

Den Aargau auf den Punkt gebracht!

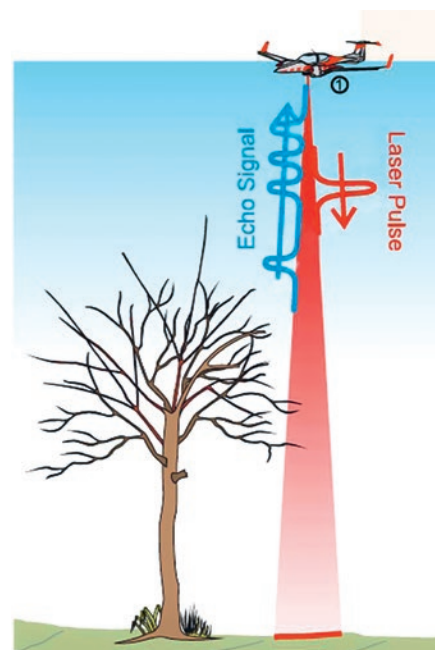
Iris Wehrli | Abteilung Wald | 062 835 28 20

Seit bald zwei Jahren verfügt der Kanton Aargau über hochauflösende LiDAR-Daten. Diese Punktdaten geben ein dreidimensionales Bild der Kantonsoberfläche wieder. Nebst Gebäuden und Hochspannungsleitungen können auch Bodenunebenheiten und die Struktur der Wälder erfasst werden. Die Abteilung Wald nutzt die Daten auf vielfältige Weise. Einerseits können Rückegassen erfasst werden, andererseits wurden aufgrund der LiDAR-Daten die pflegebeitragsberechtigten Jungwaldflächen eruiert und der Rückstau des Wassers hinter Biberdämmen berechnet. In Zukunft sollen die Daten auch die Erstellung einer Bestandeskarte erleichtern sowie Aufschluss darüber geben, wie viel Holz im Aargauer Wald steht.

Mit LiDAR (Light Detection And Ranging) können Entfernungen gemessen werden. Werden die LiDAR-Daten von einer luftgestützten Plattform aus aufgenommen, wie dies im Kanton Aargau der Fall ist, spricht man von Airborne Laser Scanning (ALS). Von einem Flugzeug aus sendet ein Laserscanner Impulse aus und detektiert das von der Oberfläche zurückgestreute Licht. Ein Laserimpuls kann einfach oder mehrfach zurückgegeben werden. Aus der verstrichenen Zeit zwischen dem Senden des Laserimpulses und dem Empfang seines

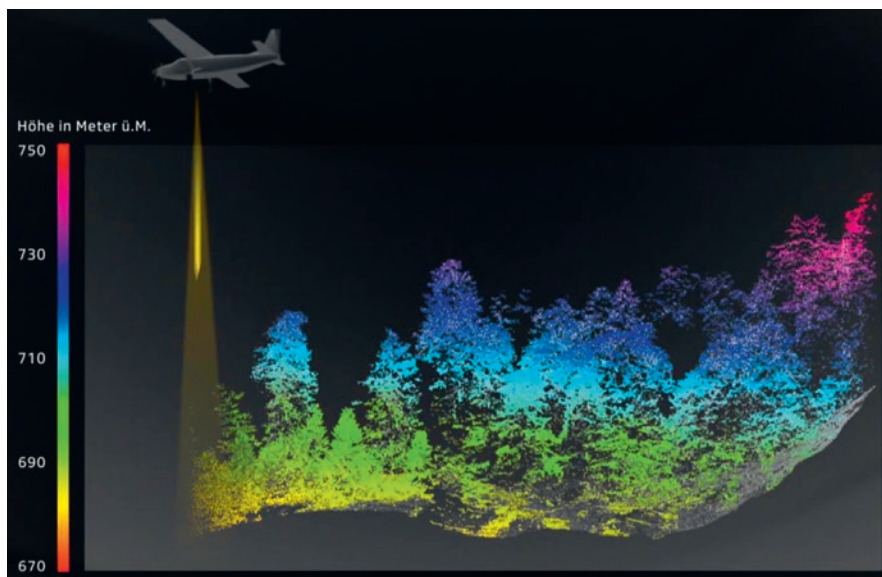
Echos kann die Lage der streuenden Objekte bestimmt werden.

