möglichkeiten der Verbesserung der Geländedarstellung am Beispiel des westlichen Balmalgebirges in El Salvador mit Hilfe von Landsat-Aufnahmen in den Maßstäben 1 : 50.000, 1 : 100.000, 1 : 200.000, 1 : 300.000, 1 : 500.000, 1 : 1.000.000. In: Münchner Geographische Abhandlungen 20, 1978, S. 7-33.
- EIDENBENZ, Ch.: Einsatz der Photogrammetrie bei der Nachführung der Landkarten. In: Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik 76, 1978, 10, S. 302-308.
- EILHARDT, P. – P. GEISLER: Über das Einfügen von Schrift und Höhenlinien in einfarbigen Luftbildkarten. In: Bildmessung und Luftbildwesen 50, 1982, 4, S. 143-146.
- ELIAKIM, H.: Photomap Reproduction. In: ITC Journal, 1974, 2.
- FINSTERWALDER, R.: Bemerkungen zur Gestaltung von Luftbildkarten 1 : 25.000. In: Bildmessung und Luftbildwesen 42, 1974, S. 129-130.
- FINSTERWALDER, R.: Eine Kartierungsmethode unter Zuhilfenahme von Stereorthophotos. In: Kartographische Nachrichten 27, 1977, S. 164-166.
- FINSTERWALDER, R.: Zur Kontrolle der Geländedarstellung in Karten mit Hilfe von Stereorthophotos. In: Kartographische Nachrichten 33, 1983, 5, S. 187-189.
- FLEMING, E. A.: The possibilities and limitations of photomaps at scales of 1 : 250.000 and smaller. In: Canadian Cartographer 7, 1970, 2, S. 137-143.

