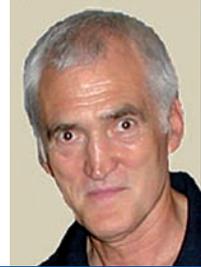


Die Bayernbefliegung wird digital



Wolfgang Stößel

Die bisherige analoge Bayernbefliegung

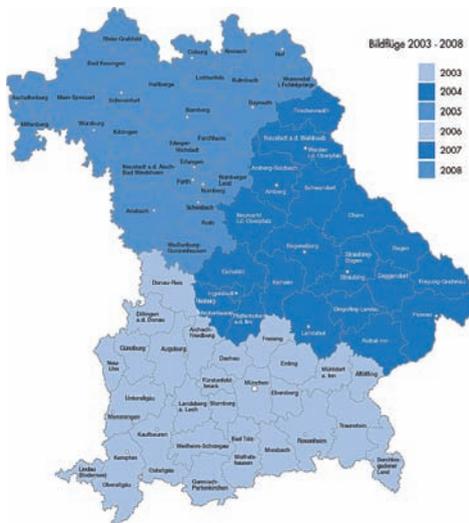


Bild 1: Bayernbefliegung im 3-Jahres-Zyklus

Die systematische flächen-deckende Bayernbefliegung geht auf eine gemeinsame Initiative der Staatsministerien der Finanzen und des Umweltbereichs aus dem Jahre 1985 zurück mit dem Ziel der Umweltdokumentation und der Bereitstellung von aktuellen Unterlagen für die Regional- und Landesplanung. Als Kompromiss für die zahlreichen Anwendungen wurde anfangs ein Maßstab von ca. 1:15 000 gewählt. Ab 1985 wurde mit Schwarz-Weiß-Film und einem 5-Jahres Zyklus geflogen, 2002 konnte dann auf die viel gewünschte Farbe (Farbnegativfilm) umgestellt werden. Ab 2003 wurde die Bayernbefliegung auf einen 3-Jahres-Zyklus und den Bildmaß-

stab 1 : 12 500 umgestellt. Mit der Umstellung auf den größeren Bildmaßstab ging ein Umstieg von Normalwinkel-Objektiven auf Weitwinkel und einer Reduzierung der Flughöhe über Grund von ca. 4 000 auf ca. 2 000 m einher. So konnten mögliche Farbfehler durch die störenden große Luftschichten bei großer Flughöhe im Farbnegativfilm verringert werden. Seit Beginn der Bayernbefliegung im Jahre 1985 wurden ca. 200 000 Luftbilder aufgenommen, die im Landesluftbildarchiv am Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) archiviert sind und von Interessenten für verschiedenste Aufgaben wie

Erstellung von Zeitreihen, Recherchen oder einfach als Geschenk analog als Kontaktkopie oder als Vergrößerung oder auch digital gescannt bezogen werden können. Neben den Luftbildern der Bayernbefliegung befinden sich auch zahlreiche andere Luftbilder, beginnend ab 1941, im Landesluftbildarchiv. Der gesamte Bestand beträgt gegenwärtig ca. 900 000 Luftbilder.



*Bild 2:
Landesluftbildarchiv im Landesamt für Vermessung und Geoinformation*

Aus den Luftbildern der Bayernbefliegung werden Orthophotos



Bild 3: Photogrammetrischer Präzisionsscanner SCAI der Fa. ZEISS

Die aufgenommenen Luftbilder besitzen eine hohe Aktualität (Befliegungszyklus von 3 Jahren) und mit dem Bildmaßstab von rund 1 : 12 500 auch eine gute Auflösung. Von den Luftbildern lassen sich gut Kopien oder Ausschnittsvergrößerungen auf Papier herstellen und für zahlreiche Anwendungen verwenden. Für viele Anwendungen ist aber das Luftbild ungeeignet, weil es auf Grund der photographischen Aufnahme eine zentralperspektivische Abbildung darstellt und somit nicht maßstäblich ist und nicht mit anderen georeferenzierten Informationen kombiniert werden kann. Dieser Nachteil kann durch

eine Entzerrung (Rektifizierung) der Luftbilder behoben werden. Diese Entzerrung wird mit entsprechender Software digital an leistungsstarken Rech-

