

Der Wald aus luftigen Höhen – die Österreichische Waldinventur macht ihn dingfest

Das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) hat immer wieder über Entwicklungen der Fernerkundung für die Österreichische Waldinventur (ÖWI) berichtet. Das alte Dilemma: Will man richtig hochauflösende Daten nutzen, so sind die Wiederholungszeiträume leider groß. Braucht man Daten in kurzen Zeitabständen, dann ist oft die räumliche Auflösung zu gering. Daher wird es immer wichtiger, die verschiedenen Datenquellen bestmöglich zu kombinieren.

Die Möglichkeiten zur fachgerechten und hochautomatisierten Interpretation von Luftbild und Co. wachsen laufend. Diese liefern für den Wald im Allgemeinen, für den Schutzwald oder die Kampfzone des Waldes im Speziellen sowie für andere Landnutzungen umfassende Datengrundlagen. Der Detaillierungsgrad der Information ist jetzt schon so hoch, dass wir für die ÖWI auch über kleinste Strukturen präzise Aussagen herausarbeiten können.

Im Zentrum steht das Luftbild

Für den forstlichen Nutzer von Luftbildinformationen ist das Orthophoto üblicherweise das einzige wertvolle Produkt. Es ist im Gegensatz zum ursprünglichen Luftbild „entzerrt“, hat damit einen einheitlichen Bildmaßstab und kann wie eine Karte gelesen werden. Daher verwenden wir auch manchmal den Begriff „Luftbildkarte“. Bei der Herstellung der Orthophotos muss die ursprüngliche 3D-Information auf 2D reduziert – plattgedrückt – werden. Damit geht die Tiefen-

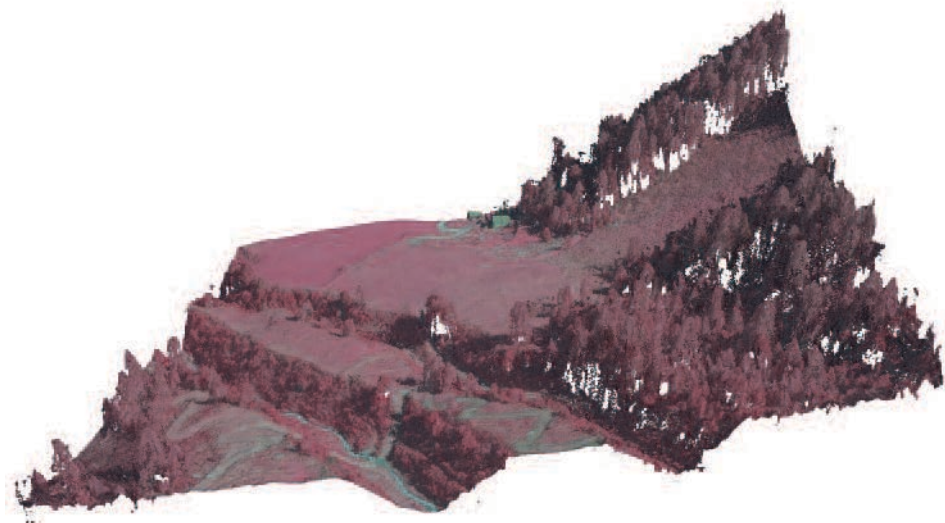
information verloren, die ursprünglich in den Luftbildern enthalten war.

Wie erhält man 3D-Information aus den Luftbildern? Der Mensch kann nur mit zwei Augen räumlich sehen und das gilt auch für das Luftbild: 3D benötigt immer zwei Bilder aus einem leicht unterschiedlichen Blickwinkel. Deshalb werden die digitalen Luftbilder heutzutage in Österreich mit einer Überlappung von bis zu 90 % erstellt. Mit speziellen Auswertegeräten können wir zwei Luftbilder zugleich ansehen – das linke Luftbild mit dem linken Auge, das rechte Bild mit dem rechten Auge und schon sehen wir 3D. Das funktioniert bei den 3D-Filmen im Kino übrigens genauso. Die „manuelle“ 3D-Luftbildauswertung gab es sogar schon vor dem Beginn der ÖWI in den 60er Jahren.

