

# GET THE TOP VIEW

Wie ein Luftbild entsteht



**Sonderausgabe zur CeBit 2008**  
GeoContent GmbH, Halle 15, Stand E55



Vorwort	3
In eigener Sache	4
Geschichte der Luftbildfotografie	5
Flugzeug oder Satellit: Woher kommen die Bilder?	6
Technik des Luftbildfluges	7
Vom Luftbild zum Orthophoto zur Luftbildkarte	9
Von der Planung zum fertigen Luftbild	11
Von Pixeln und dpi	14
Pictometry®-Schrägbilder und 3D-Modelle: Die ideale Ergänzung für Orthophotos	16
Luftbilder sind heute nicht mehr wegzudenken	18
Abbildungsverzeichnis	28

Diese Broschüre ist eine Veröffentlichung der GeoContent GmbH. Sie verwendet für die klassischen Termini *Photogrammetrie* und *Orthophoto* die traditionelle, ansonsten jedoch die neue Schreibweise für *Fotografie*.



## Vorwort

Es wirkt so leicht und mühelos, wenn wir mit einem Finger im Luftbildatlas oder mit der Computermaus in *Google Earth*, *Microsoft Virtual Earth*, dem *Stadtplandienst.de* und anderen digitalen Globen mal eben einen Rundflug von Berlin über Hamburg und Köln nach München unternehmen. Wer ahnt schon, dass er auf dieser gut 1.000 km langen virtuellen Reise mehr als 1.500 von circa 380.000 Teilen eines riesigen digitalen Luftbildmosaiks überflogen hat, das in einem der größten Projekte zur Gewinnung von Geoinformationen in Deutschland erstellt wurde?

Was heute selbstverständlich ist, war 2001 bei der Gründung der GeoContent GmbH noch kühne Vision: Deutschland flächendeckend und in hoher Auflösung als homogene Luftbildkarte zu erfassen. Möglich wurde dies erst durch privatwirtschaftliche Initiative, denn Luftbildkarten werden durch die Landesvermessungsämter bis heute auf Landesebene nach nicht einheitlichen Kriterien erstellt.

Diese Broschüre möchte Ihnen einen ersten Einblick in die Welt der Luftbildfotografie und die Entstehung des ersten und bislang einzigen Luftbildmosaiks von Deutschland geben. Sie erzählt von den Besonderheiten des Luftbildfluges von den Vorbereitungen über die Befliegung, von der Aufbereitung der im Flugzeug gewonnenen Rohdaten bis zum Entstehen einer flächendeckenden Luftbildkarte. Dabei wendet sie sich nicht an den Experten, sondern an den interessierten Anwender.

## In eigener Sache

Die *GeoContent GmbH* ist eines der führenden Unternehmen für Luftbilder von Deutschland. Gegründet 2001, arbeiten heute 35 hoch spezialisierte Experten verschiedenster Fachrichtungen an der fortlaufenden Aktualisierung der Daten und der Entwicklung neuer Anwendungen.

Unter der Dachmarke *TOPView* bietet *GeoContent* zahlreiche innovative Produkte und Dienstleistungen:

- » *TOPView.photo* bedient Werbeagenturen und Medienunternehmen mit Luft-, Schräg- und Satellitenbildern von Deutschland, Europa und der Welt.
- » *TOPView.map* stellt Geoinformationen für Internet- und Mappinganwendungen bereit.
- » *TOPView.data* umfasst alle Daten und Leistungen zum Aufbau komplexer Applikationen für Geoinformationssysteme (GIS).

Kernprodukt ist das aus eigener Befliegung stammende, bislang einzige flächen-deckende und fortlaufend aktualisierte Luftbildmosaik von Deutschland, welches die Bundesrepublik in Form von homogenen farbigen Orthophotos<sup>©</sup> mit einer Auflösung von 10 bis 50 Zentimetern<sup>©</sup> abbildet. Allein von 2005 bis 2007 wurden über 180 deut-

<sup>©</sup> Vgl. S. 9ff. zur Erläuterung der Entstehung von Orthophotos.

<sup>©</sup> Die Auflösung in Zentimetern gibt an, welche Strecke auf der Erdoberfläche in einem Bildpixel abgebildet wird.

sche Städte in hoher Auflösung neu befliegen. Ergänzend werden Höhenmodelle, hausgenau geocodierte Gebäudeadressen<sup>©</sup>, 3D-Gebäudemodelle sowie webbasierende Geoinformationssysteme angeboten. Neu im Programm sind Schrägluftbilder für ganz Europa nach dem Pictometry<sup>®</sup>-Verfahren. Damit kann jedes Objekt im erfassten Bereich von Städten mit mehr als 50.000 Einwohnern aus allen vier Himmelsrichtungen abgebildet werden.