nen durchgeführt. Dazu müssen die analogen Luftbilder auf photogrammetrischen Präzisions-scannern mit hoher radiometrischer und geometrischer Qualität gescannt werden, damit sie der digitalen Verarbeitungskette zugeführt werden können. Für eine gewünschte Bodenauflösung des Orthophotos von 20 cm müssen die Bilder mit einer Scanauflösung von 14 μ gescannt werden. Für die Entzerrung müssen die Elemente der äußeren Orientierung, d. h. die genaue Position der Luftbildkamera und die Orientierung der Aufnahmeachse im Raum zum Zeitpunkt der Aufnahme bekannt sein. Dieser Rechenschritt erfolgt für alle Bilder eines Fluglozes gemeinsam in einer Aerotriangulation und einer anschließender Bündelblockausgleichung. Da der Lageversatz im Luftbild auch von den Höhenunterschieden des Reliefs abhängt, muss für lagerichtige Entzerrung auch ein aktuelles und genaues digitales Geländemodell (DGM) zur Verfügung stehen. Dieses genaue DGM wird am LVG mittels Laserscanning aufgebaut und wird bis Ende 2010 für ganz Bayern flächendeckend verfügbar sein.

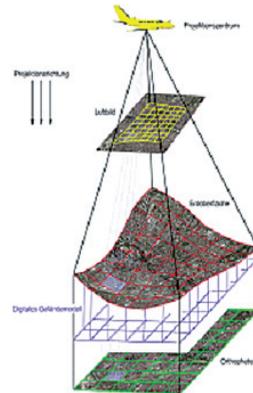


Bild 4: Prinzipskizze der digitalen Orthophotoherstellung

Metadaten zur Bayernbefliegung im Internet

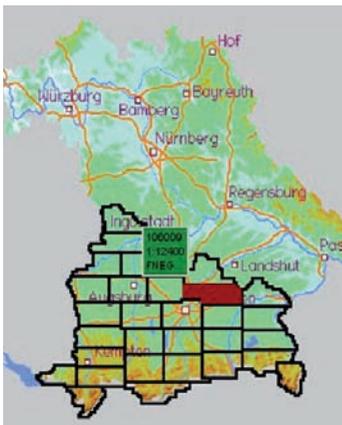


Bild 5: Informationen zu den Bildfluglozen sind im Internet verfügbar

Die zahlreichen Anwender der Luftbilder der Bayernbefliegung wollen natürlich wissen, wann die nächste Befliegung ihres Interessensgebietes geplant ist, wann der Flug durchgeführt wurde und wann die Luftbilder und die daraus neu gerechneten digitalen Orthophotos zur Verfügung stehen. Diese Informationen sind als Metadaten im Internet eingestellt und werden wöchentlich aktualisiert. Auf diese Übersicht kommt man über die Webseite der Bayer. Vermessungsverwaltung unter Luftbildprodukte und Bildmittenübersicht oder man verwendet direkt den unten angegebenen Link dorthin:

http://www.geodaten.bayern.de/bvv_web/produkte/uebersicht_lb/flug_2009/start.htm

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auch über diese Webseite, die geplanten Befliegungslose im Shape-Format herunter zu laden, um sie dann in einem GIS mit entsprechenden eigenen Fachdaten zu verwenden.

Einführung von digitalen Befliegungstechniken für die Bayernbefliegung

Mit der Bayernbefliegung 2008 hat das Landesamt für Vermessung und Geoinformation erstmals digitale Befliegungstechniken eingesetzt. Es wurden vier der 24 Befliegungslose für digitale Befliegungstechnik ausgeschrieben und vergeben. Aufgrund der ungünstigen Flugwettersituation 2008 im Befliegungsgebiet konnten aber nur 2 Lose digital geflogen werden.

