

Einige Gedanken und Hinweise über praktische Erfahrungen bei der Orthophotoerstellung

Autor(en): **Altherr, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **79 (1981)**

Heft 10

PDF erstellt am: **27.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-230684>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Einige Gedanken und Hinweise über praktische Erfahrungen bei der Orthophotoerstellung

W. Altherr

Orthophotos werden im Ausland teilweise in grossen Mengen benötigt, wobei diese geometrisch richtige photographische Abbildung des Geländes auch in der Schweiz vermehrt Verwendung findet. Der vorliegende Artikel gibt Einblick in die Komplexität der Aufgabenstellung und zeigt einige ausgewählte Aspekte der Produktion.

A l'étranger l'orthophoto jouit d'un très grand succès. En Suisse les avantages d'une reproduction à une échelle constante sont de plus en plus appréciés. L'article décrit la complexité du problème et veut montrer quelques exemples particuliers de la production.

1. Einleitung

Schon viel wurde geschrieben über die mathematischen und gerätetechnischen Vorgänge bei einer differentiellen Entzerrung sowie über die möglichen Anwendungsgebiete der Orthophotos in den verschiedenen Wissensgebieten. Das letzte nicht ohne Echo, denn auch in der Schweiz sind in den verschiedensten Gremien Bestrebungen und Versuche im Gange, die Vorteile des geometrisch richtigen Luftbildes, der Orthophoto, vermehrt für Planung, Interpretation, Präsentation usw. zu nutzen. In dem Fachgebiet der Landschaftsplanung und der Forstwirtschaft hat sich das Orthophoto schon vielerorts einen festen Platz gesichert.

Dabei geht es den Erstellern und Benützern nie darum, durch die Orthophoto die topographische Karte zu ersetzen. Dass bei einem Vergleich – topographische Karte/Orthophoto – grundsätzliche, inhaltliche und visuelle Unterschiede bestehen, ist offensichtlich und unbestritten.

Die Praxis zeigt jedoch, dass die Orthophoto für viele Arbeiten sehr sinnvoll sein kann, da sie gewisse Informationen visuell anschaulicher und vollständiger zeigt als die Karte.

Die Aufgabe der Zukunft stellt sich deshalb nicht darin, die Unterschiede zwischen diesen beiden geometrischen Abbildungsarten zu beweisen, sondern zu zeigen, warum, wann und wo mit dem einen oder andern Produkt eine Aufgabe besser und wirtschaftlicher gelöst werden kann.

2. Grundsätzliches zur Produktion einer Orthophoto

Die Produktion einer Orthophoto unterscheidet sich in vielen Punkten von einer normalen Photovergrösserung, obwohl auch sie ein durch eine Optik erzeugtes Produkt darstellt. Verschiedene Parameter, die bei der normalen Vergrösserung eine untergeordnete Rol-

le spielen, werden nun plötzlich wichtig, oder neue kommen bei dieser Art von optischer Umbildung dazu. Die vorgegebenen oder gewünschten Parameter haben auch vielfach einen direkten Einfluss auf die Erstellungskosten eines Orthophotos.

Jedes Orthophoto ist eine reprototechnische Umbildung eines bestehenden Negativs oder Diapositivs. Es gilt auch hier bis zu einem gewissen Grad der allgemeine Leitsatz der Reprotechnik: «Die Qualität des Endproduktes kann nicht besser sein als diejenige des Ausgangsproduktes», oder auf die Orthophoto abgewandelt: «Es ist leichter, eine gute Luftaufnahme zu erstellen und davon eine schlechte Orthophoto zu produzieren als umgekehrt.»

Bei der Erstellung von ca. 1500 Orthophotos in den Massstäben 1:50 000, 1:1000, 1:2000, 1:5000 ist uns die Richtigkeit dieser Leitsätze in den letzten zwei Jahren in unserem Betrieb auf eindrückliche Weise bestätigt worden.

Über diese Erfahrungen und über die gewählten technischen Lösungen und die dabei gewonnenen Erfahrungen soll im vorliegenden Artikel berichtet werden.

3. Welche qualitativen Mängel weisen Ausgangsbilder für die Orthophotoerstellung meistens auf?

Es darf beim heutigen Qualitätsstand der Kameraoptiken davon ausgegangen werden, dass die Bildschärfe der Aufnahmen, die für die Orthophotos verwendet werden, praktisch immer gut ist. Es sind also andere «Bildqualitäten», die bei der Orthophoto Probleme aufgeben können. Wann immer in diesem Artikel von der Qualität des Bildes gesprochen wird, bezieht sich dies nicht auf die Bildschärfe, sondern auf andere Kriterien.

