

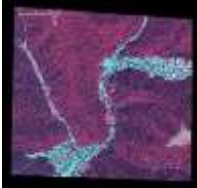
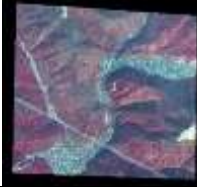
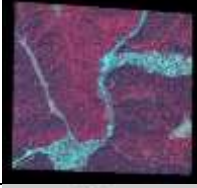

Automatische Forstinventur

-Extraktion von Laub- und Nadelwald sowie potentiellen Veränderungsflächen-

Die automatische Erfassung von Baumarten und Waldveränderungen für große Flächen spielt insbesondere bei der Überwachung von Gesundheitszustand und Abholzungs-/ Aufforstungsaktivitäten eine große Rolle. Speziell in dicht bewaldeten Regionen in Rumänien („Europas letzte Urwälder“) ist eine Forstinventur und Überwachung der Waldgebiete vom Boden extrem zeit- und kostenintensiv. Eine effektive Alternative stellt daher die Nutzung von Fernerkundungsdaten dar, z.B. gewonnen aus Satelliten-, Flugzeug- oder Drohnenaufnahmen. Diese bieten neben der Abdeckung großer Flächen weitere Vorteile, wie eine lange zeitliche Auflösung, die Aufnahme spektraler Bänder außerhalb des sichtbaren Lichts und die Erfassung von zusätzlichen Informationen durch Laserscanning.

Für die folgende Machbarkeitsstudie kooperiert die Tama Group mit Blom International Operations. Bei dieser Fallstudie geht es vor allem um die Extraktion von Laub- und Nadelwald sowie um die Erfassung potentieller (meist illegaler) Abholzungsflächen. Vier verschiedene Datensätze stehen dafür zur Verfügung (Tab. 1), welche jeweils eine Fläche von circa 25,4 km² abdecken.

Tab. 1: Verfügbare Datensätze

Sensor	Aufnahmezeitpunkt	Auflösung	Übersichtsbild
WorldView-2	24-08-2010	0,5 m	
WorldView-2	23-02-2016	0,5 m	
QuickBird-2	30-08-2011	0,5 m	
LiDAR	2010	~ 4 Punkte pro m ²	

Ziel der automatischen Objektextraktion durch Verknüpfung von VHR Satellitendaten mit LiDAR Informationen ist die Kartierung von Waldveränderungen im Zeitraum von 2010 bis 2011 sowie die statistische Erfassung der Laub- und Nadelwaldflächen im Untersuchungsgebiet. In einem ersten Schritt müssen alle Datensätze mit Hilfe von Passpunkten anhand eines Master-Bildes georeferenziert werden, um die Lagegenauigkeit der Einzelbilder einander anzupassen (Abb. 1).