- FLEMING, E. A.: Photomapping in review: progress in geometry reproduction and enhancement. In: *American Cartographer* 5, 1978, 2, S. 141-148.
- FRITZE, G. – J. JANSKA – K. KRAUS: Orthophotos und Stereopartner aus metrischen Weltraumbildern. In: *Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie*, 1965, III.
- FURRER, F.: Zur photomechanischen Veränderung der Bildstruktur bei der Wiedergabe von Orthophotobildern in der Kartographie. In: *Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik* 80, 1980, 2, S. 71-79.
- GIERLOFF – EMDEN, H. G. – H. SCHROEDER – LANZ: Luftbildauswertung I, II, III, Mannheim: 1971. In: B. I. Hochschultaschenbücher.
- GOLPON, R.: Reproduktionsfotographie, Frankfurt: 1973, 240 Seiten.
- GÖPFERT, H.: Herstellung eines großmaßstäblichen Kartenwerkes auf Luftbildgrundlage – Kartographische Bearbeitung. In: *Vermessungstechnik* 14, 1966, 5, S. 177-179.
- GRAN, H.: Aktualisierung der amtlichen topographischen Karten mit Hilfe der Photogrammetrie. In: *Kartographische Nachrichten* 31, 1981, 1, S. 15-21.
- GUSKE, W.: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Fernerkundungsdaten in der Kartenherstellung. In: *Vermessungstechnik* 30, 1982, 12, S. 403-405.
- HOFMANN, F.: Laufendhaltung topographischer Karten mittels aerokosmischer Aufnahmen. In: *Vermessungstechnik* 28, 1980, 5, S. 175-176.
- HÖBLING, R.: Untersuchungen zur Felsdarstellung in Alpenvereinskarten mit Hilfe der Orthophototechnik. Diplomarbeit am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien, Wien: 1974, 40 Seiten.
- JIREŠEK, E.: Zur Reproduktion von Orthophotokarten. In: *Geowissenschaftliche Mitteilungen*, 20, 1982, S. 41-64.
- KEATES, J. S.: Screenless Lithography and Orthophotomaps. In: *The Cartographic Journal* 15, 1978, 2, S. 63-65.
- KOEMAN, C.: Die Geländedarstellung von Hochgebirgen in kleinmaßstäbigen Karten, überprüft durch Satellitenbilder. In: *Kartographische Nachrichten* 21, 1971, 1, S. 1-16.
- KONECNY, G. – M. SCHROEDER: Einsatz von photographischen Meßkammern im Weltraum. In: *Allgemeine Vermessungsnachrichten* 86, 1979, 7, S. 257-265.
- KONECNY, G. – W. SCHUR – J. WU: Untersuchungen über die Interpretierbarkeit von Bildern unterschiedlicher Sensoren und Plattformen für die kleinmaßstäbige Kartierung. In: *Bildmessung und Luftbildwesen* 50, 1983, 2, S. 103-112.
- KOVARIK, J.: Das Orthophoto – der letzte Schrei in der Photogrammetrie. In: *Eich- und Vermessungsmagazin* 26, 1981, S. 6-11.
- KROESCH, U.: Die Bedeutung von Satellitenaufnahmen für die Geländedarstellung. In: *Probleme der Geländedarstellung*, Karlsruhe: 1978, S. 383-387. (= Ergebnisse des 11. Arbeitskurses Niederdollendorf 1976).
- De LUCIA, A. A. – D. E. CATTS: Producing visually effective symbols on orthophotomaps. In: *American Cartographer* 8, 1981, 1, S. 79-81.
- NIEMZ, K.: Verwendungsmöglichkeit von LANDSAT- und Skylabaufnahmen in der kleinmaßstäbigen Kartographie. In: *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I*, 77, 1978, S. 85-139.
- NITTINGER, J.: Zur Bedeutung von Orthophotokarten in Entwicklungsländern. In: *Zeitschrift für Vermessungswesen* 108, 1983, 8, S. 331-339.
