
Leichen im Keller?

Laserdaten sind kein Datenfriedhof!

Martina MITTELBERGER

Landesamt für Vermessung und Geoinformation, Vorarlberg
martina.mittelberger@vorarlberg.at

Inhalt

In periodischen Abständen wird die Landesfläche Vorarlbergs über Airborne-Laser-scanning (ALS) höhenmäßig erfasst. Es werden dabei enorme Mengen an Daten produziert (2011 waren es 40 Terabyte) und es stellt sich die Frage, wie sinnvoll es ist, auch die Rohdaten zu archivieren – Stichwort: Datenfriedhof.

Anwendungen in der Praxis des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation (LVG) haben jedoch gezeigt, wie wichtig gerade diese zusätzlichen, in den Rohdaten enthaltenen Informationen sind, um seriöse Aussagen über Geländeänderungen auf Basis von ALS-Daten treffen zu können. Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Vorgangsweise des LVG, wenn es darum geht, bei Verdacht auf illegale Deponien / Schüttungen Licht in die verdeckte Angelegenheit zu bringen und mithilfe von ALS-Daten die „Leichen aus dem Keller“ zu holen.

1 Kein Datenfriedhof

1.1 Archivierte Produkte einer ALS-Kampagne

Das Land Vorarlberg hat bislang 3 ALS-Kampagnen durchführen lassen. Die erste dauerte von 2002-2004 (daraus entstand das Digitale Geländemodell DGM2003), die zweite fand 2011 (DGM2011) statt, die dritte im Jahr 2017 und wird derzeit noch ausgewertet.

Folgende Produkte werden archiviert:

- Rohdaten (full-wave) für eventuell spätere Prozessierung
- Originaldaten (georeferenziert ohne Klassifizierung)
- Ergebnisdaten (Originaldaten klassifiziert)
- Luftbilder aus photogrammetrische Kamera, Bodenauflösung 10cm, 60 % Überlappung (Aufnahmen während Befliegung in Echtfarben)

Daraus abgeleitet:

- Orthofotomosaik gesamte Landesfläche
- Digitale Geländemodelle (Surface und Terrain) in verschiedenen Zellrastergrößen
- Schummerungsmodelle

1.2 Aufbereitete ALS-Produkte

Das Anwendungspotential von Digitalen Geländemodellen (DGM) ist enorm und umfasst geomorphologische Untersuchungen (Fließmodelle Gewässer, Hochwasser, Lawinen, Steinschlag), Schall- und Schadstoffausbreitungen, Vegetationsanalysen (Waldwachstum), Solarpotentiale, Gebäudehöhenermittlung, dient als vielseitige Digitalisierungsgrundlage zum Beispiel für Wegenetze und vieles andere mehr.

Durch den Vergleich von DGM unterschiedlicher Erfassungsjahre lassen sich Veränderungen (Auf- und Abträge) der Geländeoberfläche einfach detektieren. Abgesehen von natürlichen Ursachen (Gletscherschwund, Auflandungen) unterliegen die menschengemachten Veränderungen ab einem gewissen Ausmaß speziellen Gesetzen und Verordnungen. Um verfahrensrelevante Aussagen beispielsweise über die Kubatur einer Bodenaushubdeponie zu treffen, sind die DGM nicht geeignet. Sie dienen lediglich zur raschen Überprüfung, ob an einem Verdacht (illegale Schüttung) etwas dran ist. Die DGM aus ALS Daten sind abgeleitete, dh bereits generalisierte und klassifizierte Produkte. Für eine fundierte Beurteilung einer Sachlage muss daher auf die Rohdaten zurückgegriffen werden.