Es kann ohne weiteres der Fall eintreten, dass mit einem am Autographen

noch auswertbaren Luftbild aus Qualitätsgründen kein brauchbares Orthophoto mehr erstellt werden kann.

Wie für die Erstellung von Luftbildern zur photogrammetrischen Auswertung, gibt es auch optimale Parameter für die Erstellung von Luftbildern, die für den Orthophotoprozess verwendet werden sollen. Dies in bezug auf die Flughöhe, die Verwendung des optimalen Kamerastutzens (Brennweite), den optimalen Sonnenstand im Moment der Aufnahme, das Filmmaterial, die Belichtungszeit, den Entwicklungsprozess usw. Die Praxis zeigt jedoch, dass nicht nur in der Schweiz, sondern auch im Ausland die optimalen Flugtage eher selten sind und man meist froh ist, wenn die Bilder überhaupt termingerecht auf dem Film sind. Mit anderen Worten, das optimale Luftbild für die Orthophoto ist trotz bester Planung und bestmöglicher Ausführung immer noch eher eine Seltenheit.

Auch wir mussten bei den bis heute erstellten Orthophotos diese Tatsache zur Kenntnis nehmen und akzeptieren. Es ist deshalb notwendig, von Fall zu Fall durch die Wahl des richtigen reprototechnischen Weges die Ausgangsqualität des Luftbildes zu verbessern, um im Fall einer notwendigen Mosaikerstellung eine Angleichung der Qualität der verschiedenen Bilder zu erreichen.

Die hauptsächlichsten Mängel, die die «normalen» Luftbilder aufweisen, sind in folgenden Punkten zu suchen:

- Zu harte Bilder:
In den Schlagschatten ist kein Bildinhalt sichtbar;
- Zu flauere Bilder:
Der Detailreichtum, der Kontrast des Bildes, entspricht nicht den Reproduktions-Normen;
- Zu starker Lichtabfall gegen die Bildecken:
Die Bilddichte ist nicht homogen;
- Qualitätsschwankungen von Fluglinie zu Fluglinie:
Stark unterschiedliche Bilddichten und Bildkontraste.

Wenn von diesen Flugbildern nur ein Orthophoto eines Einzelbildes erstellt werden muss, ist der reprototechnische Aufwand für ein praktisch optimales Orthophoto relativ gering. Die Probleme und der reprototechnische Aufwand können jedoch sehr schnell und sehr stark ansteigen, wenn ein ebenso optimales Endprodukt mit verschiedenen Bildern,

die in einem Mosaik vereinigt werden müssen, gewünscht wird.

4. Optimale Parameter eines Diapositivs oder Negativs, welches für eine Orthophotoerstellung verwendet wird

Die Praxis hat gezeigt, dass der Produktionsweg so konzipiert werden muss, dass er die Möglichkeit bietet, die nachfolgenden Forderungen an das Ausgangsprodukt (Negativ oder Diapositiv) zu erfüllen.

- Begrenzung und Ausnützung eines Dichtumfangs Log. 0.2 bis 1.2;
- Erreichen eines Bildkontrastes, der eine bestmögliche Differenzierung der Bildteile wiedergibt;
- Eliminierung von Hot-spots (Hochlichtstellen);
- Eliminierung des Randlichtabfalles bei Luftaufnahmen, die mit einem Überweitwinkel aufgenommen wurden. Kann auch bei normaler Brennweite (152 mm) notwendig werden;
- Die Flugplanung sollte so konzipiert sein, dass seitlich höchstens 70% des Bildes genutzt werden muss.

5. Steigerung der Bildqualität des Luftbildes als Ausgangsprodukt für die Orthophotoerstellung

Das bisher Gesagte könnte beim Leser den Eindruck erwecken, dass mit den normalerweise vorhandenen Luftbildern gar keine guten Orthophotos erstellt werden können. Diese Schlussfolgerung wäre sicher falsch.

