

Monitoring mittels Airborne Laserscanning – Projektbeispiele über 20 Jahre aus der Bundesrepublik Deutschland

SVEN JANY

Der Einfluss der Menschheit auf unsere Umwelt nimmt stetig zu. Fernerkundungsmethoden können verwendet werden, um schnell Informationen über den Zustand unserer Umwelt zu erhalten. Insbesondere Instrumente wie Airborne Laser Scanner (ALS) in Kombination mit Bildgebungssystemen liefern detaillierte Informationen über die Erdoberfläche. Aus ALS können digitale Oberflächenmodelle (DSM) und durch komplexe Filterung digitale Geländemodelle (DTM) abgeleitet werden. ALS in Kombination mit RGB-Daten ermöglicht die Erzeugung von Orthofotos, wenn eine Differenzverzerrung angewendet wird. Die erreichte räumliche Auflösung ist heutzutage besser als 10 cm mit einer Genauigkeit von ungefähr 10 cm in der Position. Die Daten werden je nach Projekttyp typischerweise von kleinen Flugzeugen oder Hubschraubern in Höhen zwischen 300 m und 600 m gemessen. Die daraus abgeleiteten Produkte werden zur Umweltüberwachung, zur topografischen Geländemodellierung, zur Vegetationshöhenbestimmung, zum Küstenschutz, zur Bestimmung von Überschwemmungsgebieten, für digitale Stadtmodelle, zur Fahrbahngestaltung, zur Überwachung, zur Mengenregulierung, zur Regionalplanung im Allgemeinen usw. verwendet.

Der Autor illustriert anhand von diversen Projektbeispielen den komplexen Arbeitsablauf, der nötig ist, um den vom Kunden geforderten hohen Standard zu erreichen, angefangen von der Planung über die Verarbeitung bis hin zur Berichterstattung über verschiedene Arten von Airborne-Laserscanner-Projekttypen. Das Sammeln, Verarbeiten, Korrigieren und Zusammenführen der Daten ist nicht trivial, insbesondere dann nicht, wenn die Auflösung und Genauigkeit im Bereich einiger Dezimeter liegt.

1. Kurzvorstellung des Unternehmens

Die MILAN-Flug GmbH wurde im Winter 2000 als 100 %ige Tochtergesellschaft der eta AG engineering, einem Ingenieurbüro mit mehr als 100 Arbeitnehmern, gegründet und führt deren Geschäftsfeld des Airborne Laserscannings sowie der Digitalen Photogrammetrie seit Mitte des Jahres 2002 weiter. Im Zuge der Umfirmierung und der Erweiterung der Geschäftsfelder im Jahr 2007 änderte die MILAN-Flug GmbH ihren Namen in MILAN Geoservice GmbH.

Seit 2001 besitzt die MILAN Geoservice GmbH ihre eigenen Laserscanningssysteme. Damit wurden bereits mehrere Zehntausende km² Geländeflächen gescannt und als digitale Höhenmodelle ausgewertet. Die meisten dieser Modelle wurden für Anwendungen erzeugt, deren Daten eine sehr hohe Auflösung und eine hohe Präzision erfordern.

Um die kundenorientierte Auswertung der Laserdaten ständig zu verbessern, erweiterte die MILAN Geoservice GmbH ihre Airborne-Sensorik um einen zusätzlichen RGB-Sensor, welcher digitale RGB-Informationen zu jedem Laserschuss ermöglicht. Die zum Einsatz kommende Vor- und Nachbearbeitungssoftware ist auch abhängig von fortwährender Entwicklung gewesen und angepasst an die ausgedehnten Fähigkeiten der neuen Sensoren.

1.1. Einführung

Das Verfahren des Airborne Laserscannings hat sich in den letzten 18 Jahren weltweit einen festen Platz bei der Generierung von digitalen Höhenmodellen (DHM) verschafft. Die Datenmodelle bilden sowie sind Basis für Planungsgrundlagen im Bergbau, der Wasserwirtschaft, des Straßen- und Städtebaues und vielen anderen Bereichen.