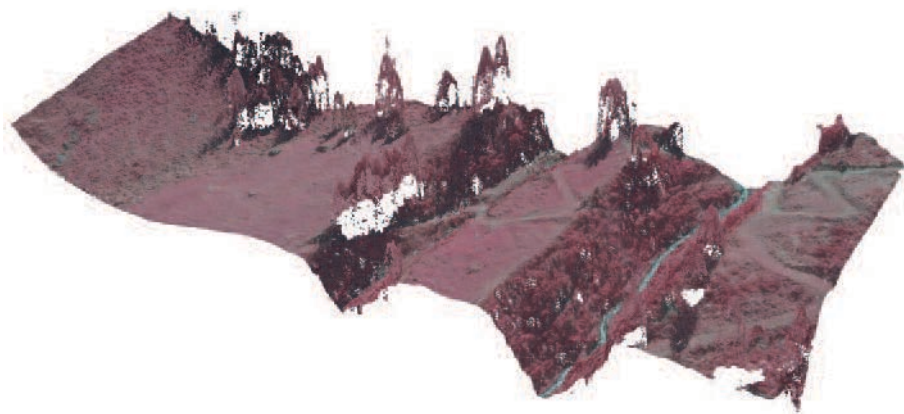
Bildmatching – eine Art Memory-Spiel

Im letzten Jahrzehnt wurde nun eine operationale, großflächig einsetzbare Methode entwickelt, um diesen Vorgang dem Computer anzuvertrauen. Dieses Verfahren wird „Bildmatching“ genannt. Das Kunststück, das der Computer dabei vollbringen muss, ist, in zwei überlagerten Bildern idente Pixel zu finden. Das bedeutet, dass zu jedem Pixel im linken Bild das ihm entsprechende Pixel im rechten Bild gefunden werden muss. Die Algorithmen dafür sind sehr kompliziert und bei einer Auflösung von 20 cm ist das eine langwierige Aufgabe. Programme, die das bewältigen, sind entsprechend teuer und benötigen trotz der am BFW vorhandenen großen Rechen-

Eine Matching-3D-Punkt-
wolke im Infrarotkanal.



Höhere Einzelbäume
entlang von Bächen sind
sehr detailliert erfasst.
Das gilt für alle Objekte,
soweit sie von der Sonne
ausreichend beleuchtet
sind.



kapazität viel Zeit, um die Ergebnisse zu
produzieren. Für ganz Österreich sind
das zirka zwei Jahre Rechenzeit.

Das Ergebnis ist jedoch beeindruckend:
Für jedes 20 x 20 cm Pixel in Österreich
gibt es dann X-, Y- und Z-Koordinaten,
die den Punkt im Raum genau festlegen.
Welche Information liefert diese Punkt-
wolke aus Luftbildern genau? Naturge-
mäß liegen Teile der Luftbilder im
Schatten. Dort arbeitet das Bildmatching
weniger genau oder versucht, sich
anhand der besser beleuchteten Bildteile
zu orientieren. Die Punktwolke reicht
auch nicht unter die Bäume. Daher kann
zumindest bei dichter Bedeckung durch
Vegetation kein digitales Geländemodell

(DGM) abgeleitet werden und die 3D-
Punktwolke aus dem Matching bildet
immer nur die Oberfläche der Vegetation
ab. Diese Daten erzeugen also das digi-
tale Oberflächenmodell (DOM).

Das Licht aus dem Dunkel holen

In den Daten der Punktwolke ist nicht
nur die genaue Lage im Raum, sondern
auch die Farbinformation gespeichert.
Wie beim Orthophoto stehen die vier
Kanäle (Rot, Grün, Blau und Infrarot) zur
Verfügung, hier aber in 3D. Diese sehr
wertvolle Kombination aus Lage im Raum
und Farbinformation ist für gematchte
Luftbilder einmalig und bislang in der
Wissenschaft noch gar nicht umfassend

genutzt. Das BFW strebt daher in laufenden und geplanten Projekten an, die gesamte Informationsfülle zu nutzen.