Zu den Referenzen der *GeoContent* zählen Portale und Anwendungen wie Google Earth/Google Maps, Microsoft Virtual Earth, GelbeSeiten, GoYellow, ImmobilienScout, Immowelt, klickTel, Euro-Cities AG/Stadtplandienst.de, D-SAT, das Filmprojekt GG19, Sony Pictures, Tageszeitungen und Zeitschriften sowie viele weitere Anwender.

## Geschichte der Luftbildfotografie

Die Luftbildfotografie ist fast so alt wie die Luftfahrt selbst. Geht es heute um die Abbildung der Erdoberfläche im Genauigkeitsbereich von Zentimetern, so war es seinerzeit schon revolutionär, den Menschen überhaupt einen Blick von oben zu ermöglichen.

Die ersten Fotos aus einem Ballon gelangen *Tournachon* 1858 über Paris, andere Fotografen setzten auf Brieftauben und Lenkdrachen als frühe Kameraträger. 1915 wurde die erste Reihemesskammer<sup>©</sup> für die systematische Aufnahme von Bildreihen

<sup>©</sup> Bei der Geocodierung werden postalische Adressen in geografische Koordinaten übertragen, mit denen sie in Luftbildern und Karten exakt verortet werden können.

<sup>©</sup> Die klassische Bezeichnung für Kamera ist „Kammer“.

gebaut, die Grundlagen der Photogrammetrie<sup>©</sup> waren gelegt. Es war dies auch die Zeit der ersten großen Entdeckungen der Luftbildarchäologie: der britische Leutnant *Sharpe* erstellte 1906 die ersten archäologischen Luftbilder von Stonehenge und *Crawford* formulierte die Erkenntnis, dass archäologische Bestände auf Luftbildern an Oberflächenmerkmalen des Geländes erkannt werden können. Dazu gehören zum Beispiel Feuchtemerkmale, denn über Mauerresten trocknet der Boden schneller, über verfüllten Gräben langsamer ab. Seitdem wurden unzählige archäologische Schätze mit Hilfe von Luftbildern lokalisiert.

Fliegen ist heute so selbstverständlich wie Autofahren und der Umgang mit Computern. Die moderne Fernerkundung hat dafür andere Probleme, wie dichten Flugverkehr oder Smog über Großstädten, der klare Aufnahmen erschwert.

## Flugzeug oder Satellit: Woher kommen die Bilder?

Einer der Gründe für die große Beliebtheit von Luftbildern ist sicherlich, dass sie im Gegensatz zu den stark generalisierten topografischen Karten sehr viel reicher an Details sind und die Orientierung anhand leicht wieder erkennbarer Geländemerkmale und Objekte erleichtern. Doch woher kommen die Bilder?

Oft hört man, die in *Google Earth* und anderen Anwendungen gezeigten Luftbilder wären Satellitenaufnahmen. Tatsächlich jedoch werden die detailreichen bodennahen

<sup>©</sup> Die Photogrammetrie ist eine Gruppe von Messmethoden und Auswerteverfahren der Fernerkundung, um aus Fotografien (Messbildern) eines Objektes seine räumliche Lage bzw. dreidimensionale Form zu bestimmen. Der Name soll als Abkürzung von Photographometrie entstanden sein, weshalb er auch in der neuen deutschen Rechtschreibung mit nur zwei „m“ geschrieben wird.



Bilder mit großem Bildmaßstab von Flugzeugen erstellt, die in Höhen zwischen 500 und 3.500 Metern operieren. Erst bei sehr großen Sichthöhen wird auf Satellitenbilder umgeschaltet.

Zivile optische Satelliten liefern heute Bildauflösungen ab 2,5 Metern pro Bildpixel. Für Flugzeugbefliegungen liegt der Flächenstandard bei etwa 25 Zentimetern, es werden aber auch Auflösungen von 5 Zentimetern realisiert. Das maximal Mögliche sind derzeit ca. 2 Zentimeter pro Bildpixel. In dieser Qualität sind schon sehr viele Details sichtbar, menschliche Gesichter zum Beispiel können aber auch hier noch nicht identifiziert werden.

Allerdings steigt die zu verarbeitende Datenmenge bei so hohen Auflösungen enorm an, denn jede Verdopplung der Auflösung verursacht eine Vervierfachung des Datenvolumens pro Bild. Solche Bildqualitäten bleiben daher kleinflächigen Projekten vorbehalten, beispielsweise der Dokumentation von Hochspannungsleitungen, Dämmen oder Sturmschäden.