Es ist jedoch eindeutig, dass die Installation eines Orthophotogerätes nur ein Glied in der Kette der Geräte darstellt, welche notwendig sind, um die er-

wähnten Forderungen zu erfüllen. Abbildung 1 zeigt als Beispiel einer Lösungsmöglichkeit die ganze Produktionskette, so wie sie, ausser der Reprokamera, in unserem Betrieb installiert ist. Je nach den mehrheitlich zu erstellenden Orthophotoprodukten kann diese Produktionskette natürlich variieren. Im Grundkonzept wird sie jedoch praktisch immer gleich bleiben.

Vor allem müssen Mittel und Wege gesucht werden, mit denen das Ausgangsnegativ bei der Diapositivherstellung so verändert werden kann, dass die Bildqualität mit den in Kapitel 4 aufgeführten optimalen Werten übereinstimmt.

Für diesen Arbeitsschritt bietet sich der in der Reprobranche schon lange bekannte Dodging-Printer an, wobei bis vor kurzem vor allem zwei Produkte im Vordergrund standen, die weltweit in der Luftbild- und Röntgenaufnahmenverarbeitung sehr verbreitet sind. Es sind die Log-E-tronic und Milligan Kontaktprinter, die beide mit einer Kathodenstrahlröhre, die der Abtastung, Dichtemessung und Lichtstärkensteuerung sowie als Belichtungsmedium dient, ausgerüstet sind.

Die Wahl des Gerätes war in unserem Fall primär bestimmt von der Notwendigkeit, für einen grösseren Auftrag in Saudi-Arabien Orthophotos und Mosaik zu erstellen. Es war dazu nötig, ein Gerät zu beschaffen, welches die Möglichkeit bot, nicht nur das Aerial-Film-Format 23 x 23 cm, sondern auch ein Produkteformat von ca. 40 x 40 cm zu bearbeiten. Diese Formatforderung ermöglichte uns, die Papierkopie für die Mosaikerstellung nochmals zu dodgen,

um dabei eine zusätzliche Qualitätsverbesserung in Richtung ausgeglichener Bilder zu erreichen.

Dabei zeigte es sich, dass der Log-E-tronic, obwohl er als einziges Gerät die formatlichen Bedingungen erfüllte, technisch im grossen Formatbereich den Anforderungen nicht genügte. Während der Testphase erschien dann auf dem Markt ein neuer Dodging-Printer, eine Schweizer Entwicklung, mit einem Arbeitsformat von 40 x 42 cm, der auch technisch alle geforderten Bedingungen erfüllte. Der «Scanatron» ist im Gegensatz zu den anderen

