Zeitschrift: Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF))

Band: 70-M (1972)

Heft: 9

Artikel: Erfahrungen mit Orthophotos und Orthophotokarten

Autor: Jenatsch, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-225591

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die quadratische Gleichung für S lautet daraus

$$S^2 (1 + \mathrm{tg}^2 \delta) + S \left(- 2 \{e \cdot \cos (\alpha - \varphi) + \Delta h \, \mathrm{tg}\, \delta\}\right) + e^2 + \Delta h^2 - D_s^2 = 0 \qquad (4)$$

und ihre Auflösung mit Berücksichtigung der positiven Wurzel ergibt obenstehende Formel (5) für S.
Mit Hilfe eines Tischcomputers (Hewlett Packard 9100 A) ist die Berechnung der Zielpunktkoordinaten so schnell ausgeführt, als die Eingabe der drei Meßwerte D_s, δ und φ, eventuell noch von ΔOr., von Hand erfolgt.

3. Auswirkung von Meßfehlern

In üblicher Weise könnten die mittleren Fehler der Zielpunktkoordinaten

$$y_Z = y_A + S \cdot \sin\varphi \qquad x_Z = x_A + S \cdot \cos\varphi \qquad (6)$$

auf Grund der mittleren Fehler an e, Δh, α und D_s, δ, φ allgemein dargestellt werden. Die partiellen Differentialquotienten sind jedoch nicht einfach zu interpretieren, weshalb hier das totale Differential der reduzierten Strecke S allein bei verschiedenen Zielrichtungen φ und δ *einer* Instrumentenkonstellation und bei einer gemessenen Distanz D_s von 1000 m Einblick in das Spiel der Parameter geben mag. Das totale Differential lautet

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial e}\right) \cdot de + \left(\frac{\partial S}{\partial \Delta h}\right) d\Delta h + \left(\frac{\partial S}{\partial \alpha}\right) d\alpha + \left(\frac{\partial S}{\partial D_s}\right) dD_s + \left(\frac{\partial S}{\partial \delta}\right) d\delta + \left(\frac{\partial S}{\partial \varphi}\right) d\varphi \qquad (7)$$

Die aus numerischer partieller Differentiation resultierenden Koeffizienten sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Instrumentenkonstellation: $e = 10$ m
$\Delta h = 2$ m
$\alpha = 100^g$

Aus einer größeren Anzahl Konfigurationen von Distanzen, Höhen- und Richtungswinkeln zeigt sich, daß die reduzierte Distanz S auf Parameterfehler wie folgt anspricht:
(Instrumentenkonstellation: $e = 10$ m, $\Delta h = 2$ m, $\alpha = 100^g$)

Parameter	Quotient des totalen Differentials	Bemerkungen
e	0–1 (d.h. bei einem Exzentrizitätsfehler von 1 cm: 0–1 cm)	Je nach Phasenlage von φ zu α
Δh	0–0,3	Oberer Wert bei $\delta = 20^g$
α	0–0,02 (d.h. bei einem Azimutfehler von 10^{cc}: 0–0,02 cm)	Oberer Wert bei sehr kurzen Distanzen (15 m)
D_s	1–1,4	Oberer Wert bei sehr kurzen Distanzen (nahe e)
ϱ	0–0,5	Oberer Wert bei $\delta = 20^g$ und $D_S = 1000$ m
φ	0–0,02	Auswirkung des Parameterfehlers wie bei α (Absolutwert)