## Technik des Luftbildfluges

In der flugzeuggestützten Photogrammetrie kommen digitale und analoge Kamerasysteme zum Einsatz. Ihnen gemein ist, dass grundsätzlich mit einer festen Brennweite fotografiert wird. Eine Veränderung der Bildauflösung ist im Einsatz somit nur über die

Flughöhe steuerbar. Weiterhin bieten diese Systeme kalibrierte Werte für Brennweite, Verzeichnis, Bildformat und Pixelzahl. Zusätzliche Geräte zeichnen Details wie Flugposition und Flugzeugbewegungen auf, die als Störung der Orthogonalität<sup>©</sup> der Kameraachse bei der Erstellung der Orthophotos berücksichtigt werden müssen.

Die Vorteile digitaler Systeme liegen in ihrer hohen radiometrischen Auflösung und Genauigkeit, der Datenerfassung in separaten Farbkanälen, der gleichzeitigen Erfassung von RGB<sup>©</sup>- und NIR<sup>©</sup> sowie der schnellen Verfügbarkeit der Daten in einer digitalen Prozesskette. Soviel Komfort hat seinen Preis. Digitale Luftbildkameras kosten derzeit zwischen 0,6 und 1 Mio. Euro, zuzüglich der Kosten für Flugzeug und Auswertungssysteme.

Analoge Systeme sind filmbasierte Kameras. Üblich sind Bildformate von 23 x 23 cm, die mit einem Pixelabstand von bis zu 5 Mikrometern gescannt werden. Gebräuchlich sind jedoch nur 10 bis 20 Mikrometer, da bei geringerem Pixelabstand störendes Bildrauschen auftreten kann. Im Flugeinsatz können analoge Kameras wahlweise RGB-Farben oder NIR erzeugen. Sollten also beide Bildinformationen erforderlich sein, sind zwei separate Flüge durchzuführen oder zwei Kamerasysteme an Bord zu nehmen. Ihr größter Nachteil besteht jedoch darin, dass die Filme mit hohem Aufwand entwickelt und gescannt werden müssen. Vor diesem Hintergrund geht die Entwicklung heute vollständig zur digitalen Luftbildkamera.

<sup>©</sup> Zur Erklärung von Orthogonalität und Orthophoto siehe S. 9ff.

<sup>©</sup> RGB-Farbraum mit den Grundfarben Rot, Grün, Blau.

<sup>©</sup> NIR steht für infrarotnahe Bilder, sie werden hauptsächlich für Umweltdokumentationen benötigt.

## Vom Luftbild zum Orthophoto zur Luftbildkarte

Was genau ist eigentlich ein Luftbild? Die Frage scheint schnell beantwortet: Ein Luftbild ist im Prinzip jedes aus der Luft aufgenommene Foto. Dabei geht es in der Regel um die zentralperspektivische Ansicht von Objekten und Arealen. Als Folge der unterschiedlichen Entfernungen der abgebildeten Objekte zum Kameraobjektiv hat jeder Bildausschnitt einen anderen Bildmaßstab.

Maßstabsgetreue Luftbildkarten lassen sich mit solchen Bildern nicht herstellen. Diese Aufgabe übernimmt die Photogrammetrie als Teildisziplin abbildender Fernerkundungssysteme, die einer bildhaften Wiedergabe der Erdoberfläche dienen.

Für den Experten (Photogrammeter) ist das Foto nur an einer einzigen Stelle der komplexen Prozesskette ein *Luftbild*, nämlich exakt dann, wenn die aus mehreren Objektiven gewonnenen Datenströme der (digitalen) Luftbildkamera zu einer vollständigen Bilddatei zusammengeführt wurden. Bei analogen Kameras gilt das entwickelte Negativ bzw. Positiv als Luftbild.

Dieses Luftbild wird in mehreren Schritten zum Orthophoto weiterverarbeitet. *Orthogonal* steht im Griechischen für rechtwinklig, in der Mathematik ist Orthogonalität das Konzept des Senkrechtstehens und des rechten Winkels. Im Wesentlichen beschreibt der Begriff also die Tatsache, dass wir an jedem Bildpunkt senkrecht auf die abgebildete Fläche schauen.