Der Kanton Aargau hat im Jahr 2014 zwei LiDAR-Befliegungen durchgeführt. Eine im Frühling (März/April) und eine im Sommer (Juni/Juli). Im Frühling haben die Laubbäume noch keine Blätter und der Laserstrahl kann leicht ins Bestandesinnere eindringen. Mit dem Laub im Sommer wird ein grosser Teil bereits vom Kronendach zurückgestreut. Werden die beiden Datensätze übereinander gelegt, so kommt man im Wald auf über 20 LiDAR-Punkte pro Quadratmeter.



Ein Laserimpuls kann mehrfach zurückgegeben werden: Hier wird der Impuls vom Boden und von drei Ästen retourgestreut.

Quelle: RIEGL (2012), Long-Range Airborne Laser Scanner for Full Waveform Analysis, Datasheet LMS-Q680i



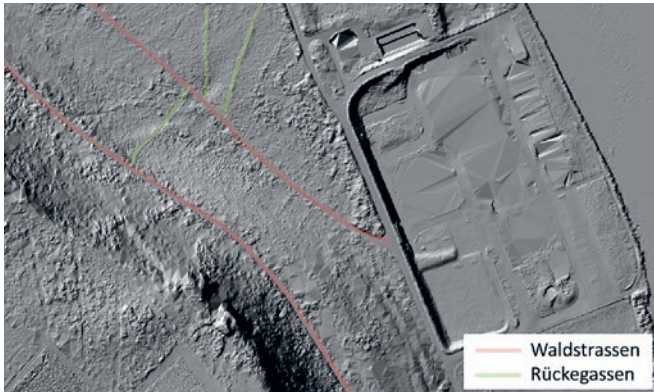
LiDAR-Daten sind Punktwolken, welche die Oberfläche abbilden.

Quelle: SRF 1 (2015), Sendung «Einstein» vom 7.5.2015

Produkte aus LiDAR-Daten

LiDAR-Punktwolken sind zwar schöne Anschauungsobjekte, für weitergehende Analysen muss die riesige Datenmenge aber zuerst in eine andere Form gebracht werden. Ein Raster eignet sich dafür hervorragend, denn in einem Raster können die Informationen aus den Punktwolken je nach Fragestellung zusammengefasst werden. Die für den Flug verantwortliche Firma hat aus den LiDAR-Daten ein digitales Geländemodell (DTM) und ein digitales Oberflächenmodell (DOM) abgeleitet. Das DTM bildet die Erdoberfläche ohne Bewuchs, Gebäude und sonstige Bauten ab, wohingegen das DOM die höchste gemessene Oberfläche der Landschaftselemente darstellt. Durch die hohe Punktdichte und Lagegenauigkeit der LiDAR-Daten kann eine sehr gute Auflösung

Natur



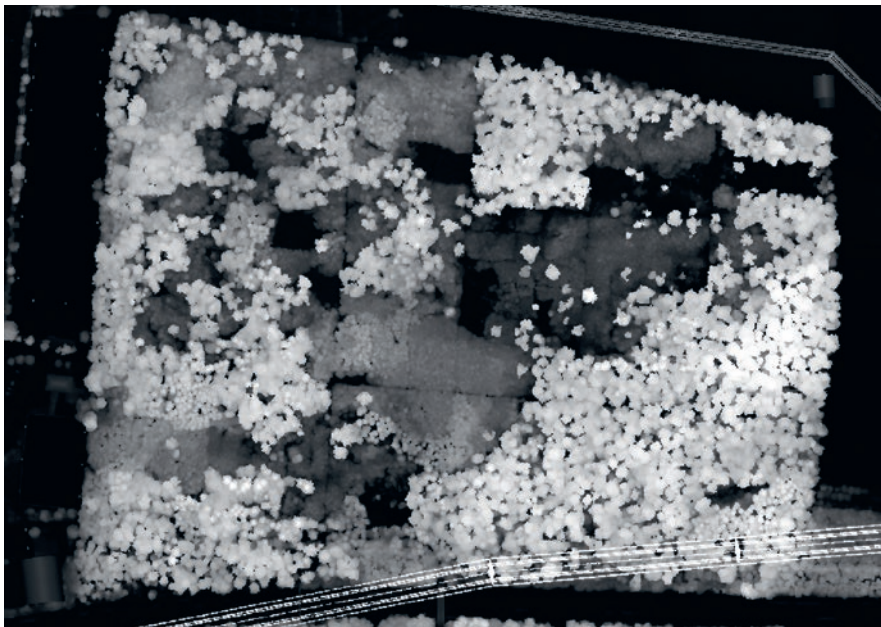
Aus LiDAR-Daten können verschiedene Rastermodelle abgeleitet werden. Links: digitales Geländemodell DTM (Hillshade) mit erkennbaren Waldstrassen und Rückegassen. Rechts: digitales Oberflächenmodell DOM (Hillshade) mit Wald, Feldern und Gebäuden
 Quellen: AGIS, AW