2 Beispiele aus der Praxis in Vorarlberg

2.1 Verdachtsfall - Anzeige

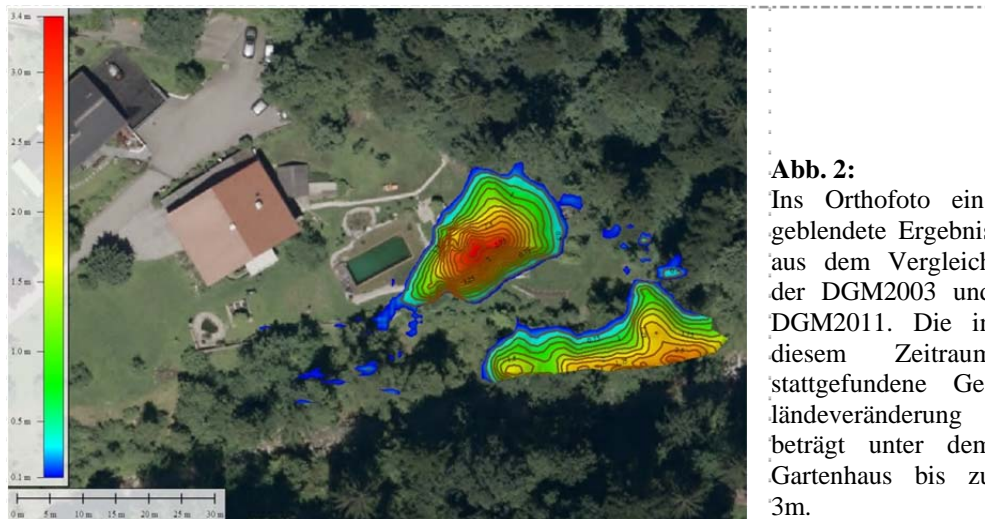
Obwohl es über den DGM-Vergleich technisch leicht möglich wäre, wird keine Auswertung über verdächtige Bodenveränderungen von Amts wegen vorgenommen. Grundlage für einen Untersuchungsauftrag ist meist die Anzeige eines Nachbarn.



Abb. 1:
Verdachtsfläche einer illegalen Deponie. Weder im Orthofoto noch in der Natur sind Hinweise auf eine Schüttung zu erkennen.

In einem ersten Schritt prüft das LVG ob auf der angezeigten Fläche eine Höhenveränderung in den DGM der gespeicherten ALS Kampagnen ersichtlich ist. Oft hilft eine Darstel-

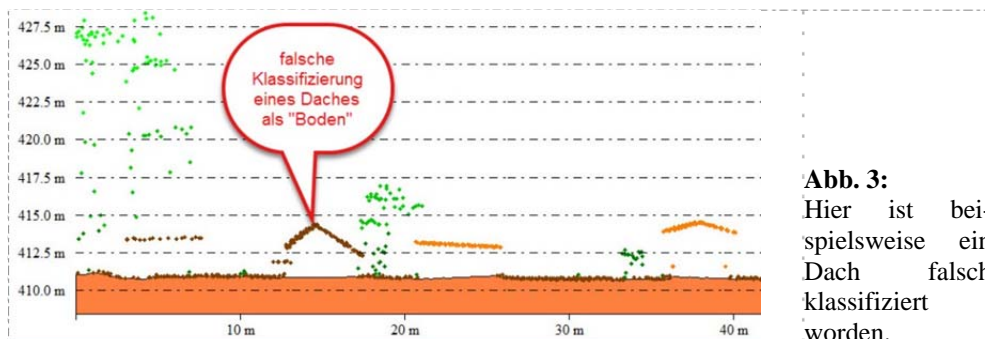
lung wie in Abb.2 bereits, um eine strikte Leugnung in ein Zugeständnis zu verwandeln. Die angezeigte Person in diesem Fall war völlig überrascht, dass die Behörde über Daten verfügt, mit denen man unter die Oberfläche einer intakten Gartenlandschaft und somit in die Vergangenheit blicken kann.



2.2 Sichtung der vorhandenen ALS-Rohdaten

Um ALS-Daten verwenden zu können, muss geprüft werden, was sich zum Zeitpunkt der Befliegung auf der Verdachtsfläche befunden hat.

Dazu dienen sowohl die Luftbilder, die während der Lasermessung gemacht werden, als auch die LIDAR-Klassifizierung, die über Algorithmen Zuordnungen wie Boden / Vegetation / Gebäude trifft. Schlussendlich werden ja bloß die Bodenpunkte benötigt.



Die Luftbilder sind nicht nur wichtig um falsche Klassifizierungen zu erkennen, sondern auch richtige, die dennoch einer speziellen Berücksichtigung bedürfen. Es könnte sich nämlich auch um temporär gelagertes Material (Holz, Heuballen, Kieshaufen) handeln, das nicht in die Berechnung einer Kubatur einfließen soll.