Dies wird erreicht, indem alle perspektivischen Verzerrungen (auch Versatz genannt), mit Hilfe eines Höhenmodells beseitigt werden. Diesen Vorgang nennt man „Entzerren“. Verzerrungen im Luftbild entstehen unter Anderem durch die Krümmung der Erdoberfläche, Unebenheiten des Geländes, die Höhe von Bewuchs und Bebauung sowie aus den Bewegungen der Kamera während des Fluges um die drei Flugachsen (Nicken, Gieren, Rollen). Zugleich werden die Bilder durch das Zuweisen von Realweltkoordinaten in ein Geokoordinatensystem eingeordnet, das Ergebnis ist ein digitales Orthophoto (DOP). Im Gegensatz zum Luftbild besitzt das Orthophoto einen einheitlichen Maßstab wie eine Karte und es kann lagerichtig in verschiedenen Koordinatensystemen eingefügt sowie passgenau mit anderen Karten überlagert werden.

Im Idealfall zeigt ein Orthophoto die Erdoberfläche in allen Bereichen exakt aus der Orthogonalansicht, von Häusern wären dann ausschließlich die Dachflächen zu sehen. Tatsächlich aber sind in fast allen Bildern auch Objekte in einer stumpfwinkligen Schrägansicht erkennbar. Dieses Phänomen resultiert aus der Eigenschaft aller Kamerasysteme, am Bildrand Verkippungen zu erzeugen sowie aus der Genauigkeit der verfügbaren Höhenmodelle. Diese geben Auskunft über die Höhe des Geländes am Boden (Geländemodell) sowie über die Höhe von Bewuchs und Bebauung (Oberflächenmodell). Solche Modelle werden mit Hilfe der Stereobildauswertung<sup>©</sup>, zunehmend auch durch Befliegungen mit Laserscannern und Radar gewonnen.

Ein Orthophoto ohne Schrägansichten wird auch True-Orthophoto genannt. Für seine Herstellung ist ein flächendeckend kantenscharfes Oberflächenmodell mit hoher Punkt-

<sup>©</sup> Vgl. S. 12ff. zur Erläuterung der Stereobildauswertung.

dichte erforderlich, um das Entzerren der Luftbilder nicht nur am Boden, sondern auch an den Oberkanten der Objekte präzise vornehmen zu können. Dieser enorme Aufwand wird jedoch nur realisiert, wenn der Kippschatten<sup>®</sup> hoher Objekte wichtige Flächen am Boden verdecken würde.

Im letzten Arbeitsschritt ist das Orthophoto Grundlage der Herstellung großflächiger Orthophotomosaike. Dabei werden die einzelnen Orthophotos so zusammengefügt, dass sie ohne sichtbare Übergänge zu einem beliebig großen Gesamtbild, einer Luftbildkarte, verschmelzen. Eine besondere Herausforderung ist dabei die Aufbereitung und permanente Verfügbarkeit der Daten. So umfasst die Deutschlandkarte der GeoContent derzeit über sechs Terabyte Daten, aufgeteilt in circa 380.000 Teile zu je einem Quadratkilometer.

## Von der Planung zum fertigen Luftbild

Eine der ersten Fragen, die sich vor jeder Befliegung stellt, ist die nach den gewünschten Bildinformationen (Auflösung, Infrarot, ... ?) sowie dem Vegetationszustand, der in „belaubt“ und „unbelaubt“ unterschieden wird. Dies richtet sich in erster Linie nach dem späteren Verwendungszweck der Luftbilder.

„Unbelaubte“ Befliegungen sind in Deutschland aufgrund der geografischen Verhältnisse nur an wenigen Tagen im Jahr möglich. Sie werden hauptsächlich im Frühjahr

© „Schatten“ steht hier für die Nichteinsehbarkeit eines Geländeabschnittes als Folge der Schrägdarstellung von Objekten und Geländeerhöhungen, nicht zu verwechseln mit dem von der Sonne verursachten Schatten.

realisiert, wenn die Bäume noch nicht belaubt sind, das Licht aber schon für mehrere Stunden ausreichend hell ist. Problematisch ist die durch den tiefen Sonnenstand unvermeidliche Schattenbildung über weite Teile des Tages. Diese Daten werden vorwiegend in technikorientierten Anwendungen eingesetzt, bei denen es darauf ankommt, möglichst viele Bodendetails ohne verdeckende Belaubung einsehen zu können. Beispiele hierfür sind die Abwasserplanung oder die Erstellung von Katasterkarten.

„Belaubt“ wird in Deutschland hauptsächlich von April bis Oktober geflogen. Unter den Bäumen können zwar teilweise Geländedetails nicht eingesehen werden, die Bilder wirken jedoch wegen der Begrünung und wegen des wärmeren Lichts insgesamt freundlicher. Sie eignen sich daher neben technischen Anwendungen auch sehr gut für Aufgaben im Marketing und Tourismus.