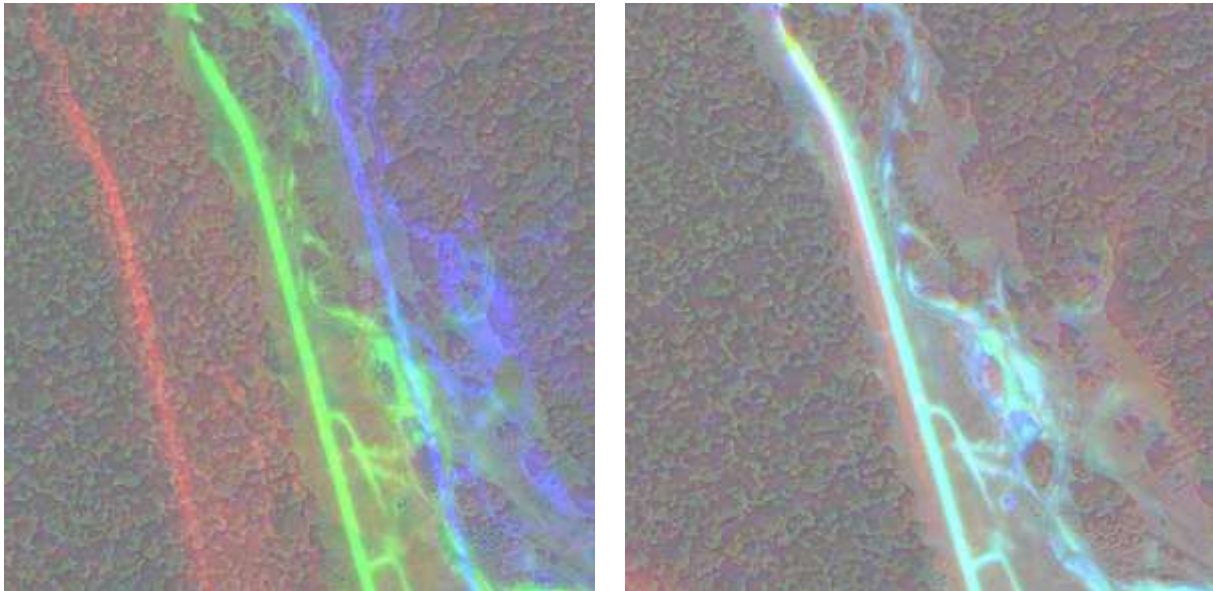


Abb. 1: RGB-Komposite der 3 Satellitenszenen vor (links) und nach (rechts) der Anpassung der Lage durch Passpunkte

Anschließend werden die importierten Layer für die Generierung weiterer Informationen genutzt, beispielsweise NDVI, Helligkeit, Höhe oder LiDAR-Intensität. Daraufhin kann eine Waldmaske erstellt werden, welche als Ausgangsbasis für die Untersuchung von Baumarten und Waldveränderungen dient. Nach Segmentierung der Waldflächen in homogene Bereiche zeigt ein Vergleich des NDVI von Objekten im Sommer 2010 (belaubt) und Winter 2016 (unbelaubt), ob es sich um Nadel- oder Laubbäume handelt. Für die Untersuchung von Veränderungen (speziell Abholzung) wird das WorldView-2 Bild von 2010 mit der QuickBird-2 Szene von 2011 verglichen. Dabei werden Schattenflächen zunächst ausmaskiert, um so nicht als falsch-positive Objekte charakterisiert zu werden. Anschließend können verschiedene Veränderungsklassen je nach Intensität der NDVI-Veränderungen extrahiert werden (Abb. 2). Die erzielten Ergebnisse ermöglichen detaillierte Aussagen zu Einzelobjekten sowie zur Gesamtstatistik (Tab. 2). Optional ist ein manuelles Editieren der Objekte mit Hilfe einer benutzerfreundlichen und individuell anpassbaren Oberfläche. Der Export kann auf vielfältige Weise erfolgen, z.B. als Vektordatei mit selektierten Merkmalen, in Tabellenform oder auch als eingefärbtes Raster.