Erfahrungen mit Orthophotos und Orthophotokarten

DK 528.721.28

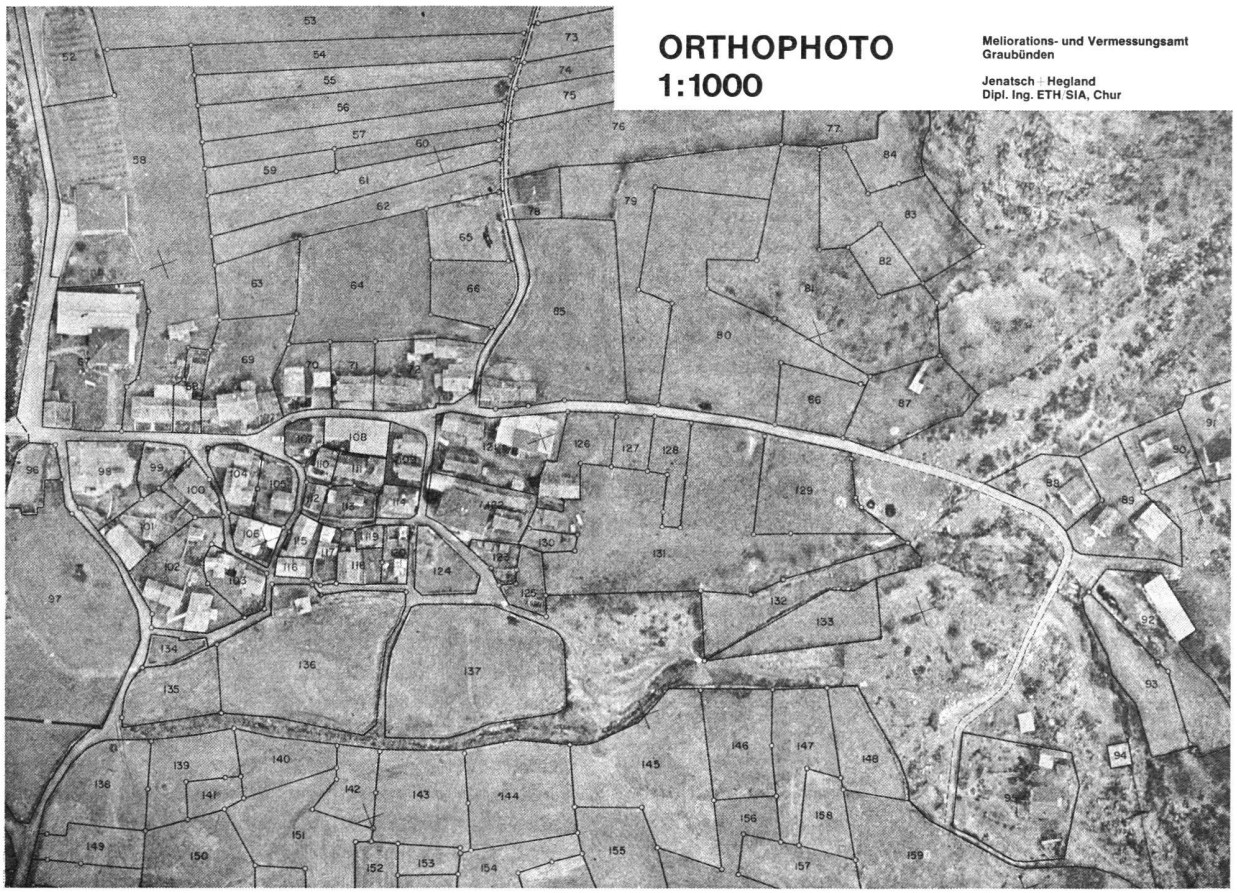
J. Jenatsch, Chur

Im vergangenen Jahr hat sich der Verfasser dieses Artikels eingehend mit der Anwendungsmöglichkeit von Orthophotos befaßt. Dabei fällt als erstes einmal auf, daß in der Schweiz Orthophotokarten und Orthophotopläne, das heißt Orthophotos in kleineren und größeren Maßstäben praktisch noch nicht verwendet werden. Anders ist es im Ausland. Orthophotos werden dort als ein wichtiger Nebenzweig der Vermessungskunde, vor allem der Kartendarstellung betrachtet. So ist man in der Bundesrepublik Deutschland dazu übergegangen, Grundkarten für ganze Bundesländer in Orthophotos zu erstellen. Das Bundesland Nordrhein-Westfalen zum Beispiel will in einigen wenigen Jahren über sein ganzes Gebiet eine Grundkarte im Maßstab 1 : 5000 erstellen und der Öffentlichkeit zur Verfügung halten. Andere Länder in Europa erstellen ähnliche Kartenwerke größeren Umfanges oder haben diese bereits erstellt. Vor allem aber in außereuropäischen Entwicklungsländern hat sich die Auffassung durchgesetzt, daß es nur möglich ist, ein vollständiges Kartenwerk zu bekommen, wenn man dieses Kartenwerk als Orthophotokarte erstellt. Die Durchführung von Vermessungen und die Erstellung von Kartenwerken ist eine Spezialarbeit. Eine Spezialarbeit benötigt hochspezialisierte Fachleute und diese sind auch bei uns in der Schweiz ein Mangelberuf. Weit schlimmer steht es damit im Ausland. So ist es verständlich, daß man ein Kartenwerk von Orthophotos erstellen will, denn die Erstellung von Orthophotokarten benötigt weniger Fachleute als die Erstellung von konventionellen Strichkarten gleichen Maßstabes. Ist dies aber allein der Grund, weshalb Orthophotokarten und Orthophotopläne erstellt werden? Wir glauben es nicht. Der Vergleich von konventionellen Strichkarten mit Orthophotokarten zeigt, daß Orthophotokarten einen sehr großen Aussagewert haben. Der Aussagewert von Orthophotokarten ist aber wesentlich abhängig von deren Maßstab. Je größer der Maßstab der Orthophotokarte ist, um so reichhaltiger wird die Karte und umgekehrt. Es wurden uns Photokarten im Maßstab 1 : 75000 und noch kleineren Maßstabes gezeigt, von denen wir uns aber sagen mußten, daß diese Orthophotokarten keinen großen Aussagewert mehr haben. Warum? Die Darstellung der Einzelheiten in der Orthophoto erfolgt ja nicht durch Signaturen, die so groß gezeichnet werden, daß sie von jedem normalsichtigen Menschen einfach gelesen und verstanden werden können. Die Darstellung erfolgt durch das Objekt selbst, das vom menschlichen Auge erkannt werden muß. Ein kleines Beispiel: eine Straße, die 10 m breit ist, wird im Maßstab 1 : 100000 in der Orthophotokarte als ein feiner Strich von $^1/_{10}$ mm Dicke abgebildet. Daß eine solche Orthophoto dem Betrachter eine gute Übersicht gibt, kann nicht behauptet werden. Wenn man sich also Gedanken macht über die Einsatzmöglichkeit von Orthophotos, gilt es als erstes einmal abzuklären, in welchem Maßstabe man Ortho-