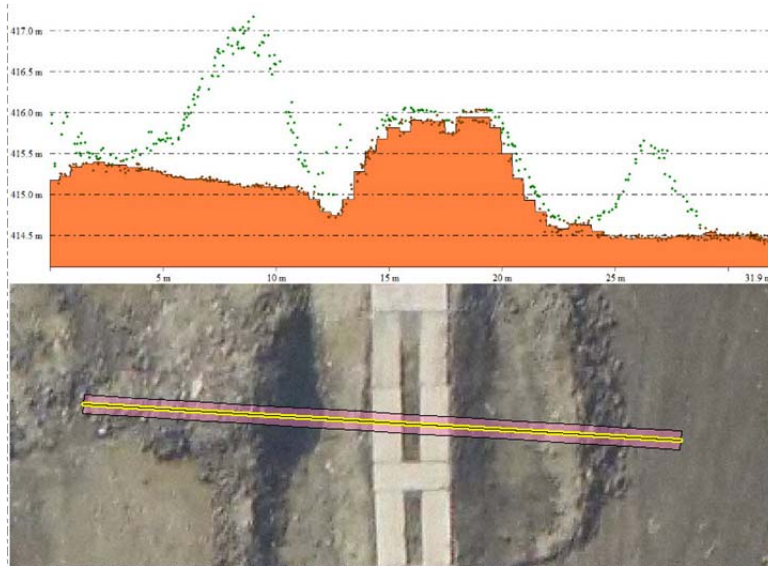


Abb. 4: Dieses Beispiel zeigt, dass die Haufen losen Materials als „Vegetation“ klassifiziert worden sind, die Rampe jedoch als „Boden“.

2.3 Prüfung und Anpassung der ALS-Daten durch Vermessung

Alle in einem Behördenverfahren verwendeten ALS Daten müssen nachweislich geprüft werden. Dazu werden unveränderte Flächen in der unmittelbaren Umgebung der Verdachtsfläche eingemessen. Zum Nachweis der „Nicht-Veränderung“ dienen Orthofotos historischer Zeitreihen. Neben befestigten Flächen (Parkplätze, Zufahrten, Dächer) werden auch der Verdachtsfläche ähnliche Kontrollflächen gemessen (Wiese, Wald), um eine Genauigkeitsabschätzung vornehmen zu können.



Abb. 5: Kontrollflächen und zu überprüfende Verdachtsfläche

Ideal sind sowohl horizontale (reine Höhenkontrolle) als auch verschieden geneigte Kontrollflächen, um aus letzteren eine lagemäßige Prüfung der ALS Daten vornehmen zu können. Bisherige Erfahrungswerte aus der Praxis des LVG haben gezeigt, dass die ALS-Höhenwerte nur in sehr steilem Gelände um mehr als zehn Zentimeter von der Vermessung mit Anschluss ans amtliche Festpunktfeld abweichen und auch nur ebendort eine lagemäßige Prüfung Sinn ergibt.

Sämtliche Höhendaten werden gemäß der Ergebnisse der Kontrollflächen durch entsprechende Shifts auf ein Bezugssystem (meist die aktuelle Vermessung) gebracht.

2.4 Berücksichtigung eines Rutschgebietes

In folgendem Beispiel sollte das LVG vorgenommene Bodenveränderungen prüfen, die sich inmitten eines Rutschgebietes befanden.