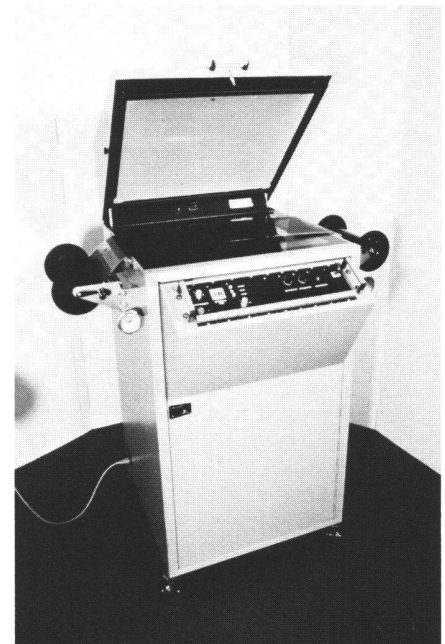


Abb. 2 SCANATRON Dodging-Printer max. 40 x 43 cm

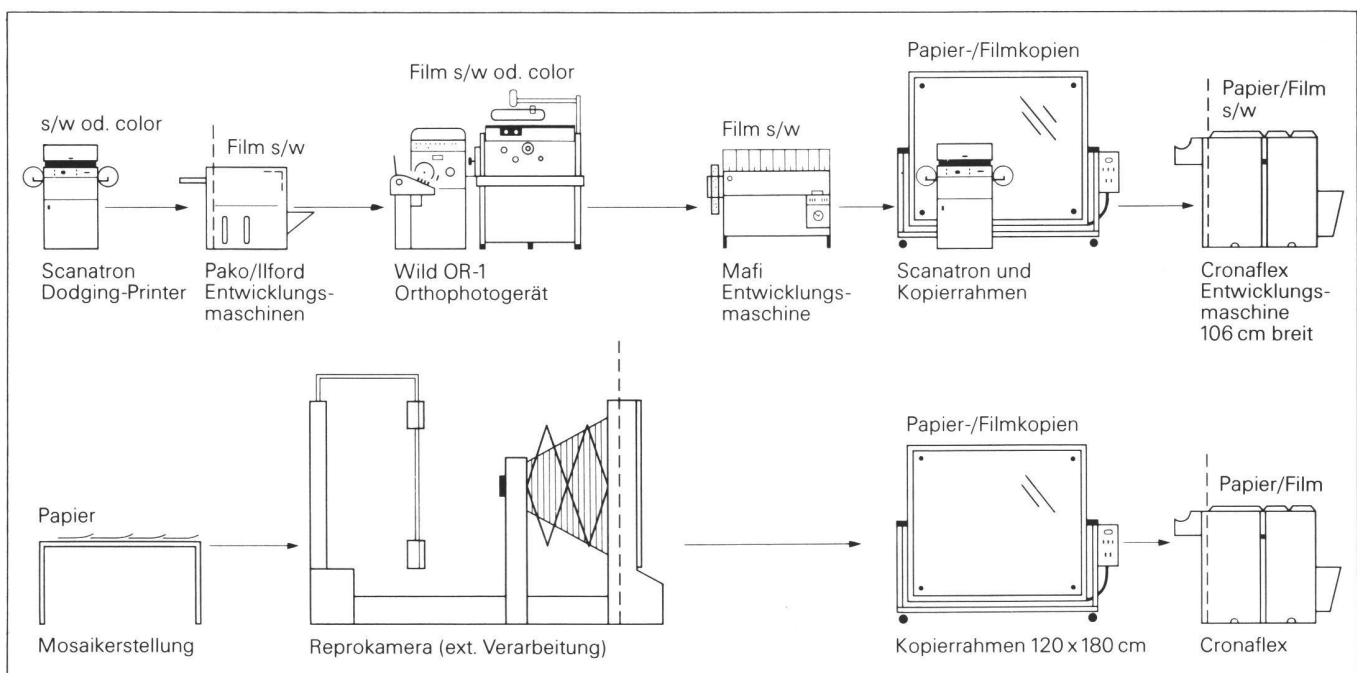


Abb. 1

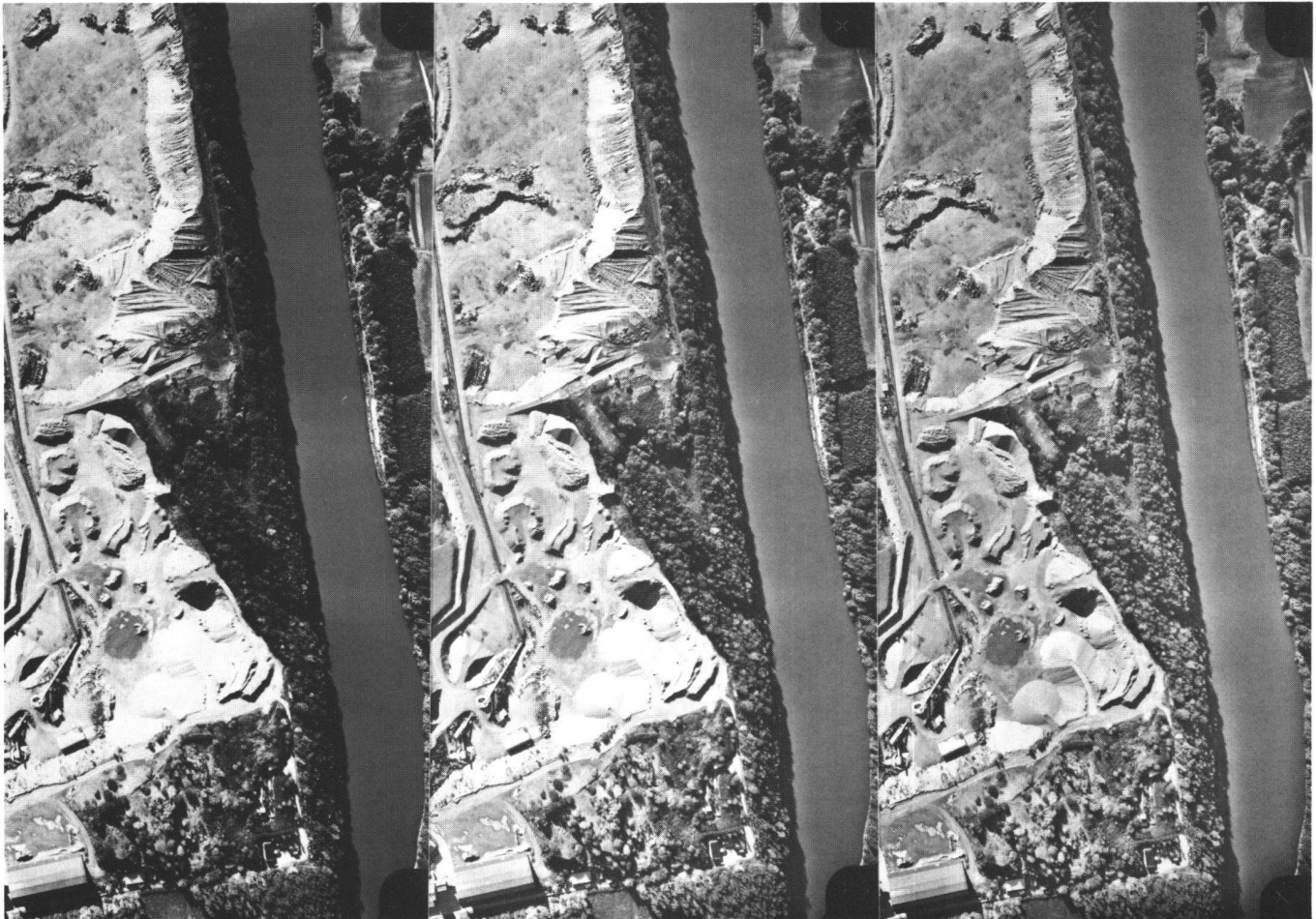


Abb. 3 Ungedodgt

Dodging-Stufe 2

Dodging-Stufe 5

Geräten mit einem Vakuumrahmen versehen und garantiert dadurch unter anderem eine 100%ige Bildschärfe über den ganzen Formatbereich.

Mit diesem Gerät werden vorerst die für die Orthophotoerstellung notwendigen Diapositive erstellt. Die Dodging-Stufen ermöglichen es dabei, den Kontrast- und Dichteumfang an das Optimum zu bringen oder den Wünschen des Benützers anzupassen (z.B. für spezielle Interpretationsarbeiten).

Die Muster in Abbildung 3 zeigen, in welchem Umfang Dichte und Kontrast der Bilder im Dodging-Printer verändert werden können.

Dass das Gerät auch extreme Lichtab-

fälle korrigiert, wie sie bei der Verwendung des Überweitwinkel-Objektives $f = 88 \text{ mm}$, verbunden mit einer nicht optimalen Belichtung und Filterung, auftreten können, zeigt Abb. 4.

Mit systematischen Versuchen wurden empirische Werttabellen ermittelt, welche es gestatten, unter Ausschöpfung der verschiedenen Dodging-Stufen, auf wirtschaftliche Weise ein homogenes, den Normen entsprechendes Ausgangsprodukt für die eigentliche Orthophotoerstellung am OR-1 zu produzieren. Dabei muss schon bei diesem Arbeitsgang darauf Rücksicht genommen werden, ob das Orthophoto schliesslich als

- Papierkopie Halbton
- Filmpositiv Halbton
- Filmpositiv gerastert
- Mosaikerstellung usw. gebraucht wird.

Je nach Endprodukt kann oder muss auch das Ausgangsdiapositiv andere Werte aufweisen.

Auch die Entwicklung der am Dodging-Printer erstellten Diapositive muss natürlich normiert werden. D.h. die alte Handentwicklung ist durch einen Entwicklungsautomaten ersetzt worden, der es gestattet, auch von dieser Seite das Endprodukt betreffend Dichte und Kontrast kontrolliert zu beeinflussen und konstant zu halten.