photos haben möchte. Die Erfahrung zeigt, daß die Orthophotos im Maßstab 1 : 10000 noch recht gut gelesen werden können, währenddem Orthophotos im Maßstab 1 : 25000 schon recht schwer benutzbar sind. Die untere Grenze in der zweckmäßigen Verwendung von Orthophotos liegt also irgendwo zwischen dem Maßstab 1 : 10000 und dem Maßstab 1 : 25000 und es wird im Einzelfalle nötig sein, abzuklären, welcher Maßstab noch nutzbringend verwendet werden kann. Anderseits haben wir Orthophotos aus dem Ausland gesehen und auch für unsere Zwecke erstellen lassen im Maßstab 1 : 1000, die sehr wirkungsvoll sind, dem Betrachter sehr viele Informationen geben und für den Laien sehr leicht lesbar sind.

Unsere Erfahrungen mit einigen Orthophotos

Für die Erprobung der Orthophotomethode in der Schweiz ließen wir im vergangenen Jahr von zwei verschiedenen Geräten je eine Orthophoto im Maßstab 1 : 10000 erstellen. Diese Orthophotos wurden aus vorhandenen Luftbildern, die bereits für die Erstellung des Übersichtsplanes benutzt wurden, erstellt. Die Orthophotos wurden in beiden Fällen ohne Höhenschichtlinien gemacht. Es ging einzig darum, die Genauigkeit der Situation zu überprüfen. In beiden Fällen konnte festgestellt werden, daß die Situation der an Übersichtspläne gestellten Genauigkeit genügt. Dies wurde überprüft, indem die Original-Übersichtsplan-Pause auf die Orthophoto aufgelegt wurde und markante Punkte verglichen wurden. Es konnte festgestellt werden, daß sich einzelstehende Häuser, Brücken, aber auch Straßen und Wege genau deckten. Eine genauere Prüfung wäre selbstverständlich möglich gewesen, wenn man eine Feldverifikation durchgeführt hätte, indem einzelne markante Punkte von Triangulationspunkten aus eingemessen und mit der Orthophoto verglichen worden wären. Gerechtigkeitshalber hätte man allerdings auch dieselben Punkte im Übersichtsplan in einer Feldprüfung verifizieren müssen. Auf diese exaktere Genauigkeitsüberprüfung wurde aber verzichtet. In einem Punkte waren die Orthophotos beider Provenienzen ungenügend. Das ausgewertete Gebiet, das sehr steile Hänge aufwies, zeigte bei gewissen Geländeneigungen Doppel- und Mehrfachabbildungen in der Orthophoto. Diese Mehrfachabbildungen traten überall dort auf, wo Geländeneigung und Bildstrahl einen sehr spitzen Winkel einschlossen. Diese Mehrfachabbildung in steilem Gelände muß wohl als die schwache Stelle der Orthophotomethode bezeichnet werden. Dieser Nachteil der Orthophotos kann aber vermieden werden, wenn die Flugplanung der Orthophotomethode entsprechend erfolgt. Mit anderen Worten, es können nicht unbedingt aus vorhandenen Modellen Orthophotos erstellt werden, im Einzelfalle muß dies überprüft werden. Im ganzen gesehen konnte aber dieser Versuch einer Darstellung des Übersichtsplanes im Maßstab 1 : 10000 mit Orthophoto als gelungen betrachtet werden, speziell in bezug auf die Genauigkeit der Situationsdarstellung. Zur gleichen Zeit, während der obige Versuch lief, ließen wir für die Darstellung des alten Besitzstandes einer Güterzusammenlegung zweier Gemeinden im Misox Orthophotos im Maßstab 1 : 1000 erstellen. Da die Flugplanung aber noch auf der Basis der Erstellung einer konventionellen Strichkarte erfolgte, konnten aus den vorhandenen Modellen nicht direkt Orthophotos im Maßstab 1 : 1000 erstellt werden. So wur-



