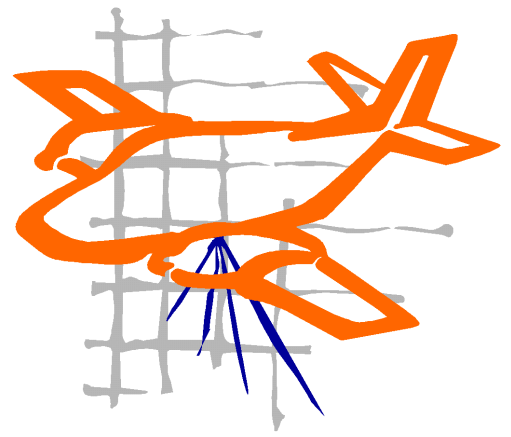


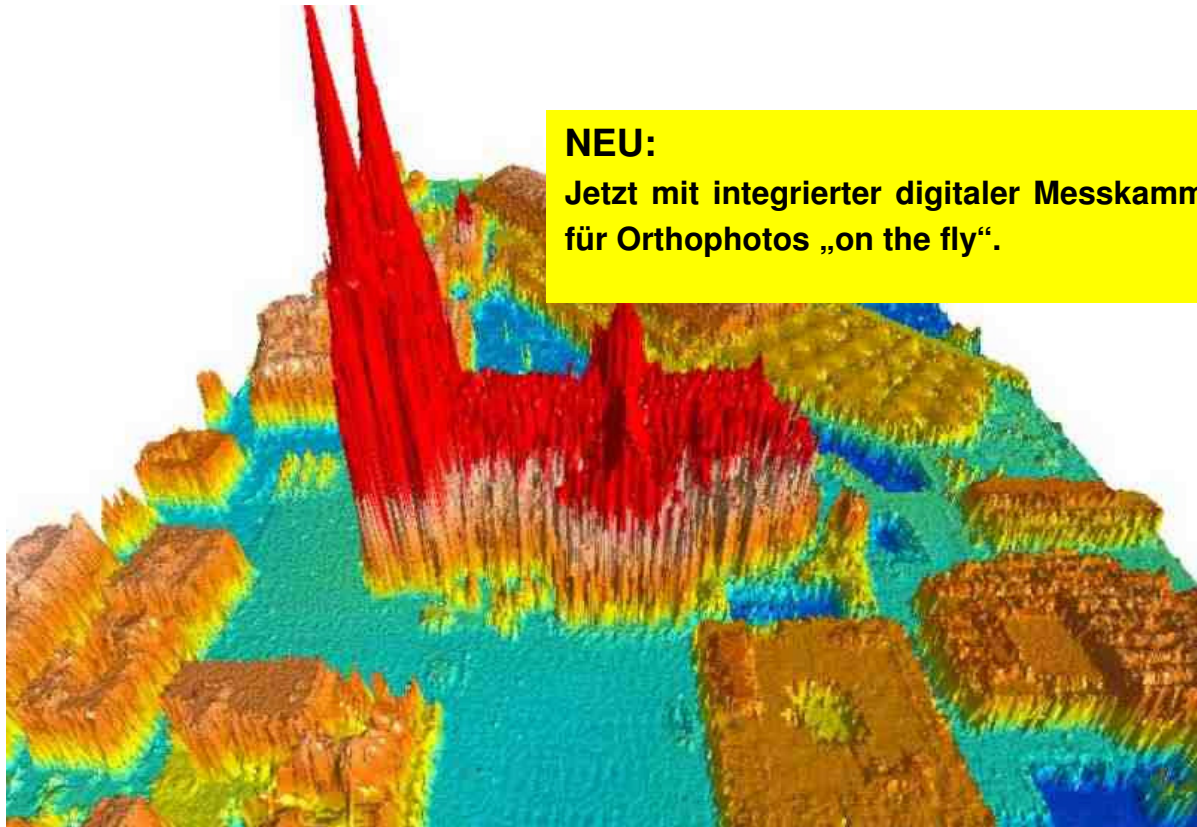
# Hansa Luftbild

## German Air Surveys

### PRODUKTINFORMATION



## AIRBORNE LASER SCANNING



### NEU:

Jetzt mit integrierter digitaler Messkammer für Orthophotos „on the fly“.