Eine wichtige Frage dabei wird der Schatten spielen, denn dieser ist der Schwachpunkt bei der Luftbildverarbeitung. Es gibt verschiedene Intensitäten von Schatten, die es zu trennen gilt. Nur im hundertprozentig schwarzen Schatten können wir die gewünschte Information gar nicht herausholen. In der 3D-Punkt- wolke kann er mit all seinen feinen Nuancen analysiert werden, um zusätzlich eine bessere Beurteilung der beleuchteten Bildteile zu ermöglichen.

Die richtige Mischung

Luftbilder haben für sich alleine schon eine enorme Informationskraft. Trotzdem ist es wichtig, sie gemeinsam mit anderen Fernerkundungsmethoden anzuwenden, um eine fachgerechte Information in guter Qualität zu erhalten. Das digitale Oberflächenmodell aus den Luftbildern mit dem ebenfalls sehr genauen digitalen Geländemodell zusammenzubringen, ist dabei der wichtigste Schritt. Dafür bietet eine alternative Fernerkundungstechnik, das Airborne Laser Scanning (ALS), eine hervorragende Grundlage. Anders als bei den Luftbildern ist es nicht auf Reflexionen des Sonnenlichtes angewiesen. Der Laserstrahl durchdringt zu einem gewissen Anteil die Vegetation bis auf den Waldboden und wird von dort auch reflektiert. Spezielle Filtertechniken erlauben die Trennung von Bodenpunkten von allen anderen, womit ein Geländemodell auch im Bestandesschluss berechnet werden kann. Wenn wir das digitale Geländemodell aus dem ALS vom digitalen Oberflächenmodell aus den Luftbildern abziehen (Oberfläche minus

Gelände), erhalten wir die Vegetationshöhen.

Leider ist das ALS deutlich teurer als die Luftbildbefliegung und kann daher nicht so oft flächendeckend für ganz Österreich durchgeführt werden. Luftbilder werden derzeit alle drei Jahre geflogen, für ALS gibt es noch keinen festen Wiederholungszyklus. Österreich ist aber ein Mal vollständig erfasst und viele Regionen werden gerade ein zweites Mal befliegen. Da sich aber die Vegetation durch Wachstum, Nutzungen und Kalamitäten viel rascher verändert als das darunter liegende Gelände, sind diese verschiedenen Wiederholungszyklen für die Aussagekraft des gemeinsamen Produktes nicht sehr störend.

Satelliten runden das Bild ab

Seit dem Jahr 2017 stellt der Sentinel 2-Satellit operational Bilder von der Erdoberfläche zur Verfügung. Er ist wie die Luftbildkameras mit optischen Sensoren ausgestattet und liefert mit großer zeitlicher Dichte (theoretisch alle fünf Tage) Bilder von ganz Österreich. Voraussetzung dafür ist aber, dass keine Wolken die Erdoberfläche verdecken. Die Pixelgröße ist mit 10 Meter 2.500 mal so groß wie die der Luftbilder. Trotzdem lässt sich auch diese Information mit den Informationen aus dem digitalen Oberflächenmodell und Geländemodell gewinnbringend verbinden. Derzeit arbeitet das BFW an einem Verfahren, um Waldschäden, wie sie heuer beispielsweise vom Borkenkäfer verursacht werden, möglichst rasch zu erkennen. Die Arbeiten haben gerade begonnen und erste Ergebnisse sind bis Jahresende zu erwarten.



Dr. Klemens Schadauer,
Dipl.-Ing. Christoph Bauerhansl,
Bundesforschungszentrum für Wald,
Institut für Waldinventur,
Seckendorff-Gudent-Weg 8,
1131 Wien,
klemens.schadauer@bfw.gv.at