mit hohem Detaillierungsgrad erreicht werden (DOM und DTM mit Rasterauflösung 0,5 Meter). In Zusammenarbeit mit der Uni Zürich hat die Abteilung Wald weitere Pro-

dukte erstellt. Ein wichtiges Produkt ist das Vegetationshöhenraster. Pro Rasterzelle (Rasterauflösung ein Meter) wird jeweils vom höchsten LiDAR-Punkt die Höhe ab Boden abge-

speichert. Aus dem Vegetationshöhenraster kann somit beispielsweise die Höhe von Einzelbäumen herausgelesen werden.

Ein weiteres wertvolles LiDAR-Produkt ist das Laub-/Nadelholzraster. Bei der Sommerbefliegung ist in Laubholzbeständen das Verhältnis der Anzahl LiDAR-Punkte im oberen Bereich der Baumkronen zur Anzahl LiDAR-Punkte am Boden deutlich grösser als bei der Winterbefliegung, denn die Blätter der Laubbäume streuen bereits einen grossen Teil des Laserimpulses zurück. Das Nadelholz verliert seine Nadeln im Winter nicht und die vertikale Verteilung der LiDAR-Punkte ist im Winter ungefähr gleich wie im Sommer. Aus der unterschiedlichen LiDAR-Punkte-Verteilung der Sommer- und Winterbefliegung kann somit ein Raster erstellt werden, aus dem ersichtlich ist, wo Laub- und wo Nadelholz steht. Nicht als Nadelholz erkannt wird die Lärche, da sie im Winter ihre Nadeln abwirft. Probleme gibt es auch bei jüngeren Laubbäumen. Sie behalten ihre Blätter oft noch bis tief in den Winter. Ansonsten stimmen die Resultate aber sehr gut mit den im Wald angetroffenen Verhältnissen überein.

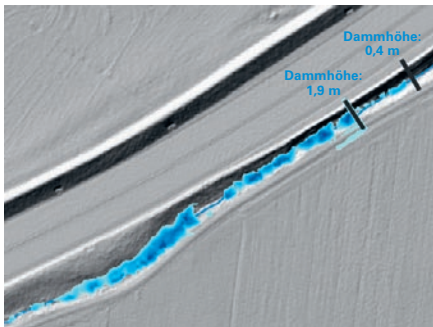


Das Vegetationshöhenraster ist ein wichtiges Produkt. Je heller der Rasterpunkt, desto höher die Vegetation. Im unteren Bereich der Abbildung ist eine Hochspannungsleitung zu sehen.
 Quelle: AW

Glossar

- **LiDAR:** Light Detection And Ranging ist eine Methode zur Entfernungsmessung mit Hilfe von Laserstrahlen.
- **Rückegassen:** Das sind unbefestigte, bestockungsfreie Fahrlinien im Gelände, die für die Holzernte benutzt werden.
- **Bestandeskarte:** Sie unterteilt den Wald in homogene Waldeinheiten (Entwicklungsstufe, Laub-/Nadelholzanteil, Stufigkeit) und bildet die Grundlage für die Planung von waldbaulichen Massnahmen durch den Förster.
- **Entwicklungsstufe:** Klassifikation der Entwicklung eines Waldbestandes, charakterisiert durch dessen Brusthöhendurchmesser.

Einsatz der LiDAR-Daten im Aufgabenbereich Wald, Jagd und Fischerei
 Im Artikel «Spurensuche im virtuellen Wald» (UMWELT AARGAU, Sondernummer 45, November 2015) wird aufgezeigt, wie das aus den LiDAR-Daten abgeleitete digitale Geländemodell DTM bei der digitalen Erfassung von Rückegassen zum Einsatz kommt.



Dank LiDAR können die Auswirkungen von Biberdämmen auf den Gewässerraum eruiert werden: Rückstauperimeter bei zwei Biberdämmen mit den Höhen 1,9 und 0,4 Meter.

Quelle: AW

Die Wiederbesiedlung der Gewässerräume durch den Biber kann auch Konfliktpotenzial wie gestaute Bäche und eine eventuell daraus folgende Vernässung von Kulturland bergen. Hier erlaubt das hochaufgelöste DTM unter anderem eine Berechnung des Überflutungsbereichs respektive des Rückstauperimeters des Wassers hinter den Biberdämmen.