Digitale Höhenmodelle

***Aus der Luft gegriffen***

Das Airborne Laser Scanning System (ALSS) erlaubt die berührungslose Erfassung der Geländeoberfläche mit hoher

Präzision. Das für viele Anwendungsgebiete sehr wirtschaftliche System besitzt den Vorteil auch in schwer zugänglichen Be-

reichen, wie z.B. in Waldgebieten, optimale Ergebnisse zu liefern.

## DAS PRINZIP DER FLUGZEUGGESTÜTZTEN LASER SCANNER MESSUNG

Der **Laser Scanner** ist im Flugzeug über einer Bodenöffnung eingebaut. Er sendet in regelmäßigen Abständen einen **Laserstrahl** aus, welcher vom

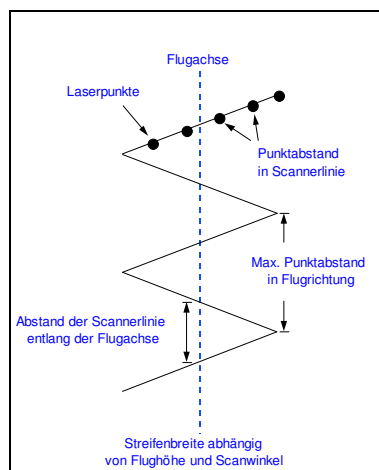
Erdboden und darauf stehenden Objekten **reflektiert** wird. Die **Zeitdifferenz** zwischen Aussendung und Empfang der reflektierten Laserimpulse wird

von der Empfangseinheit im Flugzeug **gemessen**. Dem Laserstrahl vorgeschaltet ist ein mit hoher Geschwindigkeit **rotierender Spiegel** (Scan-

ner). Dieser sorgt für die **Ablenkung** des Laserstrahls quer zur Flugrichtung, so daß eine große **Streifenbreite** mit Meßpunkten abgedeckt werden kann (bis zu 3.000 m).

Aus der **Kombination** von Vorwärtsbewegung des Flugzeuges und dem Hin- und Herschwingen des Ablenkspiegels ergibt sich eine nahezu **zickzackförmige Linie**, auf der sich die Reflexionspunkte befinden.

Die Wahl der **Scanner- und Befliegungsparameter** wie z. B. Streifenbreite, Abstand der Scannerlinien und Punktabstand hängt von der geplanten Nutzung der Höhendaten ab. Durch **Variation der Datenrate** ist die Punktdichte modifizierbar, durch **Veränderung der Parameter** Fluggeschwindigkeit, Scanwinkel und Scannerrate ist die **Geländeabtastung** steuerbar.



Über die **Laufzeitlänge** der Laserimpulse, von der **Ausendung** bis zum **Empfang** der reflektierten Signale, wird die **Entfernung** zwischen Scanner und Geländepunkt berechnet und auf Magnetband o. Festplatte abgespeichert.

Die Bestimmung der **Flugzeugposition** erfolgt über hochgenaues **differentielles GPS**. Bei der **Positionsbestimmung** mit Hilfe des an

Bord installierten GPS-Empfängers zusammen mit einem zweiten, stationären Empfänger am Boden wird eine absolute **Genauigkeit** von etwa 10 cm erreicht.

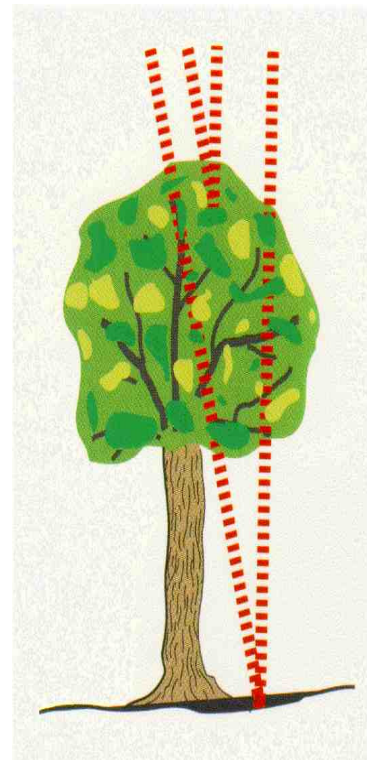
Eine **Trägheitsplattform** (Kreiselsystem) bestimmt und speichert die bei der Befliegung auftretenden Bewegungen um die 3 Raumachsen. Mit anderen Worten: die 3 Winkel, welche die **Abweichung** des Flugzeugs von der Nordrichtung und der Lotrechten beschreiben.