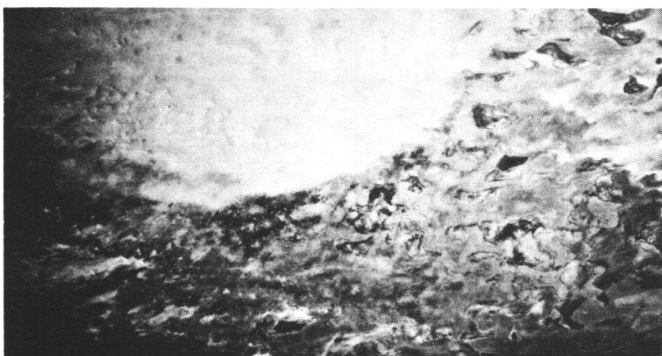
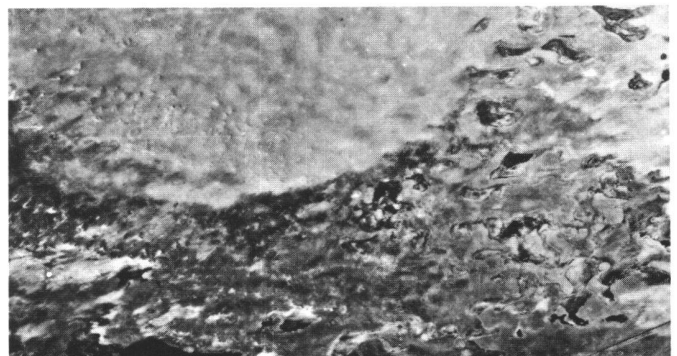


Abb. 4 Ungedodgt



Dodging-Stufe 5

6. Die Arbeit am Orthophotogerät

Wir arbeiten mit einem WILD-OR-1-Gerät, welches aus dem eigentlichen Orthophotoprojektionsgerät und verschiedenen Peripheriegeräten besteht. Bevor am OR-1-Orthophotogerät das neu erstellte Diapositiv differentiell entzerrt werden kann, müssen die entsprechenden Steuerdaten für das OR-1 produziert werden. Da es bei diesem Aufsatz primär um den reprotchnischen Teil der Orthophotoerstellung geht, wird auf diese vorgängige Arbeit nicht näher eingetreten, doch sei darauf hingewiesen, dass dazu grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die Steuerdatenermittlung bestehen: Das Profilieren der Stereomodelle an einem entsprechenden Auswerte- und Registriergerät oder die Berechnung der Profile mit dem SORA-Programm, ausgehend von einem DHM (Digitales Höhenmodell).

Es ist am OR-1 nicht mehr möglich, direkte Kontraständerungen vorzunehmen. Andererseits kann das Dichteverhältnis zwischen Ausgangsdiapositiv und Orthophoto direkt in einem ziemlich breiten Band beeinflusst werden. Dies ist vor allem bei anschliessenden Mosaikerstellungen sehr wichtig, um eine möglichst gute Tongleichheit unter den verschiedenen Orthophotonegativen zu erhalten. Es erstaunt immer wieder, wie auf den Negativen kaum wahrnehmbare Tonunterschiede in der Papierkopie optisch viel stärker in Erscheinung treten.

Es ist deshalb sehr wichtig, dass die Dichtewerte auf den Ausgangsdiapositiven sehr sorgfältig und systematisch gemessen und am OR-1 die richtigen Korrekturen vorgenommen werden.

Wie der Dodging-Printer, ist auch das OR-1 voll Elektronik, und auch hier gilt die Devise wie bei allen elektronischen Geräten, je mehr und je kontinuierlicher sie benützt werden, je weniger Defekte und Pannen treten auf.

Können diese Grundsätze eingehalten werden, arbeitet das OR-1 praktisch problemlos. Dies erstaunt umso mehr, als die Toleranzen der mechanischen und elektronischen Komponenten sehr klein gehalten werden mussten, damit z.B. die Ausleuchtung der einzelnen Profilstreifen gleichmässig ist und sich andererseits die einzelnen Profilstreifen ohne Kantenbildung aneinanderfügen.

7. Reproduktion und Mosaikerstellung

Das billigste und zugleich qualitativ beste Orthophotoprodukt ist eine Kontaktkopie des Halbton-Orthophotonegativs. Alle anderen Produkte erfordern zusätzliche Reproduktionsschritte. Dabei können sich die Reproduktionskosten sehr stark bemerkbar machen und unter Umständen teurer zu stehen



Abb. 5 WILD-OR-1-Orthophotogerät

kommen als die reine Orthophotoerstellung selbst.

Es würde zu weit führen, hier auf die verschiedensten Reproduktionsvarianten näher einzutreten. Es seien deshalb nur die beiden wichtigsten, sich grundsätzlich unterscheidenden Arbeitsabläufe aufgezeigt, wobei vor allem der zweite Ablauf sehr stark variieren kann (Abb. 6 und 7).

