

Themenblock I: Hochwasserrisikomanagement

Landesweites Laserscanning Hessen

Dipl.-Ing. (FH) CARSTEN DORN

Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Wiesbaden

1. Einführung

Die Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation (HVBG) erhebt in Rahmen ihres gesetzlichen Auftrages Geobasisdaten, die fachneutral die Form und Bedeckung der Erdoberfläche für das gesamte Landesgebiet beschreiben. Die Geobasisdaten der Geotopographie basieren unter anderem auf Fernerkundungsdaten einschließlich daraus abgeleiteter Produkte und beinhalten Informationen über die Geländeform. Das Gelände als Grenzfläche zwischen Erde, Wasser und Luft wird durch dreidimensionale Koordinaten in unterschiedlichen Ausprägungen und Qualitäten als Digitales Geländemodell (DGM) beschrieben. Ein flächendeckendes DGM liegt seit 1996 in einer mittleren Qualität vor.

Oberflächeninformationen, die Vegetation und Gebäude betreffend, werden in gleicher Weise in Form eines Digitalen Oberflächenmodells (DOM) geführt. Technisch war es der HVBG erst mit der Einführung der Airborne Laserscantechnik (Airborne Laserscanning = ALS) möglich, die für ein DOM benötigten Daten wirtschaftlich zu erfassen. Die ALS-Technik kombiniert drei Messmethoden und Messinstrumente. Das sind ein GPS-System, für die Bestimmung der punktuellen Position des Luftfahrzeuges im globalen Koordinatensystem, ein Inertialsystem zur Aufzeichnung der Luftfahrzeugbewegungen um die drei Flugachsen und der Laserscanner, der über 100.000 Messstrahlen pro Sekunde aussenden und als Reflexion empfangen kann. Die Systeme ermöglichen es die Erdoberfläche systematisch so abzutasten, dass mehrere Messungen auf einen m² möglich sind und daraus dreidimensionale Koordinaten mit einer Genauigkeit von wenigen cm berechnet werden können.

Bei Einführung der ALS-Technik im Jahr 2000 wurden allerdings aus Kostengründen nur kleine Flächen erfasst. Ein signifikanter Bedarf an DOM-Daten - im Gegensatz zu DGM-Daten - bestand damals noch nicht.