- NOWAK, P.: Die Bildverarbeitungsanlage an der Abteilung für Satellitenkartographie. In: *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft* 123, 1981, S. 12-16.
- MIKOLASCH, W.: Schwarzweißreproduktion. Lehrbuch der Druckindustrie. Frankfurt: 1965, 264 Seiten.
- MORGENSTERN, D.: Reproduktions- und Drucktechniken für Schummerungen. In: *Probleme der Geländedarstellung*, Karlsruhe, 1978, S. 209-228 (= Ergebnisse des 11. Arbeitskurses Niederdollendorf 1976).
- MORGENSTERN, D.: Rasterungstechnik – fotomechanisch und elektronisch, Frankfurt am Main: 1985, 194 Seiten.
- OLACH, R.: Orthophototechnik und Luftbildkarte. In: *Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I*, 73, 1977, S. 199-201.
- PETRIE, G.: Orthophotomaps. In: *Transactions, Institute of British Geographers N. S.* 2, 1977, 1, S. 49-70.
- PILLEWIZER, W.: Der Gebrauch von Stereoorthophotos für die topographische Kartierung und Kartennachführung. In: *Geowissenschaftliche Mitteilung* 12, 1976, S. 10-18.
- PILLEWIZER, W.: Hochgebirgs-Luftbildkarten. In: *Geowissenschaftliche Mitteilungen* 12, 1976, S. 19-29.
- PILLEWIZER, W.: Hochgebirgskartographie und Orthophototechnik. In: *Beiträge zur theoretischen Kartographie*, Wien: 1977, S. 107-124.
- PILLEWIZER, W.: Orthophototechnik im Hochgebirge. In: *Zeitschrift für Vermessungswesen* 107, 1983, S. 358-367.
- RABENSTEIN, E.: Die österreichische Luftbildkarte 1 : 10.000 und ihre kartographische Bearbeitung. In: *Eich- und Vermessungsmagazin* 26, 1978, S. 12-14.
- SCHMIDT, H.: Ein Beitrag zur einfarbigen Reproduktion von Halbtonvorlagen in der Kartographie. In: *Betrachtungen zur Kartographie, Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn*, Bonn: 1985, S. 159-173.
- SCHNEIDER, S.: Luftbild und Luftbildinterpretation. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Band IX, Berlin-New York: 1974, 530 Seiten.
- SCHULZ, G.: Bildqualität von Luftphotographie auf den neuen Agfa-Gevaert-Luftbildfilmen. In: *Bildmessung und Luftbildwesen* 51, 1983, S. 129-142.
- SCHWEISSSTHAL, R.: Geländedarstellung in Luftbildern. In: *Probleme der Geländedarstellung* (= 11. Arbeitskurs Niederdollendorf 1978, Deutsche Gesellschaft für Kartographie) Bielefeld: 1978, S. 345-363.
- SIEVERS, J.: Probleme bei Schwärzungsmessung in Luftbildern. In: *Bildmessung und Luftbildwesen* 46, 1978, 5, S. 171-179.
- SÖLLNER, R.: Verbesserung der visuellen Interpretierbarkeit von Luftbildern durch grauwertspreizung und Histogrammegalierung. In: *Vermessungstechnik* 26, 1978, 8, S. 260-265.
- SPIESS, E.: Revision of topographic maps: photogrammetric and cartographic methods of the Fribourg Test. In: *Photogrammetric Record (London)* 11, 1983, 61, S. 29-42.
- STECHERT, M.: Möglichkeiten für die Gestaltung ausgewählter topographischer Inhaltselemente in Orthophotokarten der Maßstäbe 1 : 1.000 und 1 : 5.000. In: *Vermessungstechnik* 27, 1979, 10, S. 342-345.
- THROWER, N. J. W. – J. R. JENSEN: The Orthophoto and Orthophotomap: Characteristics, Development and Application. In: *The American Cartographer* 3, 1976, S. 39-56.