Vergleicht man Abb. 6 und 7, so ist augenfällig, dass nicht nur der Reproduktionsaufwand unterschiedlich ist, sondern dass bei Abb. 7 mit der Mosaikerstellung zusätzliche manuelle Arbeit notwendig wird. Das Zusammenetzen und Zusammenkleben der einzelnen Fotos ist ebenfalls ein vielschichtiger Arbeitsschritt. Einerseits muss dafür gesorgt werden, dass die Bilder auch untereinander auf Grund von Einpasspunkten geometrisch richtig orientiert sind. Andererseits bietet das saubere und zweckmässige Übereinanderkleben der Papierkopien zusätzliche Schwierigkeiten, seit auf dem Fotopapiersektor fast ausschliesslich nur noch

plastifizierte, dafür massbeständigere Papiere angeboten werden. Früher übliche Klebmethoden mussten durch neue Techniken ersetzt werden, wobei vor allem die neuen trockenen Kleber eine grosse Hilfe sind.

8. Orthophotokosten

Es herrscht vielerorts die Meinung, der Preis für eine Orthophoto müsste praktisch als Einheitspreis fixiert werden können. Dies ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Schon die unter Punkt 7 aufgezeigten zwei möglichen und auch in der Praxis immer wieder vorkommenden Arbeitsabläufe zeigen, dass die Endkosten der beiden Produktionswege nicht gleich sein kön-

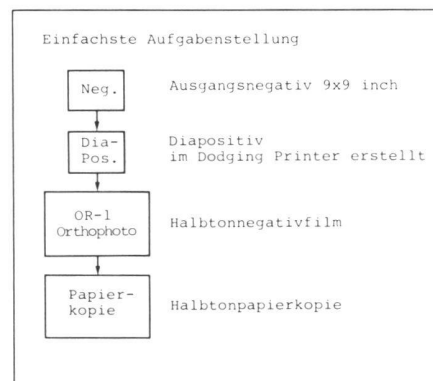


Abb. 6 Ohne zusätzlichen Text

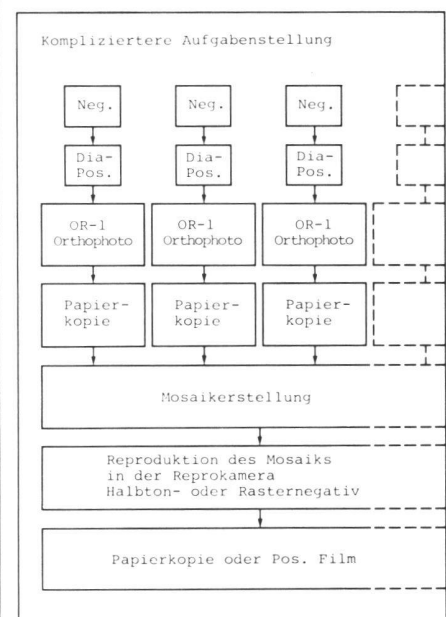


Abb. 7 Ohne zusätzlichen Text

nen. Es hat aber noch weitere Einflüsse, welche die Erstellungskosten der Orthophoto direkt und sehr wesentlich beeinflussen. Nachfolgend sind zwei Beispiele von vielen herausgegriffen.

Topographische Verhältnisse

- Je steiler und coupiert das Gelände – je kleiner die erforderliche Profildicke bei der Steuerdatenermittlung.
- Z. B. 5 mm Scanbreite statt 8 mm = 60% mehr Profizeit am Stereoauswertegerät und entsprechend auch am Orthophotogerät.

Vergrosserungsfaktor Luftbild – Orthophoto

- Je grösser der Faktor – je länger die Laufzeit des Orthophotogerätes.
- Z. B. Faktor 1:1,5 ca. 12–25', 1:3 ca. 40–80' (je nach topographischen Verhältnissen).

9. Hinweise zu Sonderformen von Orthophotos

Stereo-Orthophotos

Das WILD OR-1 gestattet auch die Erstellung von Stereo-Orthophoto-Partnern. Durch eine zusätzliche Berechnung der registrierten Profildaten mit dem erweiterten SORA-Programm können die OR-1-Steuerdaten für beide Stereopartner berechnet werden. Da diese Art von Orthophoto den Zugriff zum SORA-Programm und einen zusätzlichen Berechnungsaufwand bedingt, sind Stereo-Orthophotos zum

vornherein teurer als normale Orthophotos. Zudem können diese logischerweise nur noch einzeln, modellweise, und nicht wie bei den normalen Orthophotos doppelmodellweise produziert werden. Es darf auch nicht vergessen werden, dass auf der Benutzerseite für die Bearbeitung dieser meist grossformatigen Stereopaare spezielle Geräte notwendig sind. Ebenfalls mit dem SORA-Programm sowie einem entsprechenden Zusatzprogramm ist es möglich, Gewölbeaufnahmen zu entzerren oder Karten am OR-1 von einer vorgegebenen Projektion in eine andere umzubilden.