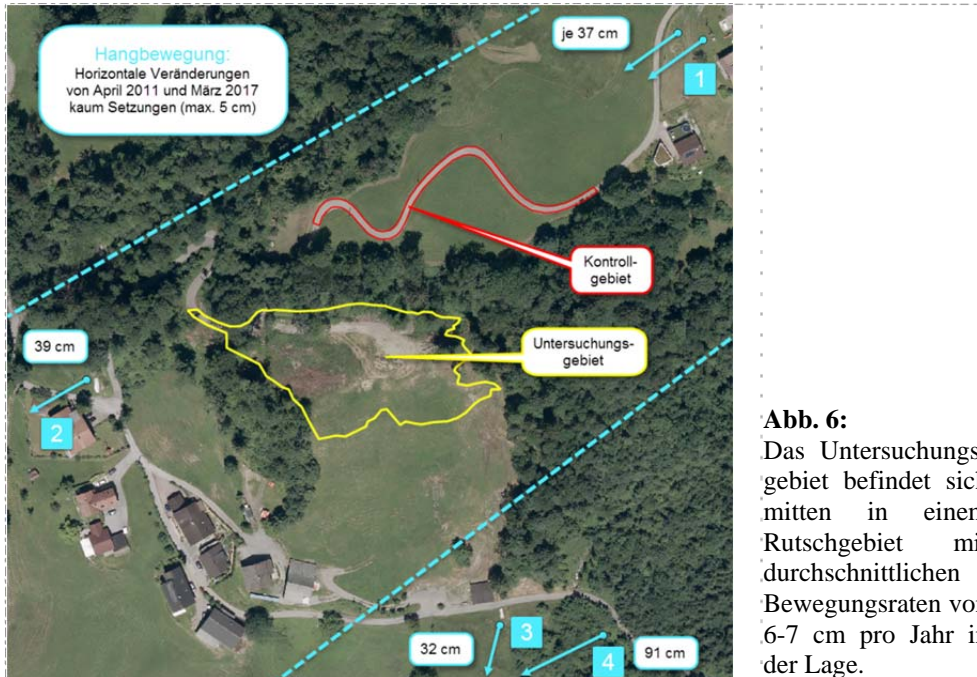


Abb. 6: Das Untersuchungsgebiet befindet sich mitten in einem Rutschgebiet mit durchschnittlichen Bewegungsraten von 6-7 cm pro Jahr in der Lage.

Zum Glück gab es bereits eine langjährige Beobachtungsreihe von Messpunkten ringsum, aus der sich die Verschiebungswerte ableiten ließen. Dennoch mussten die ALS Daten verifiziert werden. Als Kontrollfläche eignete sich ein asphaltierter Zubringerweg, der sich über einen steilen Hang schlängelte und somit verschieden ausgerichtete Neigungsflächen bot.

Die ALS-Daten aus der Kampagne 2011 wurden um den Verschiebungsvektor aus der Bewegungsmessung korrigiert und mit den aktuellen Messdaten des LVG verglichen. Auf der Kontrollfläche des Zufahrtsweges zeigten sich dennoch Differenzen in der Höhe von durchschnittlich +/- 3 cm, mit Maxima bis +/- 7,5 cm.

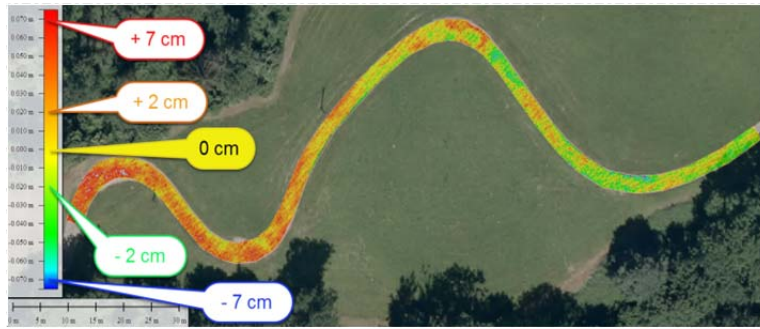


Abb. 7:
Höhendifferenzen
in der Kontroll-
fläche nach Kor-
rektur um Bewe-
gungsvektor

Der Geologe bestätigte die Befürchtung, dass sich der Hang nicht gleichförmig, sondern mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegt hatte. Da diese Inhomogenität aufgrund fehlender Messdaten nicht korrigiert werden konnte, musste die Toleranz für die Berechnungen entsprechend erhöht werden. Bei der Größe der Schüttfläche ($\sim 1.000 \text{ m}^2$) schlug sich das mit maximal 150 m^3 zu Buche, was rund 10 % der aufgetragenen Kubatur (gesamt 1.400 m^3) entsprach.