VISSER, J. – J. KURE – L. V. ZUYLEN: Application of photomaps to large, medium and small scale mapping programmes. In: *ITC-Journal* 5, 1977, 1, S. 138–162.

ZUYLEN, L. V.: Some remarks about the development of the application and reproduction of photomaps during the last four years (1968–1972). In: *Internationales Jahrbuch für Kartographie* 14, 1974, S. 174–182.

ZUYLEN, L. V.: Production of Photomaps. In: *Cartographic Journal* 6, 1969, 2.

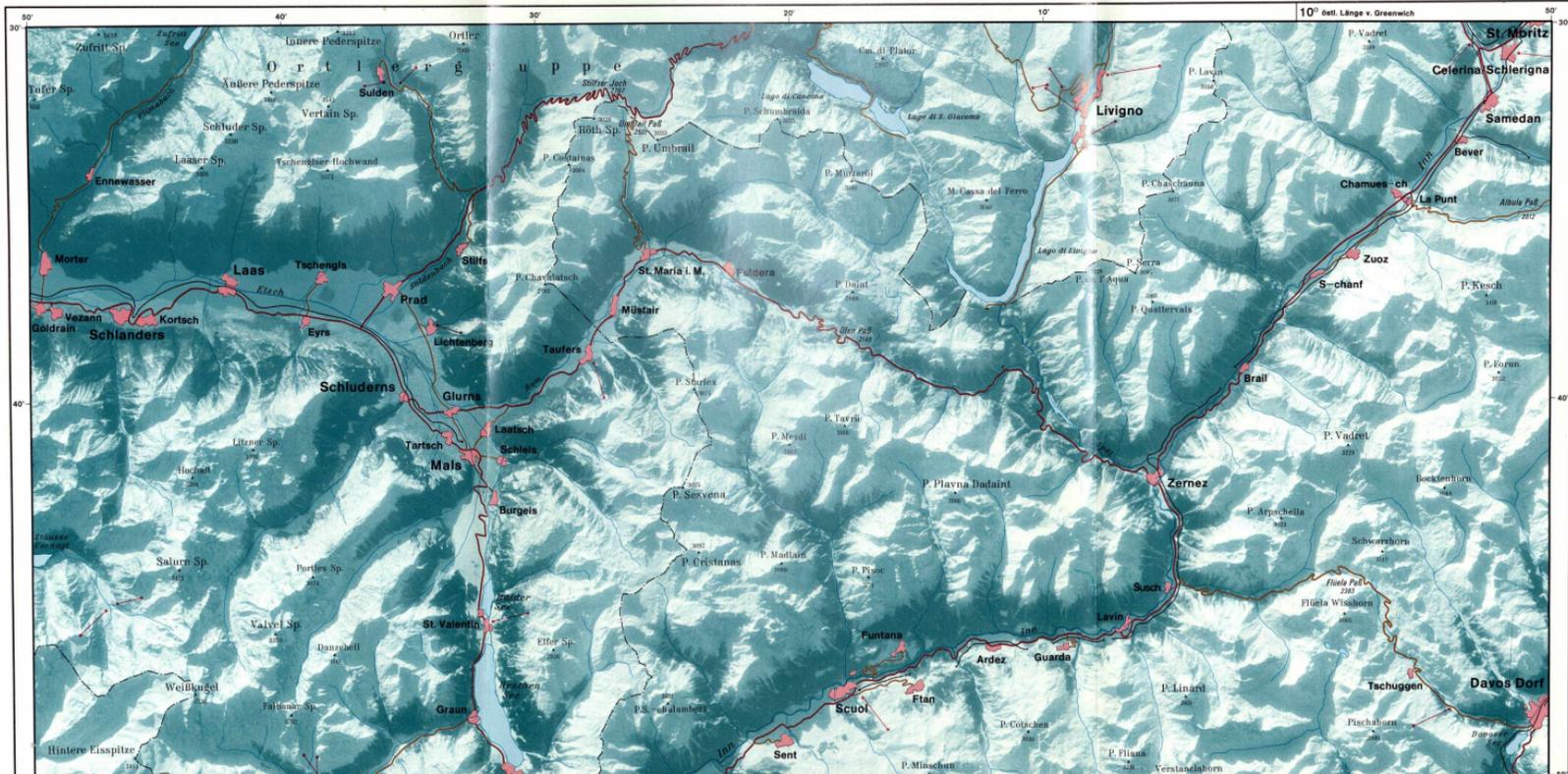
### Summary

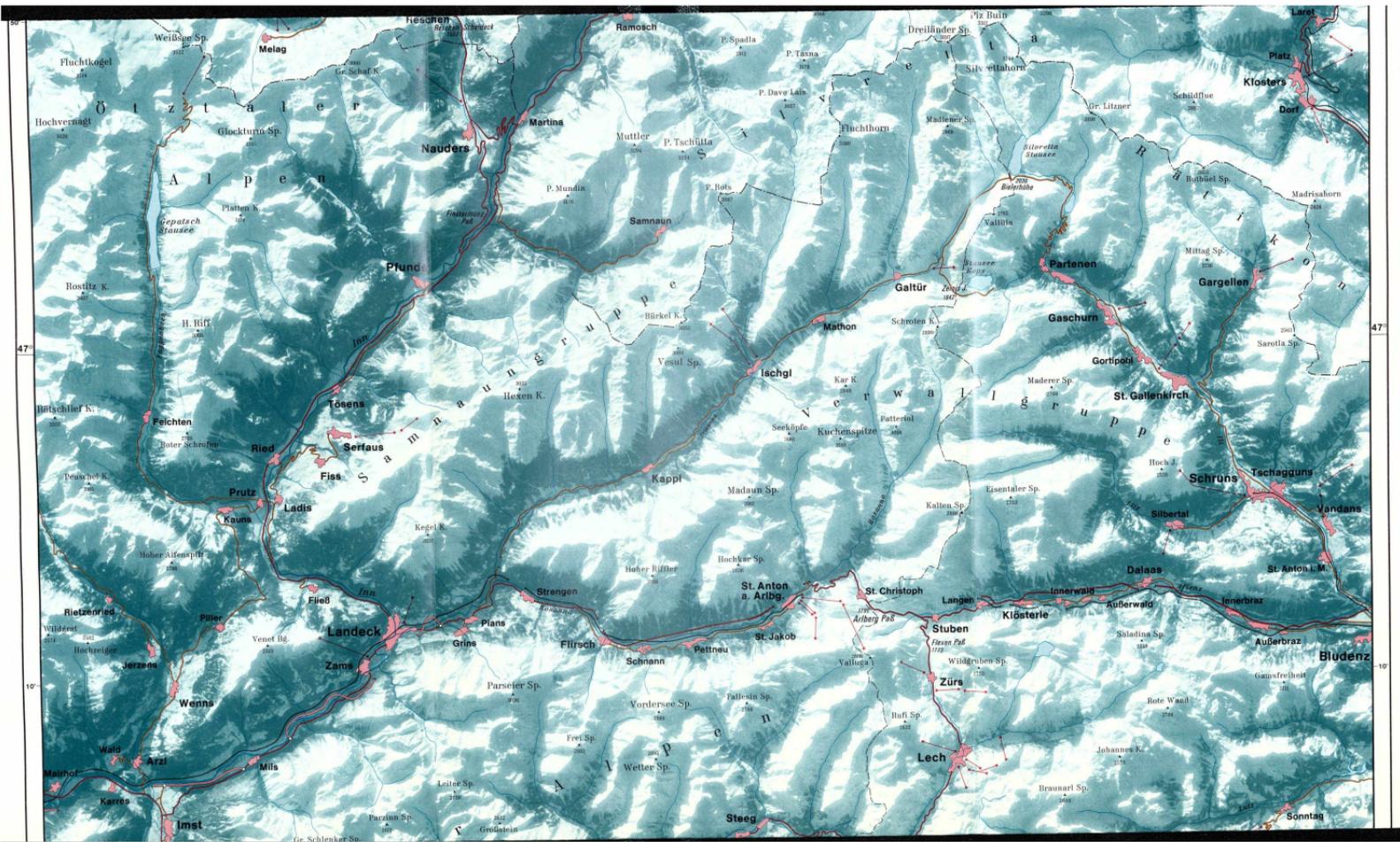
Space Imagery offers the opportunity of producing orthophotos and orthophoto maps in medium scales not leasible so far by this technique. Topographic and planimetric details, substantially adding to the practical use of orthophotos, are frequently difficult to extract even from relatively large scales. However, this applies to an even greater extent to smaller scales. Consequently, more attention will have to be devoted to cartographic data processing than in large scales, since the application potential of space maps will essentially depend on selection and design of map elements superimposed on space photography. In medium scales of approx 1 : 200,00, dissimilarities between photographic objects on the one hand and generalized map elements on the other will be evident, even if lateral shifts are taken into account. This situation no doubt raises the question whether combinations of map elements and space photographs are appropriate in general. Due to scarce planimetric detail on the 47/10 Glurns map, this question may clearly be answered in favour of the orthophoto map.