den Orthophotos im Maßstab 1 : 2000 erstellt und diese anschließend photomechanisch vergrößert. Das Resultat entsprach voll den Erwartungen, die wir in diese Pläne für den alten Besitzstand legten. Das Meliorations- und Vermessungsamt des Kantons Graubünden hat die Resultate der Verifikation dieses Orthophotoplanes übersichtlich zusammengestellt. Ein Teilstück dieses Planes in der Größe eines Formates A 3 haben wir von einer Buchdruckerei aufrastern und drucken lassen. Es kann jedem Interessenten abgegeben werden. Auf der Rückseite sind die Resultate der Verifikation dargestellt. Für die Verifikation von 140 Grenzpunkten wurde ein elektronisches Distanzmeßgerät eingesetzt und die Koordinaten von diesen Punkten gerechnet und verglichen mit den Koordinaten, die mittels eines Koordinatographen aus dem Plan abgegriffen wurden. Unter der Annahme, daß die Koordinaten, gemessen und errechnet für die Verifikation als fehlerfrei betrachtet werden können, erhielten wir einen durchschnittlichen Lagefehler in der x-Richtung von 15 cm und in der y-Richtung von 14 cm. Dabei muß dem Ersteller des Planes zugute gehalten werden, daß die Verifikation erst 14 Monate nach der Signalisierung der Grenzpunkte erfolgte, und sicher einzelne Grenzpunkte während der Feldarbeiten ausgerissen und nachträglich wieder «genau» versetzt wurden. Nur so läßt sich erklären, daß einige wenige Punkte zwischen 50 cm und 75 cm Differenz gegenüber der Verifikation aufweisen. Aber auch diese grob-ungenauen Punkte wurden für die Berechnung des durchschnittlichen Lagefehlers verwendet. Die mittlere Neigung der beiden durch die Verifikation erfaßten Gebiete beträgt 7% und 20%. Bei diesem Versuch haben wir keine Höhenlinien gezeichnet, da wir der Meinung waren, daß wir für die Projektierung des neuen Besitzstandes die Höhenlinien in einem für unsere Verhältnisse relativ flachen Gelände nicht benötigen würden. Aber auch ohne Höhenlinien zeigt dieser Orthophotoplan im Maßstab 1 : 1000 die großen Vorteile dieser Methode. Für die Projektierung des neuen Besitzstandes kann man sich kaum einen besseren Plan vorstellen als die Orthophoto. Für die Grundeigentümer, die Laien sind, sind die Vorteile noch größer als für den Geometer. Jeder Grundeigentümer erkennt seine Parzelle bei der Planauflage sofort und es ist ihm viel besser möglich, zum gezeichneten Grenzverlauf des alten Besitzstandes Stellung zu nehmen.