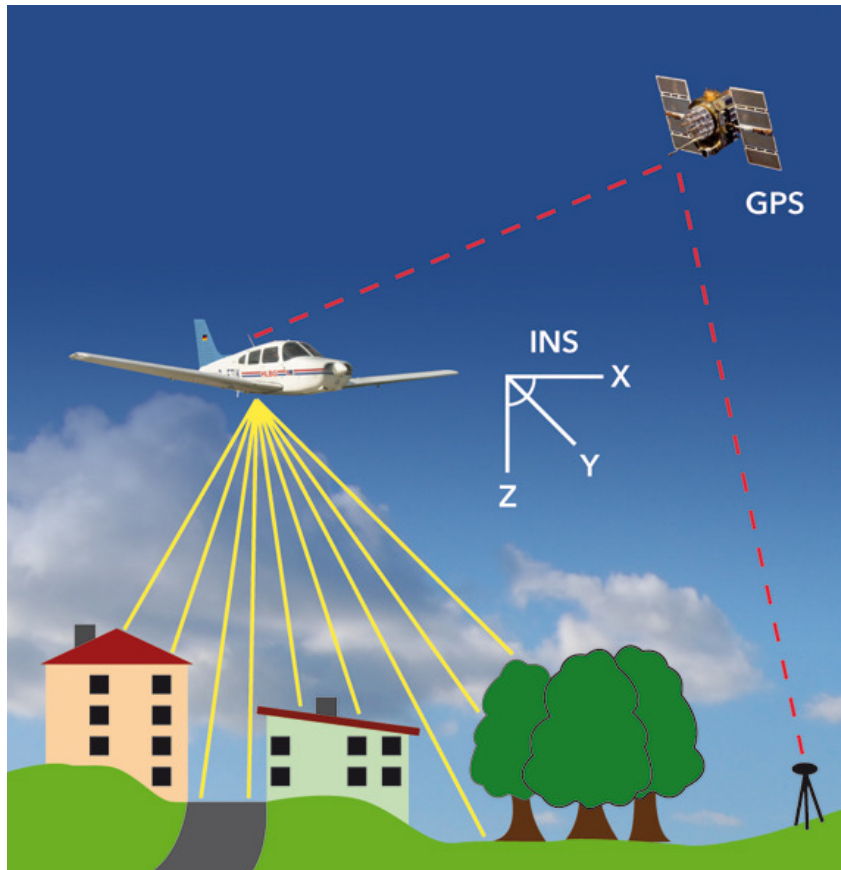


Abb. 1: Prinzip Airborne Laserscanning

2. Auslöser und Vorbereitung des landesweiten Laserscannings

Zur Erstellung der Lärmkartierung, gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm, wurde das HLBG Ende 2005 bzgl. der Bereitstellung genauer, flächendeckender Höhendaten, die außer dem Gelände auch die Gebäude in der dritten Dimension beschreiben sollen, angefragt. Dieser Bedarf konnte vom HLBG zu diesem Zeitpunkt nur bedingt gedeckt werden.

Resultierend aus diesem Bedarf wurde das HLBG unter der Mitwirkung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) von der Geodateninfrastruktur-Bereichskonferenz (GDI-Bereichskonferenz) des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL) mit Beteiligung des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) am 24. Februar 2006 zur Bildung einer Arbeitsgruppe „Fernerkundung“ (AG FK) beauftragt. Die AG FK sollte eine Expertise erstellen, die einen Handlungsvorschlag zur Deckung des Bedarfs an aktuellen und

genauen 3D-Daten als Ziel haben sollte. Des Weiteren sollte der Handlungsvorschlag auch Anforderungen anderer Nutzergruppen berücksichtigen.

Die AG FK erarbeitete auf Grund umfangreicher Recherchen in Verwaltung, Wirtschaft, Forschung und Lehre einen Anforderungskatalog bzgl. 3D-Geodaten. Das Ergebnis war die Empfehlung zur Durchführung eines landesweiten Airborne Laserscannings. Das Verfahren wird seit 2000 erfolgreich im HLBG zur Erfassung von Höheninformationen eingesetzt und erfüllt alle identifizierten Anforderungen. Als Handlungsempfehlung wurde am 25. Januar 2007 auf der 17. GDI-Bereichskonferenz die Durchführung eines landesweiten Laserscannings in drei Kampagnen mit einem Start im Winter 2008/9 und dem Ende in 2011 präsentiert.

Durch die Recherche wurde auch ein großer Bedarf an hochgenauen Höhendaten im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz identifiziert. Hierzu wurden am 26. März 2007 in einer Besprechung „Nutzung von Laserscannerdaten im Bereich Hochwasserschutz“ mit Vertretern des HMUELV, des HLOG und des Regierungspräsidiums Darmstadt (RP DA) Anwendungsfälle diskutiert und Teststellungen vereinbart. Am 30. August 2007 erging durch das HMUELV ein Erlass zur pilothaften Nutzung vorhandener hochgenauer DGM-Daten des HLBG in Bereichen des Hochwasserschutzes und der Forsteinrichtungserhebung als Vorbereitung einer landesweiten Laserscanbefliegung. Daraufhin wurden DGM-Daten aus vorliegenden Laserscannerbefliegungen an der Lahn vom HLBG zur Verfügung gestellt, die eine sehr gute Brauchbarkeit bescheinigt bekamen. Von den Regierungspräsidien wurden in 2007 Pilotprojekte zum Aufbau von Hochwasserschutzplänen an Fulda, Kinzig und am Solmsbach in Auftrag gegeben. Es zeigte sich, dass die dort vorliegenden älteren DGM-Daten des HLBG den Anforderungen nicht genügen. Das HLBG beauftragte noch im Oktober 2007 zwei Pilotprojekte an der Werra und im Rheingau, um Datenanforderungen in diesen Bereichen bedienen zu können. Durch die Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken vom 23. Oktober 2007 gewann die Notwendigkeit des Vorhaltens hochgenauer Höhendaten immer mehr an Dringlichkeit. Mit der Terminierung der Fertigstellung der Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten bis 2013 und der Hochwassermanagementpläne bis 2015 bestand akuter Handlungsbedarf. Im Oktober 2008 wurde ein weiteres ALS-Projekt durchgeführt. Es wurde in Zusammenarbeit mit dem RP Darmstadt, der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Stadt Hanau am Main erfolgreich in 2009 abgeschlossen.