Sobald feststeht, welche Aufgaben die Luftbilder erfüllen sollen, wird die Befliegungsplanung erstellt. Dazu gehören die Festlegung der zu erhebenden Bilddaten, die Auswahl des Befliegungszeitraums, des Areals, der geeigneten Kamera sowie der Bildmitten, die durch die Auslösepunkte der Kamera definiert sind.

Nach dem Flug werden die Bilddaten mit den zugehörigen Informationen angereichert und an die Daten-Auswertung übergeben. Hier werden die Bilder zu einem ersten groben Bildmosaik zusammengeführt. Sofern noch kein Gelände- und Oberflächenmodell für die jeweilige Region vorhanden sind, werden diese als Grundlage des Entzerrens aus jeweils zwei zusammengehörigen Luftbildern (Stereo paar) erstellt. Um solche Stereo-

paare zu erzeugen, wird jeder Geländeausschnitt mit einer Überlappung von gewöhnlich 60 Prozent in Flugrichtung fotografiert, um für die nachfolgende manuelle Stereobildauswertung das menschliche stereoskopische Sehen nachzuempfinden.

Durch das Überlagern dieser Bildpaare kann der Photogrammeter für jeden Punkt im Gelände die Höhe messen und daraus Höhenmodelle ableiten. Zusätzlich entsteht durch eine seitliche Überlappung von 30 Prozent an den Bildrändern ausreichend Raum für das Ineinanderrücken der Orthophotos zur Luftbildkarte. Die Abbildung auf Seite 17 zeigt diese Überlappungen am Beispiel eines Befliegungsplans. Die Punkte stellen die GPS-Position<sup>©</sup> der Kameraauslösepunkte sowie die Bildmitten des jeweils erfassten Geländeausschnittes dar.

Neben den Bilddaten sind Referenzpunkte (Passpunkte) am Boden erforderlich, deren exakte Koordinaten für die Georeferenzierung des Luftbildes genutzt werden. In der Regel erfolgen also für jedes Areal neben der Befliegung auch Messungen durch einen Vermessungstrupp am Boden. Als Passpunkte eignen sich markante Geländepunkte wie Wegkreuzungen, Kanaldeckel oder Fahrbahnmarkierungen. Sobald alle Informationen (Passpunkte und Höhenmodelle) vorliegen, werden die Luftbilder zu Orthophotos und diese zu einem Orthophotomosaik verarbeitet, welches das beflogene Areal maßstabsgerecht abbildet.

Diese Bilddaten können bei Bedarf mit weiteren Informationen wie Straßen, Verwaltungsgrenzen, Katasterdaten, Höheninformationen und Points of Interest angereichert werden.

<sup>©</sup> GPS: Global Positioning System des amerikanischen Militärs. Zivile Alternativen sind das russische GLONASS sowie zukünftig das europäische GALILEO- und das chinesische COMPASS-System.

## Von Pixeln und dpi

Im Abschnitt „Flugzeug oder Satellit ...?“ hatten wir schon kurz die Auflösung von Luftbildern besprochen. Doch was sind „20 Zentimeter pro Pixel“? Diese Frage wird insbesondere dann gestellt, wenn Luftbilder in Druckerzeugnissen verwendet werden sollen. Dort geht es in erster Linie um die Druckauflösung, die in dpi angegeben wird. Dabei wird eine hohe dpi-Zahl oft mit einer hohen Detailreife der Bilder gleichgesetzt. Ist das korrekt? Und wie viel Luftbild brauche ich, um bspw. ein Plakat herzustellen?

Für die Beantwortung dieser Fragen ist ein kleiner Ausflug in die Welt der Pixel und dpi („dots per inch“ bzw. „Punkte pro Zoll“, wobei 1 inch = 1 Zoll = 2,54 Zentimeter Länge) erforderlich.

Eine digitale Luftbildkamera wie die DMC von INTERGRAPH liefert Bilder mit einer „Auflösung“ bzw. Bildgröße von 7.600 x 13.824 Pixel, also etwas mehr als 106 Megapixel. Wie viele Details auf dem Bild zu erkennen sind, hängt hauptsächlich von der Entfernung der Kamera zur Erdoberfläche ab. Bei einer Flughöhe von 500 Metern erreicht man eine Bodenauflösung des Luftbildes von 5 Zentimeter/Pixel (Maßstab ca. 1:4.000), bei 2.000 Metern sind dies 20 Zentimeter/Pixel (Maßstab ca. 1:16.000).