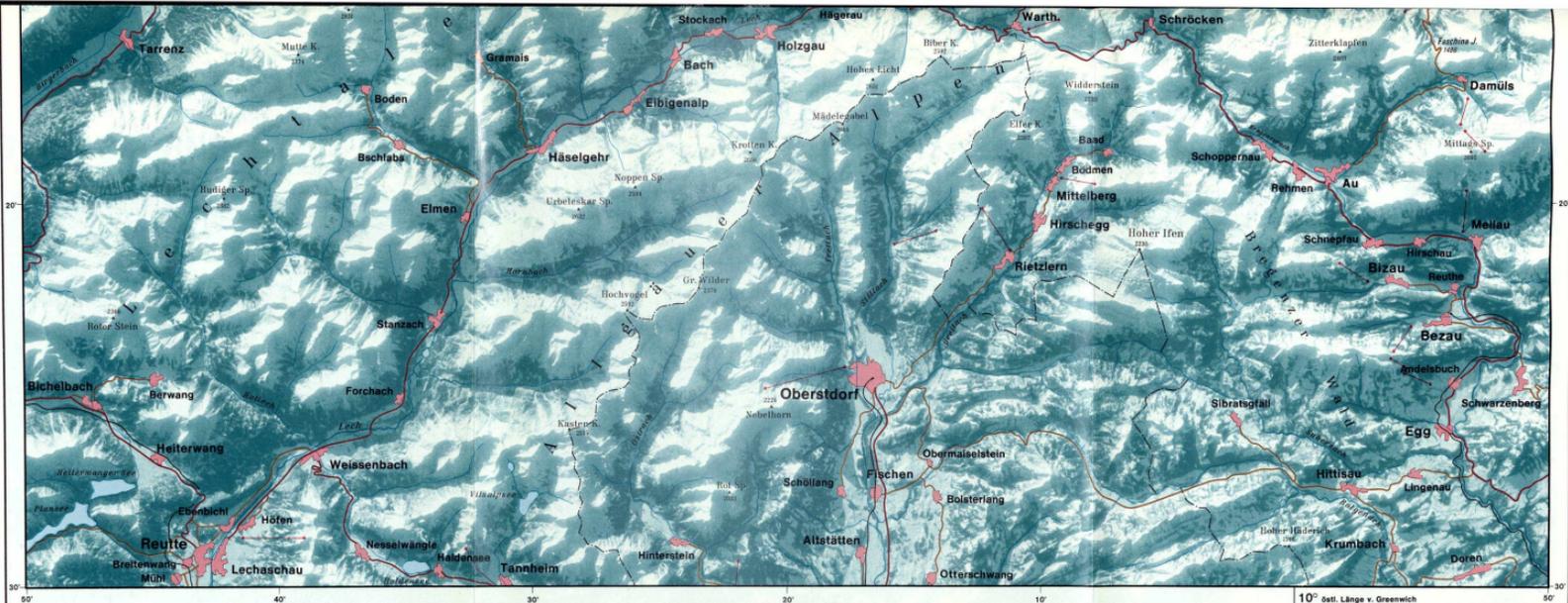
In larger scales, orthophotos neither do substitute maps nor are they intended as replacements. Likewise, in medium scales, orthophoto maps can be considered a valuable supplement to map production without affecting the necessity of the conventional line map.

# 47/10 GLURNS

## ORTHOPHOTOKARTE / WINTERBILD







Orthophotostellung: Institut für Photogrammetrie der TU Wien  
 © Institute für Photogrammetrie und Kartographie der TU Wien, 1985

Kartographische Bearbeitung und Druck: Institut für  
 Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien

1:200 000



Das Kartenblatt wurde aus Gründen einer besseren Geländeveranschaulichung nach Süden orientiert.

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| --- Staatsgrenze   | — Autobahn                |
| - - - Landesgrenze | — Hauptverbindungsstraße  |
| — Eisenbahn        | — ausgewählte Nebenstraße |
| — Bergbahn         | ■ Siedlung                |
| — Gewässer         | ■ Höhenkote und Bergname  |

Arbeitsgrundlagen:

Bildmaterial: STS 9/ SPACELAB Zeiss  
 RMK 30/23  
 Projektträger: DFVLR für ESA/EARTHNET  
 Aufnahmedatum: 5.12.1983 9 Uhr  
 Kartographische Grundlagen:  
 Generalkarte von Mitteleuropa 1: 200 000,  
 28° 47' Gloms, Landkarte der Schweiz  
 1: 200 000, ÖAMTC Straßenkarte Blatt 7  
 und 8, 1: 200 000.

Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung AZ 75.0101-25/84

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [127](#)

Autor(en)/Author(s): Kelnhofer Fritz

Artikel/Article: [Kartographie. Orthophotokarten aus Weltraumbildern, dargelegt am Beispiel der Orthophotokarte 47/10 Glurns, 1:200.000 119-138](#)