Aufgrund der hohen Durchdringungsfähigkeit in Vegetationsbereichen mittels des Airborne Laserscanningverfahrens ist es möglich, zwei separate, aber flächenkonforme Digitale Höhenmodelle zu erzeugen:

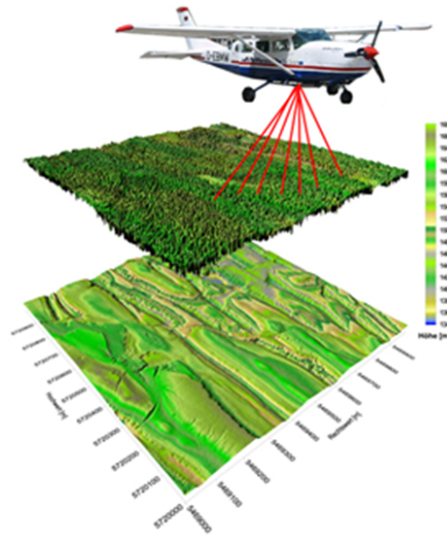


Abbildung 1: Oben: DSM (digital surface model) Oberflächenmodell mit Vegetation und Bebauung; unten: DTM (digital terrain model) Bodenmodell ohne Vegetation und Bebauung

Die Laserscansysteme sind im Flugzeug bzw. Helikopter fest integriert und es werden heute bis zu 1.000.000 Lasermesswerte pro Sekunde gesendet sowie empfangen. Aus den Lasermesswerten werden in der Regel ein geometrisches Raster mit variabler Rasterweite (0,25 m – 10 m) bzw. klassifizierte 3D-Rohdaten abgeleitet. Die Klassifizierung der 3D-Lasermesswerte (X,Y,Z) kann u. a. in Bodenpunkten, Vegetationspunkten und Bauungspunkten erfolgen.

1.1.1. Prinzip und Funktionsweise Airborne Laserscanning

Digitale Höhenmodelle, erzeugt mittels dem Airborne Laserscanning, werden heute mit einer Rasterweite bis zu 1 Meter und besser sowie einer Höhenauflösung von 0,01 Meter erstellt. Die Lagegenauigkeit der Höhenmodelle ist (für jeden Rasterpunkt) besser als $\pm 0,5$ m und die absolute Höhengenaugigkeit (gegenüber dem lokalen Geoid) ist besser als $\pm 0,05$ m (gültig für 95,7 % aller Rasterwerte).

Grundlage sind Laserscanner, die bei hohen Messraten (bis zu 1.000 kHz) eine mittlere Messdichte von etwa 4 – 10 Messwerten je m^2 erlauben. Die hohe Messdichte stellt sicher, dass auch relativ kleinräumige Strukturen wie Entwässerungsgräben, Dämme oder Bruchstrukturen zuverlässig erkannt werden. Darüber hinaus gewährleistet diese Messdichte die sehr genaue Lokalisierung von Bruchkanten oder Gebäudeumrissen. Das übliche Reihenhäuser mit $80 m^2$ Grundfläche wird mit ca. 400 Messungen erfasst und im 1-m-Raster mit 80 Höhenwerten beschrieben.

Die Basisverarbeitung der Laserscannerdaten führt zu einem Höhenmodell, das präzise die Geländeoberfläche (Oberkante der Vegetation, Dachhöhen der Häuser etc.) beschreibt; ein derartiges Höhenmodell wird oft auch DSM, Digital Surface Model, genannt. In einem weiteren Arbeitsschritt können höhere Vegetation und auch Gebäude entfernt werden, so dass ein Höhenmodell der Erdoberfläche (DTM, Digital Terrain Model) berechnet wird. Die hohe Messdichte bzw. die enge Rasterweite der Höhenmodelle gestattet weitergehende Auswertungen wie etwa die Vektorisierung der Gebäude sowie die Extraktion von Strukturelementen wie Gräben, Bruchkanten oder Dämmen.

2. Projektabriss

2.1. Luftbild erfassung & -auswertung im Lausitzer Braunkohlenbergbau für die LEAG

Aufgrund der gewaltigen Massenbewegungen, mehr als $500.000 m^3$ am Tag, sowie der territorialen Ausdehnung von über 25 Tagebauen war es in den 70er Jahren notwendig, die analoge Luftbild erfassung sowie Luftbildauswertung einzuführen. Die periodischen Regelfliegungen gewährleisteten die gesetzlichen und betrieblichen Grundlagen für die:

- Markscheiderische Sicherheitskontrolle [MSK]
- Markscheiderische Leistungskontrolle [MLK]

In den 1990er Jahren fand der technische Generationswechsel von der analogen zur digitalen Luftbildauswertung und voller bzw. teilweiser hybrider Datenprozessierung statt. Bis zum heutigen Tag werden die Vorfeldbereiche, der aktive Tagebaubereich sowie der Rekultivierungsbereich periodisch mittels Luftbildbefliegung erfasst und prozessiert. Die Datenkorrelation mit z.T. konform erfassten RGB-Daten und zusätzlicher Sensorik, u.a. Laserdaten, ist über die Georeferenzierung zum Standard geworden (siehe Abb. 2).

