

KI-gestützte Baumartenerkennung aus LiDAR- und RGB-Daten – ein praxiserprobter Workflow für heterogene Datensätze

Welche Herausforderung adressiert der Beitrag?

Die automatisierte Baumartenerkennung auf Basis von Fernerkundungsdaten stellt seit Jahren ein zentrales Entwicklungsfeld der digitalen Forstwirtschaft dar. Insbesondere KI-gestützte Verfahren in Kombination mit UAV-basierten LiDAR- und RGB-Daten versprechen praxistaugliche Ergebnisse, auch für anspruchsvolle Fragestellungen der Waldinventur. In der praktischen Anwendung zeigt sich jedoch, dass viele dieser Verfahren unter realen Einsatzbedingungen weiterhin an ihre Grenzen stoßen.

Eine der größten Herausforderungen liegt in der starken Heterogenität der Datensätze, wie sie in der forstlichen Praxis unvermeidlich auftritt. Unterschiede in der Phänologie (Laub- und Belaubungszustand, jahreszeitliche Variationen), wechselnde Beleuchtungsverhältnisse, unterschiedliche Sensorik, variierende Flughöhen und Punktdichten sowie unterschiedliche Aufnahmetermine führen zu erheblichen Unterschieden in den Eingangsdaten. KI-Modelle, die unter idealisierten oder stark standardisierten Bedingungen trainiert wurden, lassen sich daher häufig nur eingeschränkt auf neue Datensätze übertragen.

Der Beitrag adressiert diese Diskrepanz zwischen wissenschaftlich vielversprechenden Modellansätzen und deren praktischer Einsetzbarkeit. Ziel ist es, einen Workflow vorzustellen, der nicht auf homogene Trainingsdaten angewiesen ist, sondern systematisch mit realen, heterogenen UAV-LiDAR- und RGB-Datensätzen umgehen kann und dabei dennoch stabile und belastbare Ergebnisse liefert.

Welche Stakeholder sind konkret betroffen?

Von dieser Herausforderung sind mehrere Akteursgruppen unmittelbar betroffen:

Die zunehmende strukturelle Komplexität der Wälder sowie der wachsende Fachkräftemangel stellen forstliche Ingenieurbüros vor erhebliche Herausforderungen. Klassische Forsteinrichtungsverfahren stoßen unter diesen Bedingungen zunehmend an ihre Grenzen, während gleichzeitig die Anforderungen an Aktualität, Detailtiefe und thematische Breite der Daten steigen. KI-gestützte Verfahren auf Basis von LiDAR- und RGB-Daten gewinnen daher als skalierbare und praxistaugliche Werkzeuge zur Unterstützung der forstlichen Praxis zunehmend an Bedeutung.

Waldbesitzer und Forstbetriebe benötigen verlässliche Baumarteninformationen als Grundlage für Bewirtschaftungsentscheidungen, Waldumbau, Risikobewertungen und Monitoringaufgaben. Ungenaue oder instabile Ergebnisse aus KI-Verfahren können hier zu Fehlentscheidungen führen und die Akzeptanz digitaler Methoden beeinträchtigen.

Softwareanbieter und Entwickler digitaler Forstlösungen sind ebenfalls betroffen, da sie Verfahren implementieren müssen, die in unterschiedlichen Regionen, Beständen und Datensituationen funktionieren und wirtschaftlich betreibbar sind.

Darüber hinaus sind Verwaltungen, Forschungseinrichtungen und Organisationen mit Berichtspflichten (z. B. im Kontext von Klimaanpassung, Biodiversität oder CO₂-

Bilanzierung) auf belastbare Baumartendaten angewiesen, die sich auch über größere Flächen und Zeiträume hinweg konsistent erzeugen lassen.

Welchen Praxisbezug stellt der Beitrag her?

Der Praxisbezug des Beitrags liegt in der konsequenten Orientierung an realen Anwendungsfällen. Der vorgestellte Workflow basiert auf UAV-LiDAR- und RGB-Datensätzen aus unterschiedlichen Beständen, Aufnahmezeiträumen und Umweltbedingungen, wie sie in der täglichen forstlichen Arbeit anfallen.

Der Beitrag beschreibt den vollständigen Prozess von der Datenerfassung über die Vorverarbeitung und Feature-Ableitung bis hin zum KI-Training, zur Validierung und zur praktischen Anwendung der Ergebnisse. Ein besonderer Fokus liegt auf der Frage, wie mit typischen Praxisproblemen umgegangen werden kann, etwa:

- unterschiedlichen phänologischen Zuständen der Bestände,
- variierender Beleuchtung bei RGB-Aufnahmen,
- wechselnder Punktdichte und Datenqualität bei LiDAR-Erfassungen,
- unvollständigen oder ungleichmäßig verteilten Trainingsdaten.

Anhand konkreter Beispiele wird gezeigt, welche Schritte zur Stabilisierung der Modelle beitragen und welche Annahmen sich in der Praxis als problematisch erweisen. Der Beitrag verzichtet bewusst auf idealisierte Laborbedingungen und stellt stattdessen reproduzierbare, nachvollziehbare Prozessschritte in den Vordergrund, die direkt in bestehende forstliche Workflows integriert werden können.

Wie praxistauglich ist der Ansatz?

Der vorgestellte Ansatz ist explizit auf Praxistauglichkeit und Übertragbarkeit ausgelegt. Er wurde nicht als einmalige Demonstration entwickelt, sondern mehrfach in unterschiedlichen Projekten angewendet und weiterentwickelt.

Der Workflow ist modular aufgebaut und lässt sich an verschiedene Projektgrößen und Datenquellen anpassen. Er erfordert nicht zwingend standardisierten Referenzdatensätze, sondern arbeitet gezielt mit der Heterogenität der Eingangsdaten. Dadurch eignet sich der Ansatz sowohl für kleinere Flächen mit begrenztem Trainingsdatenumfang als auch für größere Inventurprojekte.

Zudem wird im Beitrag transparent aufgezeigt, wo die aktuellen Grenzen des Ansatzes liegen und welche Qualitätsanforderungen trotz aller Robustheit eingehalten werden müssen. Dies ermöglicht eine realistische Einschätzung des Einsatzpotenzials und verhindert überzogene Erwartungen an KI-basierte Verfahren.

Insgesamt zeigt der Beitrag, dass KI-gestützte Baumartenerkennung aus LiDAR- und RGB-Daten bereits heute praktisch einsetzbar ist – aber auch, wo es noch zu lösende Hürden gibt.