

Jährliches Höhenwachstum als Schlüssel zum Bestandesalter: Ableitung der Altersstruktur von Waldbeständen mit multitemporalen, bildbasierten Höhenmodellen

Selina Ganz^{1,2}, Martin Denter¹, Luca Guth¹, Melanie Kirchhöfer¹, Petra Adler¹

¹ Abteilung Biometrie und Informatik, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), 79100 Freiburg, Deutschland – selina.ganz@forst.bwl.de, martin.denter@forst.bwl.de, luca.guth@forst.bwl.de, melanie.kirchhoefer@forst.bwl.de, petra.adler@forst.bwl.de

² Lehrstuhl für Sensorgestützte Geoinformatik (geosense), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 79098 Freiburg, Deutschland – selina.ganz@felis.uni-freiburg.de

Keywords: remote sensing, forest age, biodiversity-relevant forest structures, time series.

Der Alterszustand von Waldbeständen stellt einen zentralen Indikator für die ökologische Wertigkeit von Wäldern dar, da ältere Bestände oftmals eine höhere Strukturvielfalt und damit größere Bedeutung für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten besitzen. Entsprechend ist das Bestandesalter eine Schlüsselgröße für das Biodiversitätsmonitoring sowie die Ausweisung oder das Management von Schutzgebieten oder Habitatbaumgruppen. Bisher existieren keine flächendeckenden Informationen zum Bestandesalter von Wäldern; Altersangaben liegen meist nur punktuell aus Inventuren vor oder werden auf Bestandesebene geschätzt oder fortgeschrieben. Im Rahmen des von der Landesregierung Baden-Württemberg geförderten Projekts Monitoring der Biodiversität mit Methoden aus der Fernerkundung (MoBiTools) werden fernerkundungs-basierte Verfahren zur Schätzung des Baumalters entwickelt.

Die Ableitung des Baumalters ergibt sich aus der Kombination folgender zwei Grundannahmen: a) Je höher die Bäume, desto älter sind sie, b) Je stärker das Höhenwachstum kumuliert, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass der Baum ein hohes Alter aufweist. Als Referenz für das Baumalter dienen forstbetriebliche Inventur- und Forsteinrichtungsdaten. Für die Modellierung werden (i) multitemporale, bildbasierte digitale Höhenmodelle aus etwa fünf Luftbildbefliegungen (2011-2024), (ii) eine aktuelle Baumartenkarte auf Basis einer multitemporalen Sentinel-2-Zeitreihe, und (iii) standortbezogene Variablen (z. B. Bodenfeuchte, Geländehöhe) herangezogen. Aus den Höhenmodellen werden sowohl aktuelle Baumhöhen als auch Metriken zum jährlichen Höhenwachstum abgeleitet. Zur Modellierung wird ein Random-Forest-Modell trainiert. Die Modellgüte ist altersabhängig: Bestände mittleren Alters werden am genauesten abgebildet, während bei jüngeren und älteren Beständen größere Unsicherheiten bestehen. Die Analyse der Variable-Importance bestätigt, dass die Metriken zum jährlichen Höhenwachstum zu den wichtigsten Prädiktoren zählen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kombination aus Baumhöhe und jährlichem Höhenwachstum ein leistungsfähiger Proxy für das Bestandesalter ist. Eine jährlich aktualisierbare, flächendeckende Karte des Baumalters könnte zukünftig ein praxisnahes Instrument für Forst- und Naturschutzbehörden, Waldbesitzende, Naturschutzorganisationen und Planungsinstanzen darstellen, um potenzielle Biodiversitätsschwerpunkte und strukturreiche Altbestände unabhängig von Betriebs- und Eigentumsgrenzen zu identifizieren. Damit leistet die entwickelte Methode einen entscheidenden Beitrag zur evidenzbasierten Priorisierung von Erhaltungs-, Entwicklungs- und Managementmaßnahmen im Rahmen eines landesweiten Biodiversitätsmonitorings.