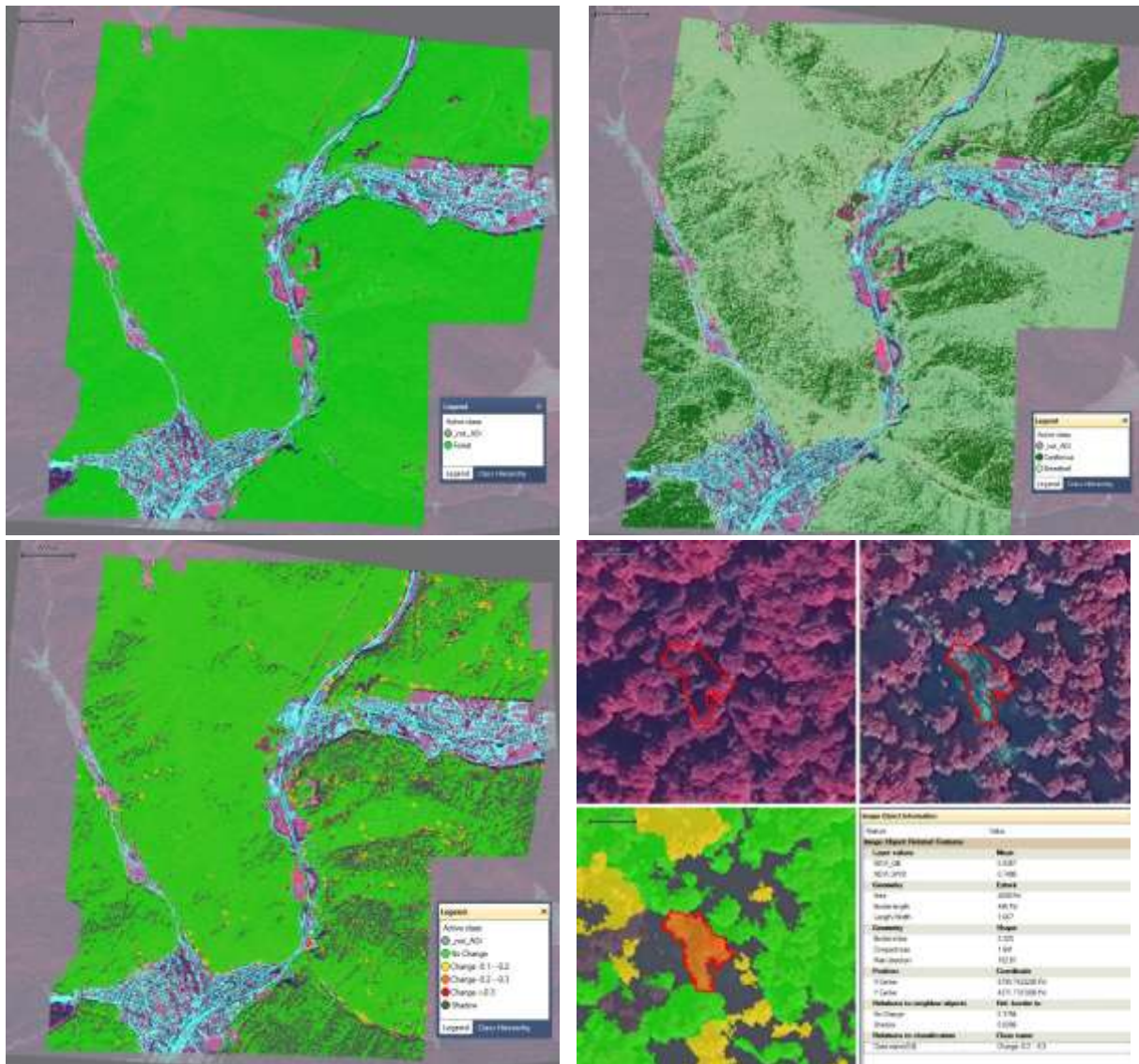


Abb. 2: Waldmaske (l.o.), Baumarten (r.o.), Veränderungskartierung (l.u.) und Detailansicht mit Objektparametern (r.u.)

Tab. 2: Statistiken zu den erzeugten Ergebnissen

Merkmal	Fläche	Anzahl der Objekte
Waldfläche	15,4 km ² (82,2 %)	-
- davon Laubwald	11,5 km ² (74,3 %)	-
- davon Nadelwald	3,9 km ² (25,7 %)	-
Veränderungen – gering	413.292 m ²	1.690
Veränderungen – mittel	26.841 m ²	93
Veränderungen – hoch	13.310 m ²	33

Übersicht über die Anwendung von Satellitendaten und Punktwolken zur automatischen Forstinventur

Eingangsdaten	Worldview-2, QuickBird-2, LiDAR
Vorverarbeitung	Georeferenzierung der Daten anhand von Passpunkten
Software	eCognition Developer eCognition Server (empfohlen für große Datensätze) eCognition Architect (empfohlen für individuelle Benutzeroberflächen)
Ruleware	Tama Group mehrstufiger Ansatz: <ul style="list-style-type: none">• Erzeugung von Zusatzinformationen auf Rasterebene• Segmentierung homogener Bereiche auf Basis aller vorhandenen Layer• Zuweisung von Baumarten und Veränderungsklassen innerhalb der erstellten Waldmaske• Berechnung von Statistiken für den Export
Ergebnisse	Ausgabeformat: <ul style="list-style-type: none">• Bilddaten (JPEG/TIF/PNG)• Vektordaten der Objekte (SHP)• Statistiken



Die Tama Group ist auf automatisierte Informationsextraktion spezialisiert, insbesondere auf objekt-basierte Bildanalyse mit eCognition.

Wir analysieren Bilder von verschiedensten Sensoren und verfeinern unsere Methoden der Automatisierung von Informationsextraktion immer weiter. Dabei kombinieren wir maschinelles Lernen, deep learning und Expertenwissen.

Mit unserem **Forstportal** sind wir in der Lage, praktisch jedem Forstbetrieb einen bildbasierten digitalen Zwilling seines Waldes anzubieten. So können wir übersichtlich wichtige Informationen zum bewirtschafteten Waldgebiet bereitstellen.

Unsere **Informationsfabriken** bieten Lösungen für spezifische Fragestellungen in verschiedensten industriellen Bereichen wie Landwirtschaft, Bauwirtschaft, Energie, Transport, Umweltschutz und Materialwissenschaften.

Distribution von Trimble eCognition: Wir bieten ein umfangreiches Vertriebs-, Support- und Trainingsportfolio, inklusive unseres 4D-Wartungspaketes.