Je besser also die Bodenauflösung (in cm/Pixel), umso mehr Details sind im Luftbild zu erkennen, wobei das beste Bild bei einer möglichst geringen Zentimeterzahl pro Pixel vorliegt.



Doch was ist nun mit den dpi? Hat ein Luftbild 600 oder 72 dpi? Beides, denn der dpi-Wert gibt lediglich dem gewählten Ausgabegerät vor, in welcher Größe die einzelnen Bildpunkte dargestellt werden sollen. Für den Druck werden zwischen 300 und 1200 dpi verwendet, eine höhere Punktdichte kann das menschliche Auge auch gar nicht mehr erkennen. Für PC-Bildschirme werden in aller Regel 72 dpi angegeben.

Die Zahl der im Bild enthaltenen Pixel und die Fülle der erkennbaren Details bleiben dabei immer gleich. Das Luftbild selbst wird „ab Fabrik“ ohne dpi-Wert angelegt. Dieser kann später in allen Fotoprogrammen frei eingestellt werden, je nachdem, welche Eigenschaften das gedruckte Bild haben soll. Eine dpi-Angabe ist also erst sinnvoll, wenn sie zusammen mit einer Bildgröße erfolgt.

Die Auswahl des geeigneten Luftbildes hängt von drei Faktoren ab:

- » der Bodenauflösung des Luftbilds
- » der Größe des abzubildenden Gebiets
- » der Druckauflösung in dpi.

Ein Beispiel: Für ein Plakat soll ein Luftbild im Format 100 x 100 Zentimeter verwendet werden. Wenn mit 300 dpi eine relativ große Ausdehnung der einzelnen Druckpunkte vorgegeben ist, so kann bei einer gewünschten Bildkantenlänge von 100 cm und einer Bodenauflösung von bspw. 20 cm/Pixel eine Geländefläche von lediglich  $2,36 \times 2,36 \text{ km} = 5,6 \text{ km}^2$  abgebildet werden. Erhöht man den dpi-Wert auf 600 (die einzelnen Druckpunkte werden also deutlich kleiner) so beträgt die abgebildete Fläche  $22 \text{ km}^2$ .

Wegen der Grenzen der Technik kann die Druckauflösung nicht beliebig erhöht werden. Zur Abbildung großer Areale wird daher die Auflösung des Luftbildes reduziert. Bei einer Bodenauflösung von 200 cm/Pixel und einer Druckauflösung von 300 dpi können dann schon 23 x 23 km abgebildet werden. Da das Bild immer noch lediglich 100 x 100 cm groß ist, sind nun natürlich deutlich weniger Details zu erkennen.

Auf unserer Webseite [www.geocontent.de](http://www.geocontent.de) finden Sie im Menüpunkt „Testdaten/Downloads“ eine kommentierte Rechentabelle, in der Sie die Auswirkungen der einzelnen Parameter selbst ausprobieren können.

## **Pictometry®-Schrägbilder und 3D-Modelle: Die ideale Ergänzung für Orthophotos**

Orthophotos geben dem Betrachter einen idealen Überblick über das Umfeld eines Objektes. Oft besteht darüber hinaus der Wunsch, die abgebildeten Objekte auch als spitzwinklige Schrägansichten darstellen zu können. Bislang war dies nur über Einzelbilder möglich. Ihre Nachteile: oft stellt sich erst im Laufe der Arbeit heraus, dass man vielleicht gerade genau den Blickwinkel auf das Objekt benötigt, der bei der Befliegung nicht erfasst wurde. Zudem sind Einzelbilder nicht georeferenziert, die abgebildeten Objekte können also in Karten und Luftbildern räumlich nicht exakt eingeordnet werden.

Pictometry®-Schrägbilder stellen eine neue Technologie dar, welche erstmals georeferenzierte Ansichten von Objekten von verschiedenen Blickrichtungen ermöglicht. Sie erlauben mit einfachen Mitteln die Bildperspektive zu wechseln, sich zu orientieren sowie Objekte und Flächen zu lokalisieren und zu vermessen – mit einer Auflösung und Schärfe, die es flächendeckend bisher nicht gab. Pictometry®-Schrägbilder werden von fünf hochauflösenden Kameras an Bord eines Flugzeuges aus ca. 1.000 Metern Flughöhe erzeugt. Dabei werden zeitgleich je ein Bild nach Norden, Osten, Süden und Westen sowie ein vertikales Bild aufgenommen, woraus sich für jeden Bildauslösepunkt fünf Ansichten für alle Punkte des Geländes ergeben.