Einen weiteren Versuch haben wir in der Arbeit, es betrifft dies die Erstellung von Übersichtsplänen mittels Orthophotos. Ob diese Methode geeignet ist, Übersichtspläne rationell darzustellen, und auch die von der Landestopographie gewünschte Genauigkeit erbracht wird, kann zurzeit noch nicht gesagt werden, da wir die Kosten noch nicht nachkalkuliert haben und auch die Verifikation noch nicht durchgeführt werden konnte. Immerhin sind die Erfahrungen, die wir mit diesen Orthophotos sammeln konnten, recht wertvoll für die Beurteilung weiterer Vorhaben. Im Kanton Graubünden fehlen noch über sehr große Gebiete Übersichtspläne und über noch mehr Gebiete Pläne größeren Maßstabes. Gerade die Forstingenieure wären oft sehr froh, wenn sie für die Projektierung von Waldwegen, Wildbach- und Lawinenverbauungen Pläne größeren Maßstabes hätten. So erhielten wir von zwei verantwortlichen Forstingenieuren den Auftrag, Photopläne im Maßstab 1 : 2000 mit Höhenlinien, Äquidistanz 5 m, zu erstellen. Beide werden für die Projektierung einer Lawinenverbauung verwendet. Die Höhenschichtlinien wurden hier nicht direkt am Stereoautographen ausgewertet, sondern aus den Drop lines konstruiert. Die Erfahrung wird zeigen, ob die Genauigkeit dieser Höhenschichtlinien genügt, und wenn ja, ob für die Erstellung der Höhenschichtlinien mit dieser Methode eine Einsparung erzielt werden kann. In einem Falle haben wir die Höhenkurven weiß dargestellt, im anderen Falle schwarz. Es kann nicht generell gesagt werden, welche Darstellung besser geeignet ist und der an sie gestellten Anforderungen besser entspricht. Vor allem in dunklen Waldpartien möchten wir aber doch den weißen Kurven den Vorzug geben. Ideal wäre, wenn man je nach Helligkeit der Orthophoto weiße oder schwarze Kurven zeichnen könnte. Dies ist aber aus Erstellungsgründen kaum möglich. Bei allen diesen Orthophotoplänen hat es sich gezeigt, daß der Beleuchtung und dem Stand der Sonne ganz besondere Beachtung geschenkt werden muß. Es gelten hier nicht die gleichen Kriterien wie bei der konventionellen Photogrammmetrie. Vor allem sollten starke Schlagschatten vermieden werden.

Sind Orthophotos bei uns eine Notwendigkeit?

Diese Frage ist wohl mit ja zu beantworten. Wir haben in der Schweiz ein sehr vorbildliches Kartenwerk, auf das wir stolz sind. Besonders die Landeskarte ist für jeden Benützer von großem Wert, und es wird kaum der Fall eintreten, daß Orthophotos erstellt werden in den Maßstäben, die wir für unsere Landeskarten kennen. In den größeren Maßstäben 1:10000, 1:5000, 1:2000 und 1:1000 sind die Orthophotopläne eine ernstzunehmende Konkurrenz für die konventionellen Pläne, insbesondere deshalb, weil über große Gebiete in der Schweiz Pläne dieser Maßstäbe leider noch fehlen. Orthophotos können viel schneller erstellt werden, als konventionelle Pläne. Der Orthophotoplan kann für gewisse Spezialaufgaben eine wichtige Ergänzung im Informationsgehalt sein – auch in Gebieten, die bereits über Pläne und Karten verfügen. Die Orts- und Regionalplaner interessieren sich zum Teil sehr stark für großmaßstäbliche Orthophotokarten. Dies nicht nur dort, wo noch keine Pläne vorhanden sind, wie es zum Beispiel im Kanton Graubünden in der Mehrheit der Gemeinden der Fall ist, sondern auch in Siedlungsgebieten, in denen Pläne bestehen. Vom Nutzen von Orthophotoplänen im Forstwesen haben wir bereits weiter oben berichtet. Die Forstingenieure interessieren sich aber für Orthophotopläne nicht nur bei der Projektierung von Wegen und anderen Bauwerken, sondern auch für die Erstellung von Forsteinrichtungskarten. Im Ausland hat man darüber schon recht viele Erfahrungen gesammelt und fortschrittliche Förster befassen sich auch bereits bei uns mit dem Gedanken, solche Forsteinrichtungskarten mittels Orthophotos zu erstellen. Weitere Anwendungsgebiete für Orthophotos drängen sich auf.

Sicher ist es richtig, wenn man sich mit dem Problem der Orthophotos intensiv auseinandersetzt, dabei aber einen kühlen Kopf bewahrt. Es gilt in jedem einzelnen Falle abzuwägen, ob die Erstellung von Orthophotos zweckmäßig ist, ob sie dem projektierenden Ingenieur eine verbesserte Projektierungsunterlage sein wird, ob sie mehr Informationen bringt als die konventionelle Strichkarte (was fast in jedem Falle so sein wird), und last but not least, ob es auch finanziell tragbar ist, eine Orthophoto zu erstellen oder nicht.