3. Durchführung des landesweiten Laserscanning

Am 31. Oktober 2008 wurde eine Verwaltungsvereinbarung zwischen dem HMUELV und dem HMWVL zur Durchführung eines landesweiten Laserscannings abgeschlossen. Die Finanzierung soll zu gleichen Teilen durch beiden Ressorts geschehen. Die Umweltverwaltung deckt den finanziellen Teil der Datenerhebung ab und die administrative und fachtechnische Abwicklung mit dem entsprechenden Personalaufwand bestreitet das HLBG durch das Dezernat Fernerkundung und 3D-Geoinformation.

Ziel ist die Herstellung eines flächendeckenden, hochauflösenden DGM und DOM u. a. als Grundlage für Hochwassergefahren-/risikokarten und Hochwasserrisikomanagementpläne. Die Beauftragungen der drei Kampagnen erfolgten jeweils im Oktober der Jahre 2009, 2010 und 2011 durch das HLBG. Zum Erreichen eines möglichst exakten DGM finden die Befliegungen in den Wintermonaten statt, um Beeinträchtigungen durch die Vegetation (z.B. Laub) zu minimieren. Die technischen Spezifikationen der Primärdaten sind in den vorangegangenen Pilotprojekten erprobt worden und lauten wie folgt:

- Mindestens 4 Messpunkte pro m²
- Maximaler Messpunktabstand längs und quer zur Flugrichtung 60 cm
- Lagegenauigkeit $U_x / U_y \leq \pm 30$ cm
- Höhengenaugigkeit $U_z \leq \pm 15$ cm

Aus den Primärdaten werden die Produkte DGM1 und DOM1 vom HLBG abgeleitet und der Umweltverwaltung bis zum Jahr 2013 flächendeckend zur Verfügung gestellt.

Die Tätigkeiten des HLBG sind:

- Marktbeobachtung und Kontakt zu Flugfirmen
- Wissensmanagement und Pflege technischer Kompetenz
- Kundenberatung
- Erarbeitung von Leistungsverzeichnissen und Spezifikationen
- Abstimmung und Begleitung des Ausschreibungsverfahrens mit der Oberfinanzdirektion
- Prüfung der Angebote
- Prüfung und Abnahme der Ausschreibungsergebnisse
- Verifizierung und Veredlung der Daten zu Standardprodukten gem. AdV

- Datenvorhaltung (ca. 22.000 qkm, Rohdatenvolumen ca. 8 TB, 1km² 1m-Gitter ca. 36 MB)
- Aktualisierung des Datenbestandes

4. Anwendungsfelder und Nutzen

Die Anwendungsfelder in der Umweltverwaltung sind:

- Hochwasserschutz / Hochwassermanagement
- Deichunterhaltung
- Abfluss- und Strömungssimulationen in der Wasserwirtschaft
- Herstellung von Orthophotos - INVEKOS
- Ableitung von Immissionsausbreitungsmodellen
- Lärm- und Emissionsschutz - EU Lärmschutzrichtlinie
- Untersuchungen von Wind-/Luftströmungen (Kaltluftentstehungsgebiete)
- Sichtbarkeitsuntersuchungen - Windkraftanlagen
- Archäologie und Denkmalschutz - Detektion & Dokumentation von Bodendenkmälern
- Bodenkunde / Bodenschutz - Reliefanalyse, Grundlage für Cross Compliance
- Land- / Forstwirtschaft - s. Reliefanalyse: Erosionsschutz, Hangneigung, Exposition
- Grundlage für Solarpotenzialanalysen
- Planung und Genehmigung von Bauvorhaben - Trassen-/Standortanalysen
- Wasser-/Landgrenzen

Das Anwendungsfeld der erneuerbaren Energien in Form eines Solardachkatasters kristallisierte sich erst im Laufe der letzten zwei Jahre. Die Laserscandaten werden für das in 2013 geplante landesweite Solardachkataster zur Berechnung der Dachflächenneigung und –Exposition benötigt.

Die Laserscandaten bilden neben den ALKIS-Gebäudegrundrissen auch die Grundlage zur Erstellung von 3D-Gebäudemodellen, die für die Lärmkartierung benötigt werden. Die flächendeckende Verfügbarkeit von 3D-Gebäudemodellen ist bis Ende 2013 geplant.