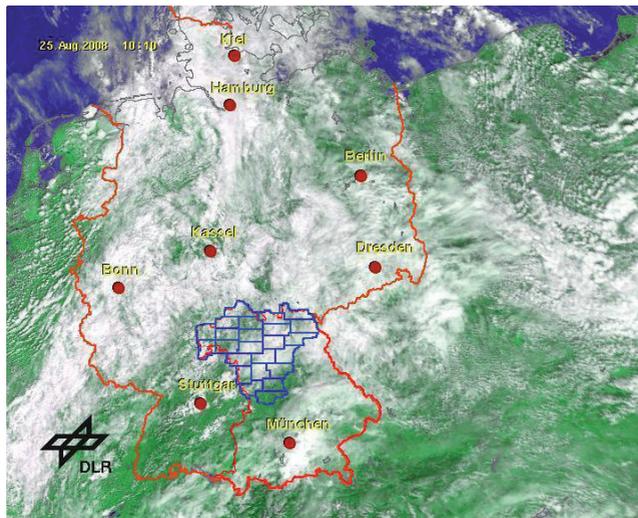


Bild 6: Wolken verhindern eine Befliegung zur Gewinnung von Luftbildern

Die Einsatzmöglichkeiten der neuen Technik wurden in den letzten Jahren intensiv verfolgt. Wie bei jeder Umstellung gilt es die Vor- und Nachteile der neuen Technik genau zu kennen, um sie abzuwägen und die Wirtschaftlichkeit beurteilen zu können. Der gute Kontakt und Austausch zu den Kollegen in den anderen Vermessungsverwaltungen Deutschlands, die schon seit einigen Jahren diese Technik einsetzen, hat dabei sehr geholfen. Dabei zeigte sich, dass in einigen Ländern die Anwender aus dem Umwelt- und Forstbereich wegen des großen Interesses an dem Infrarotkanal die treibende Kraft hinter der raschen Einführung der digitalen Befliegungstechniken waren. Für Bayern, als größtem Flächenstaat in Deutschland und einer jährlich zu befliegenden Fläche von ca. 25 000 km², musste die Umstellung natürlich besonders gründlich vorbereitet

werden. Dazu zählte besonders eine Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit, die verfügbare bzw. zu beschaffende Hard- und Software, Speicherplatz für die Bearbeitung, Bereitstellung über Webdienste bis hin zur Archivierung. Daneben galt es auch, die Entwicklung auf dem Gebiet der digitalen Luftbildkameras zu verfolgen und die Umstellung der Bildflugfirmen auf diese neue Technik zu kennen, um bei Ausschreibungen und Vergabe von Bildflügen ausreichende Angebote von leistungsstarken Firmen zu erhalten. Nach Aussagen der Bildflugfirmen wird die digitale Aufnahmetechnik inzwischen deutlich öfters als die analogen eingesetzt. Es gibt eine Reihe von Bildflugfirmen, meist Neugründungen, die ausschließlich die digitale Aufnahmetechnik anbieten.

Zeilen- oder Flächensensor?

Auf dem Markt befinden sich großformatige Kameras mit den zwei unterschiedlichen Techniken des Flächen- oder Zeilensensors. Von den Bildflugfirmen werden beide Kameratypen eingesetzt, wobei gegenwärtig die Kameras mit Flächensensoren bei den in Deutschland operierenden Firmen die stärkere Verbreitung gefunden haben. Das Luftbild, das aus Luftbildkameras mit Flächensensoren erhalten wird, ähnelt in vielerlei Hinsicht dem analogen Luftbild und kann mit der bisher verwendeten Software mit geringem Adaptionsaufwand verwendet werden. Die Bildzeilen von Zeilenkameras sind aufwändiger in der Verarbeitung. Jede Zeile muss über DGPS und INS-Informationen zu einem Bild vorverarbeitet werden und verlangt spezielle Software und entsprechendes Know-how. Aus diesem Grund wurde der Einstieg in die digitale Aufnahmetechnik mit Flächensensoren gewählt. Eine Vorgehensweise, die auch von den anderen Landesvermessungsämtern in Deutschland so getroffen wurde.

Flächensensor

Der ursprüngliche Wunsch, das Luftbild der analogen Luftbildkamera von 23 x 23 cm Bildformat durch ein einziges CCD-Array mit 16 000 Pixel Seitenlänge zu ersetzen, hat sich nicht realisiert. Die maximale CCD-Arraygröße, die wirtschaftlich hergestellt und eingesetzt werden kann, liegt deutlich darunter.