Aus den **synchronisiert** aufgezeichneten Daten Entfernung, Position, Orientierung sowie den Koordinaten der Referenzstation wird nach dem Flug die genaue **Position** und **Höhe** für jeden gemessenen Punkt berechnet.

Die von HANSA LUFTBILD in **Kooperation** mit der Firma TopScan eingesetzten ALTM-Systeme (**Airborne Laser Terrain Mapper**) wurden von der kanadischen Firma Optech entwickelt. Sie sind zur optischen Aufzeichnung des Flugweges bei Tagesbefliegungen mit einer **Videokamera** ausgerüstet.

Das **Konzept**, einen leistungsstarken konventionellen Laser in Kombination mit einem mechanisch bewegten Spiegel einzusetzen, hat sich bestens bewährt. Eine hohe **Impulsrate**, der **variable Scanwinkel**

und eine **relativ große Flughöhe** im Vergleich zu anderen Laser Scanner Systemen bei



**hoher Fluggeschwindigkeit** - entscheidende Faktoren für eine optimale **Anpassung** an individuelle Erfordernisse unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Durch die hohe Impulsrate sind **Datenausfälle** und damit verbundene Genauigkeitsminderungen so gut wie unbekannt.

Ein **Laserstrahl** hat bei 1.000 m Flughöhe am Boden einen Durchmesser von wenigen cm. Er kann auf dem Weg zum Erdboden mehrmals auf andere Objekte, z.B. einzelne Blätter treffen und von dort **reflektiert** werden. Die ALTM-



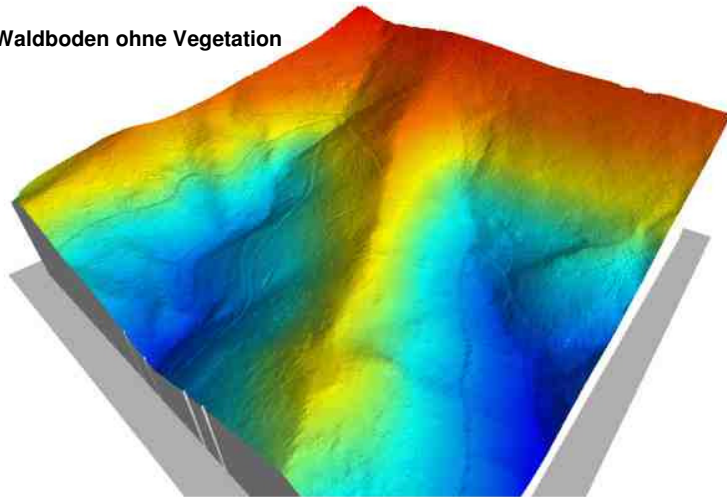
Der ALTM 2050 in einer Cessna 404 Titan

Systeme sind in der Lage, diese **Mehrfachreflexionen** zu unterscheiden und auch deren **Intensität** zu messen. Wird die **erste Reflexion** aufgezeichnet, handelt es sich häufig nicht um einen Bodenkpunkt sondern z.B. um die Vegetation. Für **die letzte aufgezeichnete Reflexion** kann dagegen mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es sich um einen **Bodenpunkt** handelt.

Der **Aufzeichnungsmodus** kann - je nach gewünschter Anwendung - auf die Erfassung der **Bodenoberfläche** (Aufzeichnung der letzten Reflexion) oder der **tatsächlichen Oberfläche** (Aufzeichnung der ersten Reflexion) eingestellt werden. Es ist sogar möglich bis zu 4 Reflexionen inklusive deren Intensität aufzuzeichnen, um auf diese Weise Objekte aufgrund ihrer Reflexionseigenschaften unterscheiden zu können.