Eine weitere interessante Möglichkeit zur Darstellung von Objekten sind digitale 3D-Modelle in verschiedenen Detailstufen („LOD“, Level of Detail). Dabei reicht die Detailgenauigkeit vom einfachen Blockmodell, einem Gebäudeblock mit hochgezogenen Grundflächen (LOD 0) bis zum LOD 4, einem virtuell begehbaren digitalen Modell des Gebäudes mit Etagen, Innenräumen und Texturen®. 3D-Modelle werden zur Darstellung der Höhenverhältnisse auch von Geländeabschnitten erstellt.

Einsatzgebiete sind beispielsweise Architektur-, Verkehrs- und Lärmschutzsimulationen sowie das Tourismusmarketing. Neue mobile Navigationsgeräte enthalten bereits einfache 3D-Modelle markanter Gebäude als Orientierungspunkte (englisch: Landmarks) zusätzlich zur 2D-Darstellung des Kartenmaterials.

© Diese Systematik ist noch nicht einheitlich definiert. Andere Quellen verwenden eine Klassifizierung von LOD 1 bis LOD 5.

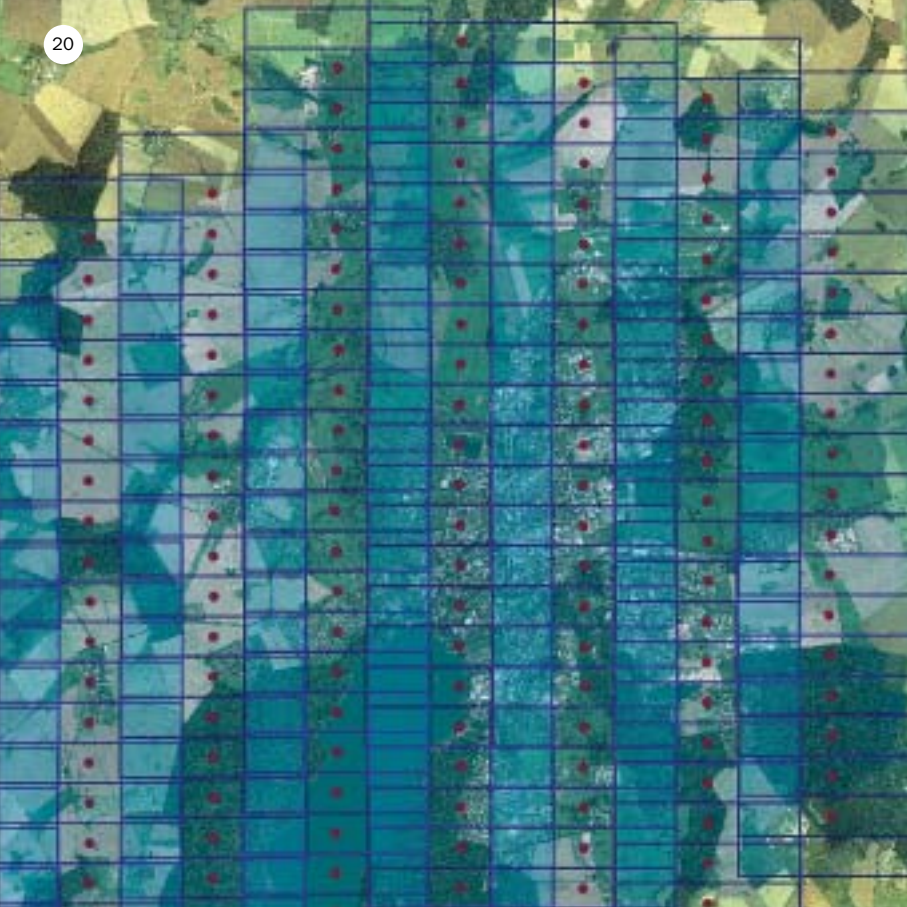
## Luftbilder sind heute nicht mehr wegzudenken

Luftbilder sind heute überall dort im Einsatz, wo es um die Darstellung von Rauminformationen geht. Ihre Einsatzgebiete liegen in der Vermessung, Kartierung, Raumordnung, Vegetationskunde, Ökologie, Umweltüberwachung, der Erschließung von Unternehmensstandorten (sind Gewerbeflächen, Autobahnzufahrten und Bahnanbindung vorhanden?), der Funknetzplanung, dem Hochwasser- und Katastrophenschutz, der Verteidigung sowie vielfältigen Visualisierungen, beispielsweise für Flugsimulationen in Computerspielen.