Ein weiteres Einsatzgebiet der LiDAR-Daten ist die automatisierte Ausscheidung von Jungwaldflächen. Der Kanton Aargau unterstützt die Jungwaldpflege mit Beiträgen, damit wertvolle, stabile und anpassungsfähige Wälder heranwachsen. Das Beitragssystem beruht auf den Gesamtwald- und Jungwaldflächen. Bis anhin wurden die Jungwaldflächen alle vier Jahre auf der Basis von Luftbildern ausgeschrieben. Ein Ingenieurbüro digitalisierte die Flächen anhand der Kronendurchmesser und verifizierte dies wo nötig im Wald. Wird Jungwald über die Vegetationshöhe definiert, ist auf der Basis des Vegetationshöhenrasters eine automatisierte Jungwaldausscheidung möglich.

Im ersten Schritt wird jeder Rasterpunkt des Vegetationshöhenrasters aufgrund der Vegetationshöhe (Grenzwert 14 Meter) in Jungwald oder übrigen Wald klassiert. Um zusammenhängende Flächen zu erhalten, muss das Raster nun räumlich geglättet werden. Dies funktioniert so, dass für jede Rasterzelle in einem definierten Umkreis geprüft wird, von welcher Klasse es mehr Rasterpunkte hat. Dann wird ihre Klassierung der Mehrheit angepasst. Nun werden noch Kleinstflächen (Flächen kleiner als fünf Aren) entfernt beziehungsweise in die jeweils andere Klasse umklassiert und Randeffekte beseitigt. Das Resultat sind kategorisierte Flächen mit einer Mindestgrösse von fünf Aren. Was vor vier Jahren monatelange Arbeit bedeutete, kann heute dank LiDAR-Daten innerhalb von vier Stunden errechnet werden.

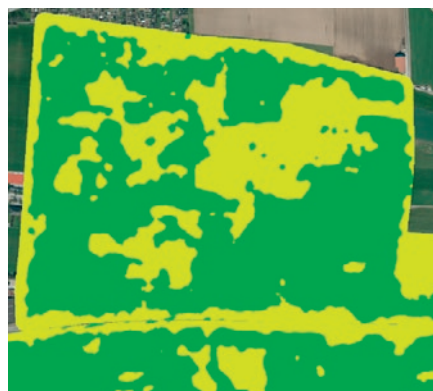
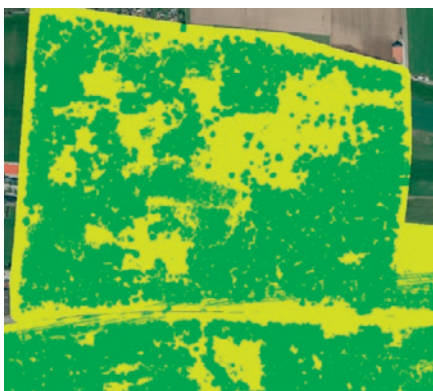
Zurzeit wird die Einsatzmöglichkeit der LiDAR-Daten für die automatisierte Ausscheidung einer Bestandeskarte geprüft. Die Schwierigkeiten liegen darin, dass neben der Vegetationshöhe auch der Laub-/Nadelholzanteil und die Stufigkeit Kriterien für die Ausscheidung von Waldbeständen sind. Ausserdem können sehr kleine Flächen nicht einfach in die jeweils andere Kategorie umklassiert werden wie bei der Jungwaldausscheidung. Es muss geprüft werden, zu welchem benachbarten Bestand sie am ehesten passen. Da eine Bestandeseinheit auch eine Bewirtschaftungseinheit sein kann, ergibt es Sinn, die Bestandesbegrenzung dem Verlauf der Waldstrassen anzupassen. Die technische Umsetzung einer automatisierten Bestandeskarte ist somit um ein Vielfaches aufwändiger als die automatisierte Jungwaldausscheidung.