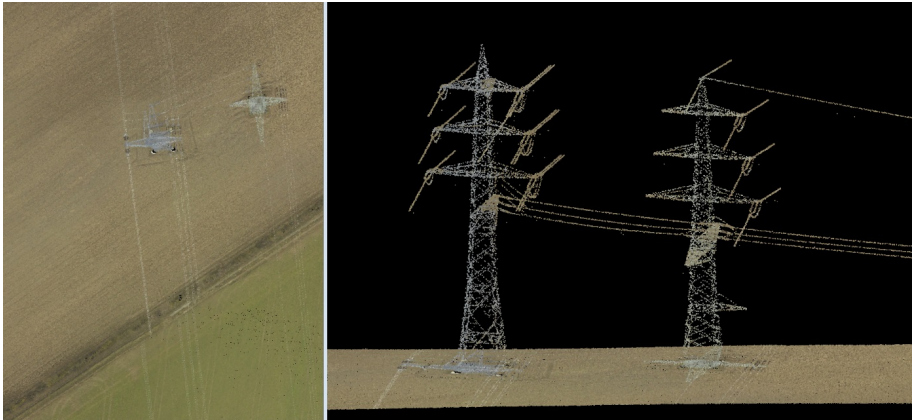


Abbildung 2: Luftbild, korreliert mit Airborne Laserdaten, Mittelspannungsleitung

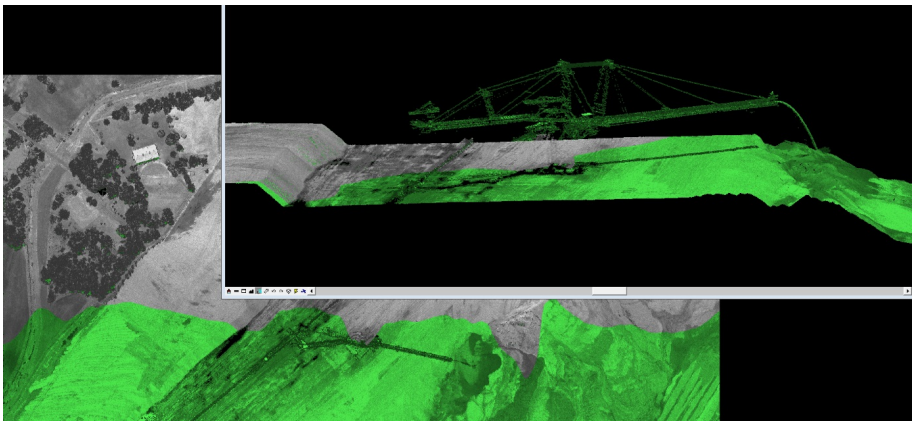


Abbildung 3: Tagebau Welzow, Absetzerkippe, ca. 20 Lasermesswerte/m²

Das zweite Projektbeispiel zeigt den Kraftwerksbereich Boxberg mit der Variabilität der Datenklassifizierung inkl. der singulären Objektintensität.