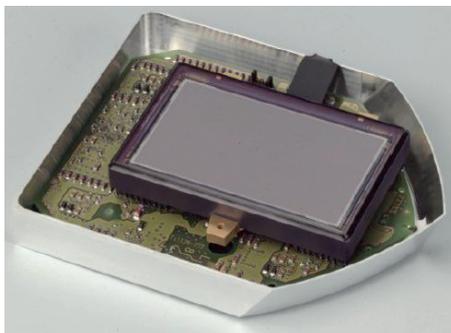


Bild 7: 7K x 4K - CCD-Array in der DMC

Auf dem Markt werden gegenwärtig die zwei großformatigen Luftbildkamesysteme mit Flächensensoren eingesetzt:

- DMC der Fa. Intergraph Z/I Imaging, Oberkochen und
- UltraCam der Fa. Vexcel, Graz (inzwischen Microsoft Photogrammetrie)

Die UltraCam gibt es inzwischen in den Versionen D, X und XP, wobei besonders die Zahl der Pixel pro Bild bzw. Teilbild durch Verwendung kleinerer Pixel in den CCD-Arrays erhöht wurde. Details zu den Kameras können der Zusammenstellung im Anhang entnommen werden.



Bild 8: DMC der Fa. Z/I



Bild 9: UltraCam der Fa. Vexcel/Microsoft Photogrammetrie

Wie aus obiger Darstellung erkennbar ist, bestehen die digitalen Luftbildkamas aus mehrern Aufnahmeoptiken, die Teilbilder liefern und die dann zu einem virtuellen Luftbild zusammengerechnet werden. Bei der DMC sind die hochauflösenden PAN-Luftbilder aus 4, bei der UltraCam aus 9 Einzelbildern

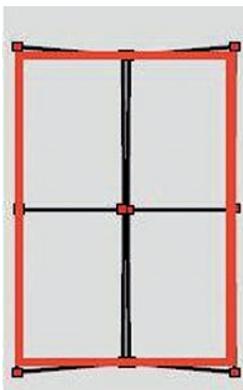


Bild 10:
4 Teilbilder
der DMC

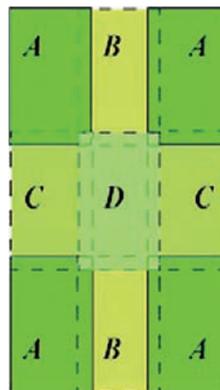


Bild 11:
9 Teilbilder der
UltraCam mit
entsprechenden
Überlappungsbe-
reichen

zusammengesetzt. Dieses Zusammensetzen wird über so genannte Sticking-Algorithmen erzielt und wird im Postprocessing der Rohdaten durchgeführt. Die Farbe (RGB und IR) wird jeweils über ein Pansharping von den geringer aufgelösten farbigen Teilbildern auf die PAN-Bilder übertragen.

Zeilensensor

Der Zeilensensor liefert Aufnahmezeilen quer zur Flugrichtung. Die Aufnahmeoptik ist so konfiguriert, dass im Nadir 5 Zeilen für RGB, IR und panchromatisch aufgenommen werden. Für die stereoskopische Auswertung werden diese Zeilen auch in einer Vor- und Rückblickrichtung aufgenommen.



Bild 12: ADS40
Zeilenkamera
der Fa. Leica

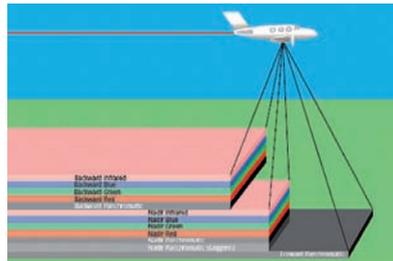


Bild 13: Prinzip-Skizze des ADS40
Zeilensensors



Bild 14: JAS150 der
Fa. Jenoptik

Bei den digitalen Luftbildkameras mit *Zeilensensoren* (Zeilenkameras) ist besonders die ADS40/80 der Fa. Leica zu erwähnen, die seit 2000 auf dem Markt, und inzwischen schon in der zweiten Generation im Einsatz ist. Seit Mitte 2007 gibt es eine weitere Zeilenkamera, nämlich die JAS 150 der Fa. Jenoptik in Jena, von der aber noch keine größeren praktischen Erfahrungen vorliegen.