Ausblick
Die LiDAR-Daten können im Aufgabenbereich Wald, Jagd und Fischerei aus verschiedenen Gründen gewinnbringend eingesetzt werden:

Ausblick

Die LiDAR-Daten können im Aufgabenbereich Wald, Jagd und Fischerei aus verschiedenen Gründen gewinnbringend eingesetzt werden:

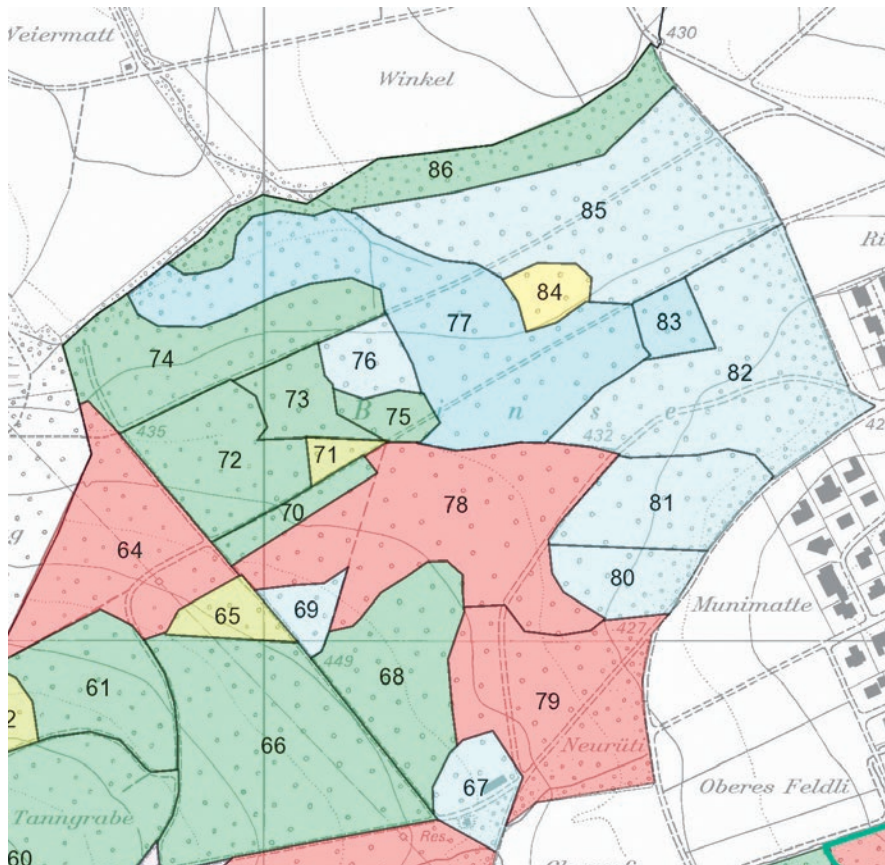
- LiDAR-Daten sind gemessene Daten und geben ein sehr detailliertes Abbild des Waldes wieder. So können Arbeiten, die bisher nur mit zeit- und materialaufwändigen Aufnahmen im Wald möglich waren, teilweise am Bildschirm durchgeführt werden (beispielsweise Digitalisierung der Feinerschliessung, Ablesen der Baumhöhen aus dem Vegetationshöhenraster).
- LiDAR-Daten bieten eine objektive Grundlage für die Entwicklung von Modellen. Steht das Modell, können in sehr kurzer Zeit Auswertungen über den ganzen Kanton gemacht werden. Werden regelmässig LiDAR-Daten erhoben, können die Auswertungen laufend aktualisiert und Veränderungen mitverfolgt werden (Monitoring).



Bei der Ausscheidung von Jungwaldflächen kommen heute LiDAR-Daten zur Anwendung. Über das Vegetationshöhenraster können in drei Schritten Jungwaldflächen definiert werden. Links: klassiertes Vegetationshöhenraster. Mitte: räumliche Glättung des klassierten Rasters. Rechts: Jungwaldausscheidung (hellgrün: Jungwald, dunkelgrün: übriger Wald).

Quelle: AW

Weltweit laufen die Entwicklungen im Bereich LiDAR auf Hochtouren. Einerseits werden die erhobenen Daten selbst immer genauer, andererseits die Methoden immer ausgefeilter, um aus den Daten Informationen abzuleiten. Auch im Aufgabenbereich Wald, Jagd und Fischerei kann auf die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieser Daten in Zukunft kaum mehr verzichtet werden.



Ausschnitt aus einer Bestandeskarte (im Wald gezeichnet, nicht aus LiDAR-Daten hergeleitet). Die nummerierten Polygone markieren die Bestandes-einheiten. Die verschiedenen Farben stehen für die verschiedenen Entwicklungsstufen. Diese werden neu aus der Vegetationshöhe abgeleitet.

Quelle: AGIS