Farbige Orthophotos

Auch diese Produktionsart ist technisch gelöst. Am OR-1 können ohne weiteres Color-Dias auf den entsprechenden Farbfilm projiziert werden. Vorläufig ist jedoch diese Orthophotoart aus verarbeitungstechnischen Gründen noch teuer und auch gewissen Beschränkungen unterworfen, da

- das Farbfilmmaterial heute noch zu geringe Empfindlichkeit aufweist,
- grossformatiges, farbiges Filmmaterial teuer ist,
- grossformatige Colorfilm-Entwicklungen in der Schweiz nur an wenigen Orten möglich sind,
- farbige Mosaikerstellungen und deren farbige Reproduktionen aus entwicklungs- und materialtechnischen Gründen teuer und in den Formaten beschränkt sind.

Wir übersehen jedoch nicht, dass auf dem Farbsektor vor allem die Produkte und die Verarbeitungsmethoden in ständiger Entwicklung sind. Dies lässt hoffen, dass sich zu den schon sehr guten Color-Aerialfilmen in Zukunft auch wirtschaftliche Verarbeitungsmethoden gesellen.

10. Schlussbemerkungen

Der vorliegende Artikel sollte unter anderem aufzeigen, dass die Orthophotoerstellung nicht beim Orthophotogerät anfängt und aufhört. Die Orthophotoerstellung ist eine ganze Kette von verschiedenen, meist reprotechnischen Arbeitsgängen. Dabei muss jedes Glied auf das nächste und auf das Ende der Kette abgestimmt sein. Nur dann ist dafür Gewähr geboten, dass auf zweckmässige Art und Weise eine gute Orthophoto erstellt werden kann. Erst gute Kenntnisse in der Reprotechnik und die Installation von verschiedenen, gegenseitig abgestimmten Peripheriegeräten zum Orthophotogerät geben dem Ersteller von Orthophotos die Möglichkeit, die obgenannte Kette zu schmieden. Zudem sollte aufgezeigt werden, dass auch die Kosten einer Orthophoto von der Länge dieser Kette und den topographischen Verhältnissen des abzubildenden Gebietes abhängig sind.

Adresse des Verfassers:
Werner Altherr
Swissair Photo + Vermessungen AG,
Obstgartenstrasse 7, CH-8006 Zürich

Neues Instrumentarium für die photogrammetrische Direktkartierung*

J. Höhle

Die graphische Kartierung ist nach wie vor die Hauptaufgabe der photogrammetrischen Praxis. Für die Effizienz der Kartierung werden zunächst die wichtigen Einflussfaktoren diskutiert, wobei besonders die instrumentellen Gesichtspunkte im Vordergrund stehen. Nach einer kurzen Erläuterung der neuen Geräte und Gerätesysteme von Wild Heerbrugg werden Vergleiche mit früheren Geräten angestellt und einige Kartierungsergebnisse präsentiert. Daraus werden erste Schlussfolgerungen für die photogrammetrische Praxis abgeleitet.

La cartographie graphique a toujours constitué la tâche essentielle dans la pratique photogrammétrique. Dans le cadre de l'efficience requise dans cette tâche, on présente d'abord les facteurs influents décisifs, avec à l'avant-plan surtout le point de vue de l'instrumentation. Après un court exposé des nouveaux appareils et systèmes d'appareils de Wild Heerbrugg, on effectue des comparaisons avec les équipements antérieurs et l'on présente quelques résultats de cartographie. Des premières conclusions pour la pratique photogrammétrique en sont déduites.

1. Einleitung

Die graphische Kartierung ist nach wie vor eine Hauptaufgabe der praktischen Photogrammetrie. Insbesondere private Firmen führen in grossem Masse Lage- und Höhenkartierungen in den Massstäben 1:500 bis 1:10 000 aus. Man spricht hier von sogenannten Projektkartierungen.

* überarbeitete Fassung des zum Kongress der Amerikanischen Gesellschaft für Photogrammetrie im Februar 1981 in Washington D. C. gehaltenen Vortrags