Eine Besonderheit bei beiden Systemen ist die Tatsache, dass keine Wechselobjektive, wie bei der Reihenmesskamera verwendet werden können und somit nicht über das Objektiv Einfluss auf den Maßstab bzw. die Bodenauflösung genommen werden kann. Bei den digitalen Luftbildkameras oder Aufnahmesensoren kann eine Veränderung der Bodenauflösung des aufgenommenen Luftbildes nur über eine Änderung der Flughöhe erreicht werden.

Von dem vertrauten Bildformat von 23 x 23 cm der analogen Luftbilder muss man also künftig Abschied nehmen. Das Bildformat hängt künftig von der eingesetzten Kamera ab, ist nicht mehr quadratisch, sondern hat eine eher rechteckige Form und ist von unterschiedlicher Größe, je nach verwendeter Kamera

Kamera	Flughöhe [m]	c [mm]	Pixelgröße [μm]	Bildgröße
DMC	2000	120	12	13 824 x 7 680
UCD	2222	100	9	11 500 x 7 500
UCX	2778	100	7,2	14 430 x 9 420
UCXP	2980	100	6	17 310 x 11 310

Bild 15: Unterschiedliche Flughöhe für eine Bodenpixelauflösung von 20 cm

und Pixelgröße des CCD-Sensors. Auch fehlen die vertrauten Rahmenmarken, die zur Bestimmung der inneren Orientierung ausgemessen werden mussten. Ebenso fehlen die Hilfsabbildungen wie Höhe, Datum und Uhrzeit. Diese Hilfsabbildungen hatten noch einen weiteren großen Vorteil, sie erlaubten einen Rückschluss auf den Einbau der Reihenmesskamera im Flugzeug und damit eine Aussage zur Lage des Luftbildes bezüglich der Befliegungsrichtung. Bei der »nackten« Rastermatrix des digitalen Luftbildes ohne eingblendete Information kann nur mit externer Zusatzinformation, wie den Orientierungselementen, eine Angabe zur räumlichen Lage abgeleitet werden.



Bild 16: Analoges Luftbild mit 23 x 23 cm Größe

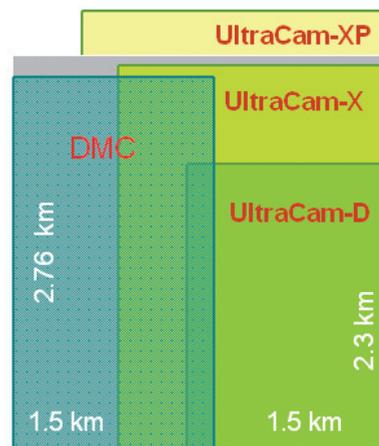


Bild 17: Unterschiedliche Formate der digitalen Kameras

Bodenauflösung und Maßstab

Bei digitalen Luftbildern spricht man vorzugsweise von der Bodenauflösung der Bilder. So wird die Bayernbefliegung künftig Luftbilder digital von 20 cm Bodenauflösung liefern, d.h. ein Pixel im Bild entspricht einer Größe von 0,2 x 0,2 m in der Natur. Bezieht man diese Größe von 0,2 m auf die Pixelgröße des CCD-Arrays von z. B. 7,2 µm, dann ergibt sich ein Bildmaßstab von 1 : 27 778, einer Angabe, die der Anwender eindeutig dem kleinmaßstäblichen Bereich und nicht dem hochauflösenden Bereich zuordnen würde.

Vor- und Nachteile der digitalen Aufnahmetechnik

Vorteile der digitalen Befliegung

- Keine Filmentwicklung mehr
- Das Scannen der analogen Luftbilder entfällt
- Höhere radiometrische Bildqualität (10-14 bit statt 7-8 bit)
- Geringere radiometrische Inhomogenitäten
- Dadurch besseres Matching durch geringeres Rauschen und besserer Schärfe
- Bessere Interpretation im Schatten bzw. in überstrahlten Bereichen möglich
- Multispektrale Daten (Infrarot). Damit ergeben sich neue Anwendungen
- Zusätzliche Flugtage durch bessere Bildinformationen in dunklen und hellen Bereichen
- Höhere Längsüberdeckung möglich, durch schnelleres Auslösen und Speichern der Luftbilder
- Kleiner Öffnungswinkel d.h. geringere Umklappungen und geringerer Einfluss eines DGM-Fehlers