Aber auch im privaten Bereich sind Luftbilder heute nicht mehr wegzudenken. Vor dem Umzug in eine neue Stadt schauen wir uns das zukünftige Umfeld auf Luftbildern an, erkunden Urlaubsziele, unternehmen virtuelle Weltreisen oder wandern mit Luftbildkarten.

In absehbarer Zeit werden uns Luftbilder auch in mobilen Navigationsgeräten oder Anwendungen begleiten, an die wir heute noch gar nicht denken können.







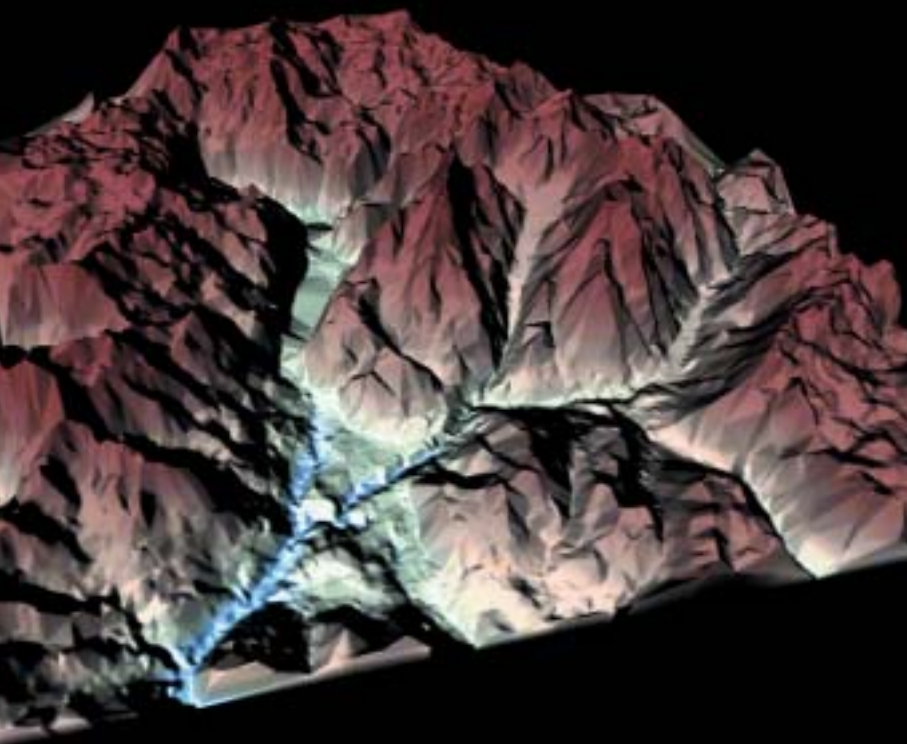














## Abbildungsverzeichnis

- Titelseite: Der Luftbildfotograf *Max Bundermann* während einer Expeditionsreise in der Antarktis 1938/39. Quelle: Hansa Luftbild.
- Seite 2: Flugzeug mit digitaler Luftbildkamera UltraCamX der Firma VEXCEL. Quelle: Diamond Aircraft Industries.
- Seite 19: Belaubte und unbelaubte Befliegung im Vergleich: links unbelaubt, rechts belaubt (Fotomontage).
- Seite 20: Details eines Befliegungsplans. Die roten Punkte markieren die einzelnen Kameraauslösepunkte.
- Seite 21: Auszug eines 3D-Stadtmodells (Magdeburg).
- Seite 22: Zoomdetail eines Orthophotos (Bildmitte: Die grüne Zitadelle in Magdeburg/Hundertwasserhaus).
- Seite 23: Pictometry®-Schrägbild. Quelle: BLOM.
- Seite 24: Pictometry®-Schrägbilder mit Ansichten eines Objektes aus den vier Himmelsrichtungen (Neues Rathaus in Leipzig). Quelle: BLOM.
- Seite 25: NIR-Aufnahme. Solche infrarot-nahen Bilder dienen unter Anderem der Vegetationserkundung.
- Seite 26: Digitales 3D-Modell (Watzmann).
- Seite 27: Satellitenbild mit simulierter Erdkrümmung (Quelle: MDA Earthsat/GeoContent)





**GeoContent**<sup>™</sup>  
GET THE TOP VIEW

GeoContent GmbH

Goethestr. 49

39108 Magdeburg

Telefon: +49 391 40002-0

Telefax: +49 391 40002-199

E-Mail: [info@geocontent.de](mailto:info@geocontent.de)

Web: [www.geocontent.de](http://www.geocontent.de)

Redaktion: Dr. Stephan Mallik