Die erreichte **Höhengenaugigkeit** der Punkte liegt im Bereich von 1-2 dm. Diese hohe Genauigkeit beruht auch auf besonderen **Algorithmen** bei der GPS-Berechnung, welche in der von TopScan entwickelten Software enthalten sind. Mit Hilfe spezieller Filteralgorithmen können **mit großer Si-**

Waldboden ohne Vegetation



**cherheit** fehlerhafte Punkte eliminiert werden. Nach dem Bildflug werden aus den Daten Lage und Höhe der gemessenen Geländepunkte berechnet. Übrigens: Der Laser Scanner ist **nicht** auf **optimales Bildflugwetter** angewiesen. Einzige Bedingung: Wolken oder Nebel dürfen nicht im Weg sein. Sonst ist alles erlaubt. Auch **nachts** können Befliegungen durchgeführt werden. Vier verschiedene ALTM-Systeme werden von HANSA LUFTBILD in Kooperation mit der Firma TopScan eingesetzt:

### Der ALTM 1020 LASER SCANNER

Der ALTM 1020 (**Airborne Laser Terrain Mapper**) wurde von der kanadischen Firma Optech

entwickelt. Der ALTM 1020 besitzt folgende **technische Daten:**

Datenrate:	bis 5.000 Hz
Scanrate:	bis 30 Hz
Scanwinkel:	bis +/- 20°
Flughöhe:	1.000 m (max.)

### Der ALTM 1225 LASER SCANNER

Das 2. System ist ein ALTM 1225. Dieses System mit einer Datenrate von 25.000 Hz hat eine Reichweite von max. 2000 m und es erlaubt die gleichzeitige Aufzeichnung beider Reflexionen.

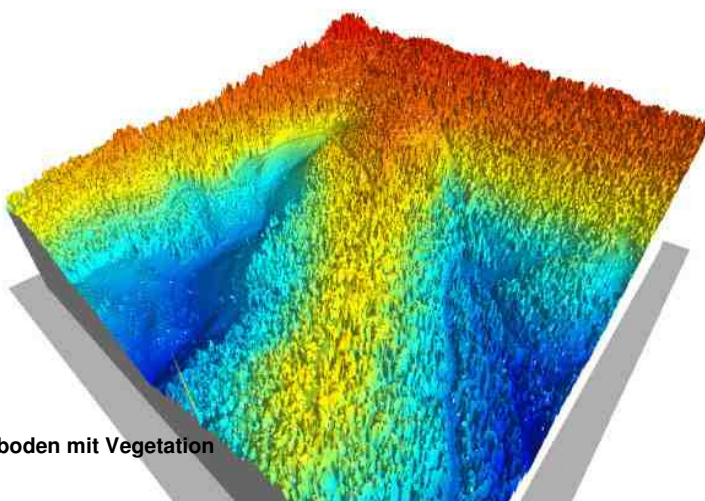
### Der ALTM 2050 LASER SCANNER

Das 3. System ist ein ALTM 2050. Die Datenrate beträgt 50.000 Hz und die Reichweite ca. 2000 m. Beide Reflexionen können registriert werden.

### Der ALTM 3100 LASER SCANNER

**Das neuste System** ist ein **ALTM 3100**. Die Datenrate beträgt 100.000 Hz und die Reichweite ca. 3.500 m. Vier verschiedene Reflexionen können registriert werden.

Waldboden mit Vegetation



Bei allen vier Systemen sind die Parameter Messrate, Scanwinkel und Scanfrequenz variabel einstellbar. Zusammen mit der Flughöhe über Grund, der Fluggeschwindigkeit und dem Abstand der Fluglinien bestimmen sie die Dichte und die Verteilung der Laserpunkte im Aufnahmegebiet. Die System- und Befliegungsparameter werden entsprechend dem Anwendungszweck gewählt, wodurch auf die unterschiedlichsten Anforderungen flexibel reagiert werden kann. Die drei neueren Systeme (ALTM 1225, 2050 u. 3100) können auch die **Intensitäten** aufzeichnen. Das Ergebnis ist ein S/W-Foto ähnliches Bild.