Vorteile der analogen Kamera

- Einfachere Langzeitarchivierung der analogen Luftbilder
- Authentizität der Luftbilder gewährleistet
- Einheitliches Bildformat von 23 x 23 cm

8 bit versus 12 bit Farbtiefe pro Kanal

Die größere Farbtiefe von 12 bit der digitalen Aufnahmesensoren lassen das Herz vieler Anwender erstmals höher schlagen. Der Vorteil der 12 bit lässt sich aber nicht so ohne weiteres nutzen. So sind die heutigen Monitore und Graphikkarten alle auf 8 bit ausgelegt. Jeder Monitor muss eine interne Transformation auf 8 bit durchführen, wenn er 12 bit Bilddaten darstellen soll, mit unterschiedlichem und oft nicht zufriedenstellendem Ergebnis. Erste 12 Bit-Monitore sind inzwischen auf dem Markt. Spezialsoftware, besonders aus dem Ferner-

kundungsbereich, kann 12 bit-Daten lesen und interpretieren. Das ist besonders für Klassifizierungs- und Bildkorrelationsaufgaben von Vorteil, wie sie für 3D-Gebäudemodelle oder Vegetationsklassifizierung eingesetzt werden. Das menschliche Auge ist da das schwächste Glied mit einer Farbtiefenunterscheidung von nur etwa 6 bit.

Künftige Prozessierungskette vom Luftbild zum DOP

Mit der Einführung der digitalen Bayernbefliegung ab dem Befliegungsjahr 2009 ergeben sich für den Produktionsablauf am LVG zahlreiche Veränderungen.

Analog-Digital-Wandlung:

Das Scannen der analogen Luftbilder entfällt, weil die Aufnahmen der Luftbilder digital erfolgt.

Abnahme der Luftbilder:

Die Abnahme der Bildflüge (Durchsicht, Vollständigkeit, Mängel wie Wolken, Wolkenschatten etc.) erfolgt künftig für die digitalen Luftbilder nicht mehr am Leuchtpult, sondern am Bildschirm. Von den Bildern werden gleich reduzierte Vorschaubilder, sogenannte Quicklooks, abgeleitet, die künftig im Intranet und später auch im Internet für Auskunftszwecke zur Verfügung stehen.

Innere Orientierung:

Die digitalen Luftbilder besitzen bereits eine innere Orientierung, dadurch entfällt das Ausmessen der Rahmenmarken.

Äußere Orientierung:

Die äußere Orientierung wird über eine Aerotriangulation (AT), d.h. über eine Messung der Bildkoordinaten der Passpunkte und einer automatischen Bestimmung von Verknüpfungspunkten zwischen den Bildern und einer anschließenden Bündelblockausgleichung bestimmt. Die automatische Ermittlung von Verknüpfungspunkten liefert für digital aufgenommen Bilder deutlich mehr Treffer, was auf mehr und klarere Bilddetails schließen lässt. Die Verwendung der mit dem Inertialen Navigationssystem (INS) während des Bildfluges bestimmten Orientierungselemente (Raumwinkel) der Luftbilder und den auch schon bisher verwendeten GPS-Positionen für die Aufnahmezentren ergibt bereits eine sehr gute Vororientierung der Bilder und beschleunigt deutlich die Passpunktmessung. Insgesamt wird die Zahl der Passpunkte reduziert.

DOP-Berechnung und Mosaikierung:

Die DOP-Berechnung umfasste bisher allein das Echtfarben-DOP (DOP-RGB). Mit der Verfügbarkeit des Infrarotkanals wird künftig auch ein Colorinfrarot-DOP (DOP-CIR) hergestellt. Der Herstellungsprozess verläuft ähnlich für beide Produkte, wegen der unterschiedlichen Farbkanäle muss die Bearbeitung aber getrennt erfolgen. Die Ausdehnung der Kernbereiche und deren Abgrenzung durch die Seamlines ist aber in beiden Fällen gleich und kann für beide genutzt werden. Die radiometrische Bearbeitung muss wieder getrennt erfolgen.

Datenmengen

Mit welchen Datenmengen muss gerechnet werden? Die Luftbilder werden digital auf externen Festplatten geliefert und müssen für die einzelnen Prozessierungsschritte in einen ausreichend großen Arbeitsspeicher mit schnellen Zugriffsmöglichkeiten kopiert werden. Ein Teil der Daten muss später entsprechend aufbereitet der Langzeitarchivierung zugeführt werden.