Um die Gewissheit zu erhöhen, dass mit „richtigen“ Daten gerechnet wurde, wurde die Bestandsaufnahme des Geländes weit über die sichtbaren Veränderungen hinaus ins „Urgelände“ ausgedehnt. In folgender Abbildung Nr. 6 (Differenzmodell) ist erkennbar, dass die Höhen des korrigierten ALS Modells mit der aktuellen Vermessung übereinstimmen. Die braunen Isolinien mit Differenzwert 0 m betreffen die unveränderten Wiesenbereiche südlich der Schüttung, sowie die Zufahrt.

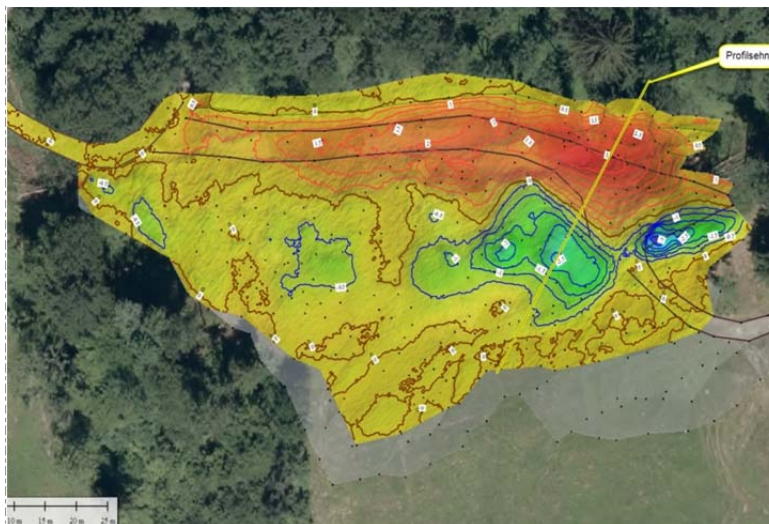


Abb. 8:
Das Differenz-
modell zeigt rot
eingefärbt die
aufgeschütteten
Bereiche und
grün bis blau
gefärbt die Ab-
tragungen

Aus der Profildarstellung geht die Umlagerung des Materials deutlich hervor.

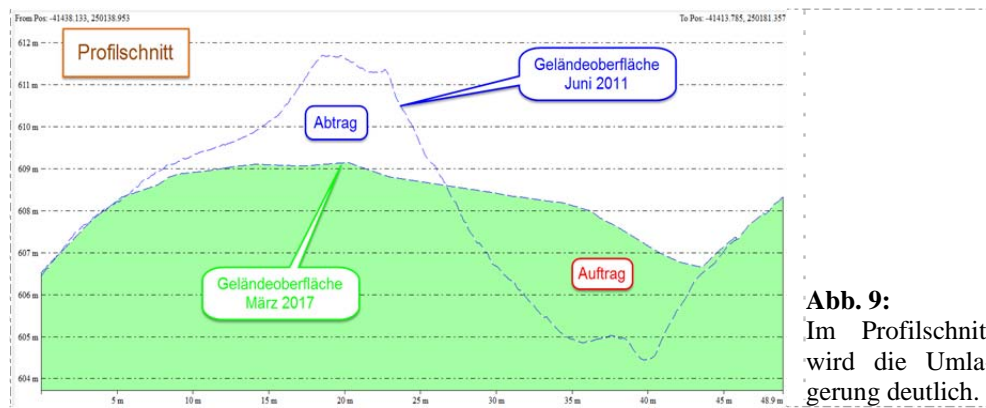


Abb. 9:
Im Profilschnitt wird die Umlagerung deutlich.

3 Zusammenfassung

Die Daten aus periodisch durchgeführten ALS-Kampagnen ermöglichen im Bedarfsfall eine Rekonstruktion der Vergangenheit. Voraussetzung für die Verwendung der Daten ist die penible Prüfung der Daten für jeden einzelnen Fall. Dazu ist es notwendig, dass auf die Rohdaten der Laserpunkte (vor Klassifizierung, vor Ausdünnung) sowie auf die bei der Aufnahme gemachten Luftbilder zugegriffen werden kann.

Diese Rohdaten belegen enorme Speicherkapazitäten (zig Terabytes). In der Praxis zeigt sich jedoch, dass sie nicht auf einem Datenfriedhof liegen, sondern der Behörde helfen, so manche „verscharrte Leiche“ ans Tageslicht zu holen.