Intensitätsbild aus Laserdaten

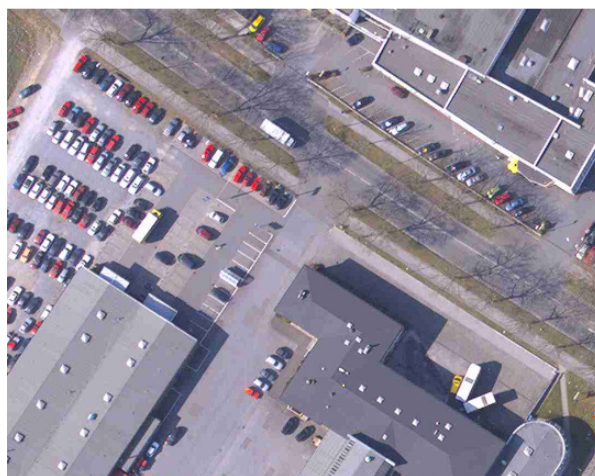
## Die digitalen Messkammern

Alle Laserscanner können parallel mit digitalen Messkammern betrieben werden. Bei den beiden neueren Systemen sind diese Messkammern direkt im Laserscanner integriert. Mit diesen Messkammern lassen sich parallel zur Laserscannerbefliegung (und separat) Luftbilder mit hoher Auflösung aufnehmen. Bei einer typischen Laserscannerbefliegung ergibt sich eine Bodenauflösung von ca. 12 cm. Die Messkammer arbeitet in vier spektralen Bereichen: Rot, Grün, Blau und Nahes Infrarot.

CIR-Aufnahmen lassen sich also ebenfalls durchführen. Durch die gleichzeitige Erfassung des Höhenmodells durch den Laser, können direkt nach dem Flug Orthophotos berechnet werden.

	<b>ALTM 3100</b>	<b>ALTM 2050</b>	<b>ALTM 1225</b>	<b>ALTM 1020</b>
Baujahr	2005	2003	2000	1993 Update 1997
Messrate	100.000 Hz	50.000 Hz	25.000 Hz	5.000 Hz
Messmodi	4 Pulse	first und/oder last	first und/oder last	first oder last
Scanwinkel	0° - ± 25°	0° - ± 20°	0° - ± 20°	0° - ± 20°
Flughöhen	80 – 3.500 m	210 – 2.000 m	300 – 2.000 m	330 – 1.000 m
Scanfrequenz	abhängig vom Scanwinkel	abhängig vom Scanwinkel	abhängig vom Scanwinkel	1 – 35 Hz
Strahldivergenz	0.3 mrad	0.2 mrad	0.2 mrad	0.25 mrad
Streifenbreite	0 – 0.93 x Flughöhe über Grund	0 – 0.72 x Flughöhe über Grund	0 – 0.68 x Flughöhe über Grund	0 – 0.70 x Flughöhe über Grund
Intensität	ja	ja	ja	nein
Video	ja	ja	ja	ja
Digitale Kamera	Rollei db45 metric	Emerge DDS	Rollei db44 metric	nein
GPS	Novatel 2 Hz	Novatel 2 Hz	Novatel 1 Hz	Sercel 1,4 Hz
IMU/INS	POS AV 410	POS AV 410	POS AV 310	LITTON LTN-90

	<b>Emerge DSS</b>	<b>Rollei db44 metric</b>	<b>Rollei db45 metric</b>
Auflösung	4.092 x 4.077 Pixel	4.080 x 4.076 Pixel	5.440 x 4.080 Pixel
Pixelgröße	0,009 mm		
Filter	Color oder Colorinfrarot	Color	Color
Optik	Zeiss Distagon 55 mm, 36° FOV	S-Angulon 50mm metric, 40° FOV Planar 80mm metric, 26° FOV	Planar 80mm metric, 26° FOV
Auslöseintervall	max. 4 Sekunden		
Farbtiefe	8 bit oder 16 bit		



**Oben: Technische Daten Laserscanner, darunter Messkammer**  
**Mitte: Integrierte digitale Messkammer (Emerge)**  
**Unten: Beispielaufnahme (RGB)**