Zur Abschätzung der jährlich entstehenden Datenmenge aus der Bayernbefliegung sollen folgende Parameter angehalten werden:

- Befliegung jährlich eines Drittels der Fläche Bayerns (ca. 25 000 km²)
- 25 Lose mit je 1 000 km²
- digitale Luftbildkamera DMC oder UltraCam-X mit IR Kanal
- digitale Luftbilder als RGB und CIR mit 16 bit Farbtiefe als TIFF
- Längs- und Querüberdeckung 60 / 30 %
- Bodenpixelgröße 20 cm

Das ergibt eine Datenmenge von ca. 1 TB pro Los. Im Durchschnitt müssen also 25 TB jährlich prozessiert werden. Eine große Herausforderung an Storage-systeme, Datennetze und Rechner-Hardware.

Für die laufende DOP-Herstellung und die anderen Prozessschritte müssen die Bilddaten unkomprimiert und in voller Farbtiefe vorgehalten werden. Nach Abschluss der Produktion können die Bilddaten intelligent komprimiert und für die Langzeitarchivierung aufbereitet werden.

Color-Infrarot als neues Produkt der Bayerischen Vermessungsverwaltung

Der Infrarot-Farbkanal hat bereits jetzt für viele Anwendungen, besonders im Forst-, Umwelt- und Landwirtschaftsbereich, große Bedeutung. Viele Stellen haben bisher eigene Befliegungen in Colorinfrarot durchführen lassen, um ihre Aufgaben damit besser erledigen zu können. Es kann davon ausgegangen wer-

den, dass für viele mit der Verfügbarkeit auch der Appetit nach diesen Daten zunehmen wird.

Für folgende Aufgaben werden Infrarot-Bilddaten bereits erfolgreich verwendet:

- Waldschadenserhebung
- Erfassung von Waldstrukturen, Waldinventur
- Klassifizierungen (Vegetation, Laub- oder Nadelwald etc.)
- Bestimmung des Vegetationsindex (NDVI)
- Lebensraumtypenkartierung
- Ermittlung von Versiegelungsflächen, z. B. für die gesplitteten Abwassergebühren der Gemeinden
- Ermittlung der tatsächlichen Nutzung (TN) für ALKIS
- Arbeitsunterlage für Gebietstopographen zur Erfassung der Topographie



Bild 18: Stereoskopische Auswertung an einem modernen Planarsystem

Viele Aufgaben sind den Bereichen von FFH, Natura2000, Lebensraumtypenkartierung oder den Vertragsnaturschutzflächen (VNP) angesiedelt. Von Seiten der LWF, des LfU, der Nationalparkverwaltungen Berchtesgaden und Bayerischer Wald wurde bereits großes Interesse an dem Produkt Orthophoto in Color-Infrarot (CIR-DOP) geäußert. Für viele Fachanwender aus den obigen Bereichen sind aber zusätzlich auch die Luftbilder von großem Interesse und zwar als orientierte Luftbilder, d.h. den digitalen Luftbildern einschließlich der Orientierungselemente für eine stereoskopische Auswertung. Durch die Entwicklungen der digitalen Photogrammetrie kann inzwischen mit der entspre-

chen Software ein normaler Computer zur stereoskopischen Workstation verwandelt werden, mit der die orientierten Luftbilder geladen und für digitale Luftbildauswertungen nach Lage und Höhe eingesetzt werden können. Die CIR-Orthophotos werden wie die Echfarben-DOP digital hergestellt und dem Anwender als Datensatz oder beispielsweise über WMS-Dienste verfügbar gemacht. Auch in den Viewingdiensten der Bayer. Vermessungsverwaltung, wie dem BayernViewer, werden die CIR-DOP verfügbar sein.