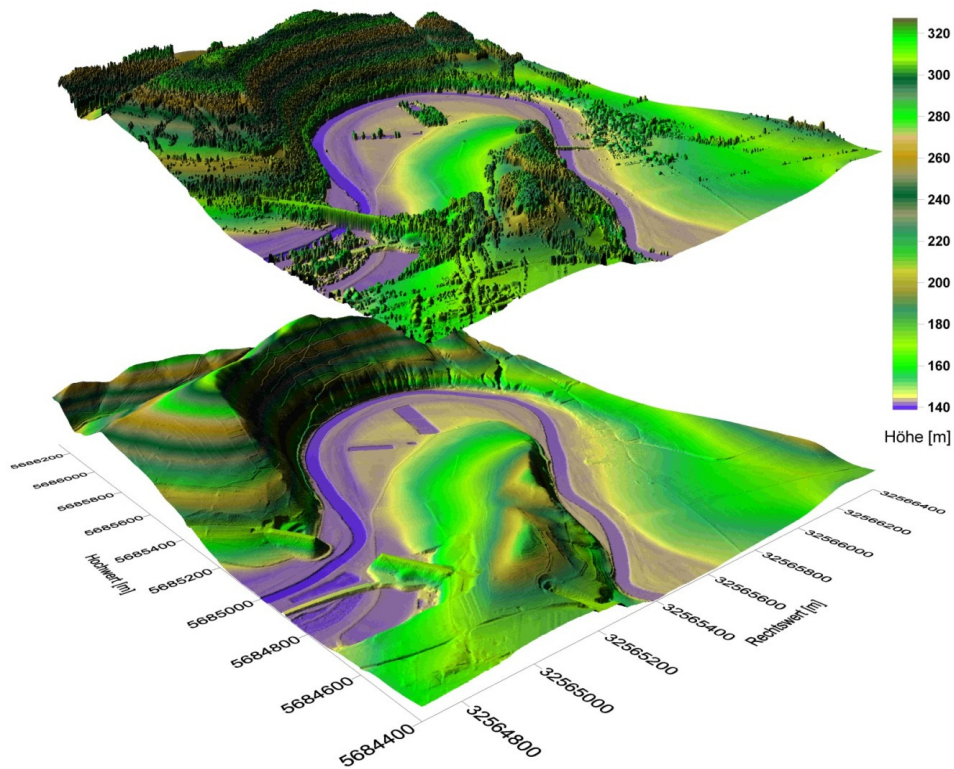


Abb. 2: Perspektivische Höhenschichtdarstellung eines DGM und DOM



Abb. 3: Visualisierung von 3D-Gebäudemodellen auf einem DGM mit DOP-Textur

5. Aktualisierung

Da vorerst keine weitere flächendeckende Laserscanbefliegung geplant ist, wird nach alternativen, annähernd gleichwertigen Erfassungsmethoden zur Aktualisierung der 3D-Daten gesucht.

Die Wahl ist auf das Verfahren der Bildkorrelation gefallen.

Durch automatische, stereoskopische Messverfahren können aus Orientierten Luftbildern (OLB) - ein Standardprodukt der HVBG - 3D-Punktwolken berechnet werden. Neuste Verfahren ermöglichen eine Punktgenerierung entsprechend der Pixelanzahl (Bildauflösung).

Man spricht vom „Dense Matching“. Durch die Nutzung der turnusmäßig erhobenen Luftbilder ist ein Fortführungsturnus der Höhendaten ab 2014 geplant.

Die Genauigkeit, die Auflösung und die Detailliertheit der generierten Daten ist abhängig vom Flugzeitpunkt und den gewählten Flugparametern.

Die OLB20 der HVBG resultieren aus Sommerflügen und bilden somit nur die Oberfläche der Vegetation und aller anderen Objekte ab.

Das Gelände unterhalb dieser kann nicht abgeleitet werden!

Aus den OLB20 kann eine 3D-Punktwolke mit einer Punktdichte von 25 Pkt/m² und einer Höhengenaugigkeit von besser als +/- 5 dm in Bereichen mit keiner oder niedriger Vegetation erreicht werden.

Die Ergebnisse sind somit nur bedingt für ein DGM im Bereich des Hochwasserschutzes geeignet!

ALS – z.B. als Korridorbefliegungen - bleibt somit weiterhin die wirtschaftlichste und beste Möglichkeit zur Erzeugung und Fortführung der hochgenauen 3D-Daten für den Hochwasserschutz.

6. Fazit

Das Projekt landesweites Laserscanning, welches in erster Linie lediglich für die Datengrundlagenbeschaffung der Hochwasserschutzplanungen in der Umweltverwaltung gedacht war, führte in vielen weiteren Fachbereichen zu neuen und erweiterten Nutzungsmöglichkeiten. Ohne diese hochgenauen 3D-Daten sind viele aktuelle Aufgaben in Verwaltung, Wirtschaft und Forschung und Lehre nicht erfüllbar.