## DAS PRODUKT

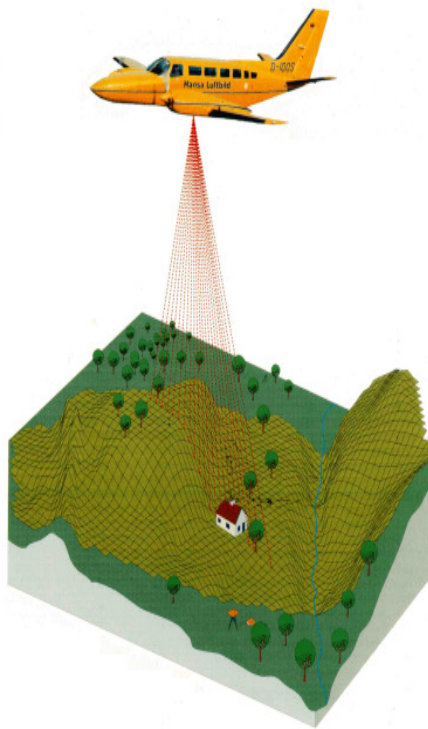
Ein besonderer Vorteil des Laser Scanning Verfahrens ist die Erfassung **präziser Höhenaufnahmen des Waldbodens**. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Blätterdach der meisten Waldformen eine ausreichende Menge kleiner und kleinster Lücken aufweist, die es ermöglichen, daß ein erheblicher **Prozentsatz** der Laserimpulse den Waldboden erreicht. Dank der Tatsache, daß neben dem Waldboden auch die Obergrenze des Blätterdaches erfaßt wird, kann auch direkt das **Vegetationsvolumen** berechnet werden.

Aus dem **unregelmäßigen Raster** von Reflexionspunkten wird die für den Kunden relevante **Höheninformation** herausgearbeitet. Fehler werden mit Hilfe verschiedener Filteralgorithmen eliminiert.

Als Ergebnis kann z.B. ein regelmäßiges Punktraster, ein **Digitales Höhenmodell (DHM)** berechnet werden. Es ist aber auch die Ableitung von **Profilen** möglich.

Ein typisches Laser Scanning-**Produkt** ist ein DHM mit 5 m x 5 m Rasterweite. Engere oder weitere **Rasterweiten** sind jedoch möglich und richten sich nach den jeweiligen **Projektforderungen**. Aus den DHM-Daten werden, je nach Kundenwunsch, verschiedene **Darstellungen** erzeugt: **Höhenprofile, Höhenpunkt-, Höhenlinien- und Höhenschichtenkarten, Perspektivansichten (z.B. als Drahtgitter- oder als Graustufenbild)**.

Weiterhin ist die Ableitung von Sekundärkarten wie z.B. **Hangneigungs- und Expositionskarten** möglich.



## DIE ANWENDUNG

Seit Einführung der Technik haben HANSA LUFTBILD und TopScan bereits eine Fläche von **über 100.000 km<sup>2</sup>** für verschiedene Kunden im In- und Ausland, u.a. aus den **Bereichen Stadt- und Landesvermessung, Wasser- und Schifffahrtsverwaltung** und **Küstenschutz**, erfaßt und in Geoinformationssystemen verarbeitet und analysiert.

**Anwendungsbereiche für Airborne Laser Scanning** sind u.a.:

- Topographische Geländeaufnahme, auch in Waldgebieten
- Vegetationshöhenbestimmung
- Wattenmeervermessung und Küstenschutz
- Vermessung von Überschwemmungsgebieten
- Gletschervermessung
- Erstellung von digitalen Stadtmodellen, z.B. für

Funknetzplanung und Lärmausbreitungsberechnungen

- Trassierung für Straßen- und Gleisbau, Pipeline- und Leitungsbau
- Überwachung von Hochspannungsfreileitungen
- Volumenkontrolle, z.B. im Tagebau und bei Deponien
- Orthophotos „on the fly“

**Airborne Laser Scanning liefert insbesondere für große Flächen kostengünstig Höhen-**

**Dichte, die bisher nur schwer zu erreichen war.**

**Für nicht zu dichte Waldgebiete sind Befliegungen mit dem Airborne Laser Scanner praktisch die einzige Möglichkeit, Höheninformationen zu akzeptablen Kosten zu gewinnen.**

**Hansa Luftbild**  
German Air Surveys

Hansa Luftbild  
S+P GmbH  
Elbestraße 5, 48145 Münster  
Tel.: 0251/2330-0  
Fax: 0251/2330-112  
e-mail: info@hansaluftbild.de  
http://www.hansaluftbild.de

© Hansa Luftbild S+P GmbH 2006