Bild 19: Ausschnitt aus einem CIR-Luftbild

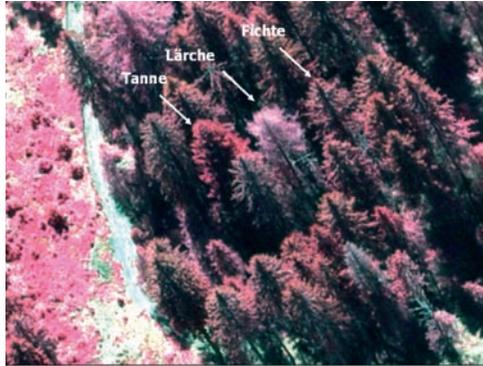


Bild 20: Nadelbäume im CIR-Luftbild
(Quelle: LWF)



Bild 21a + b: Ausschnitt aus einem analogen Luftbild (Maßstab ca. 1 : 12 500) und einem digitalen Luftbild (Bodenauflösung ca. 20 cm)

Landesluftbildarchiv und Vertrieb der Luftbilder

Mit der Einführung der digitalen Befliegung werden die Luftbilder digital archiviert. Der Aufbau des digitalen Archivs besteht künftig aus den folgenden Datenbeständen:

- Digitale Luftbilddaten einschließlich der Elemente der äußeren Orientierung für eine Orientierung der Luftbilder, für eine mögliche stereoskopische Auswertung oder für eine erneute Orthophotoherstellung.
- Metadaten zu den Bilddaten im Interaktiven Luftbild Informations- und Auskunftssystem ILIAS, wie bisher auch schon für die analoge Archivierung. Ein Zugriff auf die der Metadaten im Standard ISO 19115-2 wird künftig realisiert.

Um die zu archivierenden Datenmengen klein zu halten, werden die Luftbilder mit dem wavelet-Verfahren JPEG2000 komprimiert. Dieses Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Kompressionsrate bei einem geringen Informationsverlust aus. Es ist als ISO Standard 15444 normiert und es gibt zahlreiche Open-source Produkte zum en- und decodieren. Die Archivierung erfolgt in einem digitalen Langzeitarchiv, aus dem die Bilder bei Bedarf wieder angefordert werden können.

Der Luftbildvertrieb und die Kundenberatung können auf die online verfügbaren Quicklooks der Luftbilder zugreifen. Im Falle einer Bestellung müssen die archivierten digitalen Luftbilder aus der Langzeitarchivierung angefordert werden und können dann dem Kunden wie bisher als direkter digitaler Datensatz oder als analoge Ausgabe auf Photopapier zur Verfügung gestellt werden.

Ausblick und künftige Arbeiten

Die Entwicklung der digitalen Luftbildkamerasysteme geht weiter. Es gilt die Neuerungen für die Gewinnung von Luftbildern und zur Orthophotoherstellung zu beobachten, zu testen und bei Bedarf bzw. Wirtschaftlichkeit einzuführen. So wurde in August 2008 eine Testbefliegung in Bayern mit der Zeilenkamera ADS40 durchgeführt, um gegebenenfalls auch dieses Kamerasystem einzusetzen.

Ein besonderes Augenmerk wird auf dem großen Potenzial der Infrarot-Information liegen, das beispielsweise für die Detektierung neuer Gebäude oder für Klassifizierung von Vegetationsflächen, besonders für Wald verwendet werden kann.

Anhang (Digitale Großformatkameras)



Leica ADS40
1st and 2nd Generation
Airborne Digital Sensor



Z/I Imaging DMC
Digital Mapping Camera



Vexcel / Microsoft
UltraCam D, X und XP

Kamera		ADS 40 + ADS 80 Airborne Digital Sensor	DMC	UltraCam		
				D	X	XP
Hersteller		Leica	Z/I Imaging	Microsoft		
Image Type		Continous pixel carpet	Digital patchwork frames	Digital patchwork frames		
Image size	in flight [mm]	-	92.2	67,5	68,4	
	across [mm]	78	165.9	103,5	104	
	in flight [pix]	12000	7680	7500	9420	11310
	across [pix]		13824	11500	14430	17310
Pxelgröße		6,5 µm	12 µm	9,5 µm	7,2 µm	6 µm
spektralen Kanäle [nm]		Blue [430-490] Green [535-585] Red [610-660] NIR [835-885]	Blue Green Red NIR [675-850]	Blue Green Red NIR [670-940]		
Pan Sharpening		Not required	22 pan pixels from one color pixel	9 pan pixels from one color pixel (UC-D) 3 pan pxiel from one color pixel (UC-X and XP)		
Preise in €		1,2 Mio	0,8 Mio	0,8 Mio		