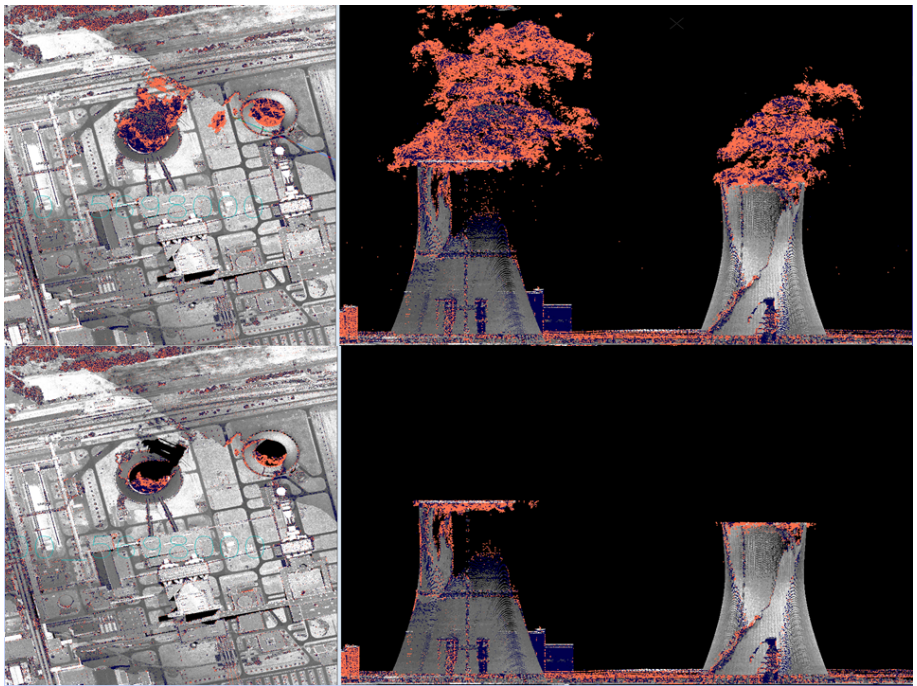


Abbildung 4: Braunkohlekraftwerk Boxberg, Rückstreuungsintensität; Laserdatenklassifizierung 8 Klassen (Wasserdampf)

2.2. Monitoring für den Küstenschutz

Im Rahmen des Küstenschutzes in Mecklenburg-Vorpommern führt die MILAN Geoservice GmbH regelmäßig im Herbst, 1mal pro Jahr, Laserscanningflüge an der Außenküste durch. Anfang Januar 2017 fegte der Sturm Axel über Norddeutschland und zerstörte durch die verursachten Sturmfluten auch diverse Küstenabschnitte. Zur Schadensanalyse wurde ein zusätzlicher Monitoringflug über das gesamte Projektgebiet durchgeführt. Aus den gewonnenen Daten wurde ein Differenzenmodell, verglichen mit den Altdaten der Herbstbefliegung 2016, abgeleitet.

Nachfolgende Bilddokumentation, am Beispiel Campingplatz Zempin, spiegelt einen kleinen Eindruck der Ergebnisse wider:

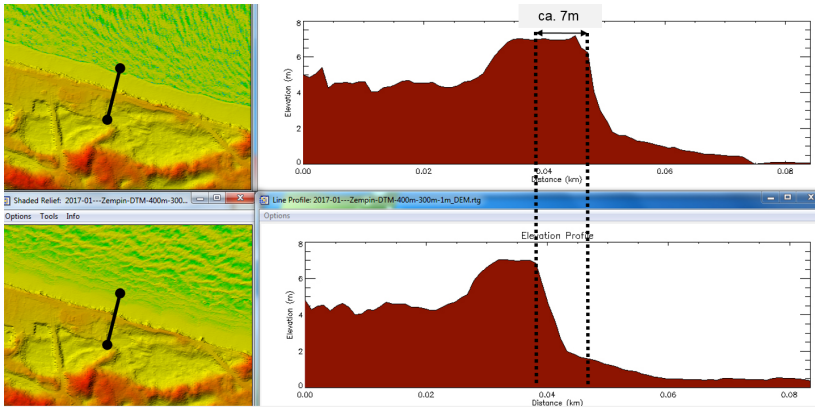


Abbildung 5: DHM, erzeugt mittels ALS, Außenküste Usedom, Zempin, DTM 400x300m, >10 LMW/m², Geometrische Ableitung 01/2017 & 11/2016

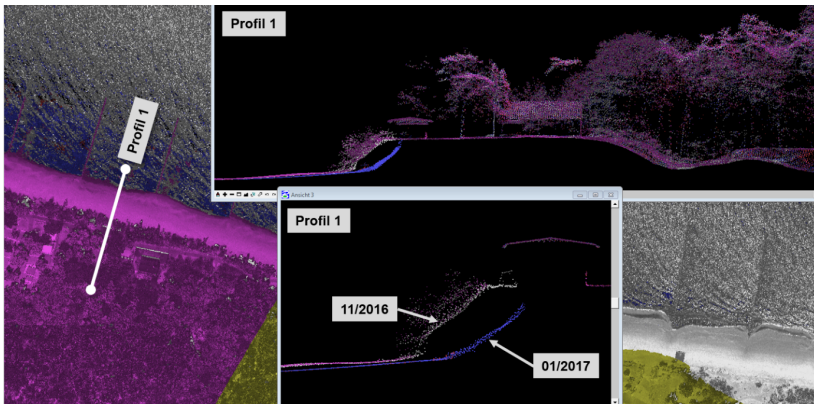


Abbildung 6: DHM mittels ALS, Außenküste Usedom, Zempin, > 10 LMW/m², 3D LAS-Daten 01/2017 & 11/2016

Literatur

Quellen: Projekte der MILAN Geoservice GmbH; Firma LEAG Lausitz Energie Bergbau AG; Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg

Kontakt

SVEN JANY

MILAN Geoservice GmbH
Zum Tower 4
01917 Kamenz