

Den Wald der Zukunft **gestalten wir in der Verjüngung** – welchen Beitrag kann KI leisten? Wie kommen wir an Trainingsdaten? Projekt SANDRO¹ gibt ein Beispiel aus dem Berg- und Schutzwald

Richard Heitz², Moritz Camenzind²

Der Wald der Zukunft soll klimafit sein, und ein besonders wichtiger Faktor dafür ist die Baumartenmischung. Nach dem Motto „wer streut, rutscht nicht“, soll der gemischte Wald auch für eine Klimazukunft mit vielen Unsicherheiten vorbereitet sein. Mit einer breiten Palette an Baumarten mit unterschiedlichen Ansprüchen und Toleranzen ist man dafür nach übereinstimmender Auffassung der Experten am besten aufgestellt.

KI könnte dazu beitragen, die Bereiche mit dem dringendsten Handlungsbedarf möglichst effizient zu identifizieren und zu entwickeln. Denn durch gezielte waldbauliche Steuerung in der Jugendphase von Waldbeständen kann selbst bei einer Ausgangssituation mit nur wenigen Mischbaumarten noch ein recht gemischter Altbestand entstehen. Hochauflösende drohnengestützte Fernerkundung hat das Potenzial, auch in Jungbeständen die gewünschten Zukunftsträger einzelbaumbezogen zu identifizieren.

Wir präsentieren hier einen Ansatz zum Verjüngungsmonitoring, der für den Schutzwald entwickelt wird, der aber im Grundsatz auch auf andere Verjüngungssituationen übertragbar ist. Für Schutzwaldsanierungsflächen, also sehr offene Waldbestände, gewinnen wir unsere Trainingsdaten für die Baumerkennung und die Baumartenklassifikation in einem kombinierten Annotationsverfahren aus Luftbildinterpretation am Stereobildschirm (Abbildung 1) und am Orthofoto. Die stereoskopische Betrachtung von Drohnenluftbildern mit einer Bodenauflösung von 5 mm lässt sogar Einzelblätter erkennen und ermöglicht mit etwas Erfahrung in der Regel eine Baumartenansprache auch sehr kleiner Pflanzen unter 1 Meter Höhe. Auf diese Weise wird es möglich, notfalls auch ohne echten Gelände-„ground truth“ eine KI anzulernen und zu validieren.

Für die Objekterkennung setzen wir auf die Open-Source-KI "You Only Look Once" (YOLO). YOLO bietet eine gute Kombination aus Genauigkeit, Einfachheit und Geschwindigkeit und findet breite Anwendung in unterschiedlichen Bereichen. Der Herausforderung großer struktureller Vielfalt von der 50 cm kleinen Sanierungspflanze bis hin zur alten, 25 Meter großen Kiefern begegnen wir mit zwei Modellen unterschiedlicher Auflösung und Flächenabdeckung. Auch Totholz und technische Verbauungsstrukturen wie Dreibeinböcke werden mit klassifiziert (Abbildung 2).

Der Königsweg hin zum klimafitten Wald führt aber über die Vorausverjüngung unter dem Schirm des Altbestandes. Besonders im Schutzwald geht es dabei auch um eine kontinuierliche Schutzwirkung gegen Naturgefahren. Um den Blick von oben auch unter das Kronendach zu schaffen, setzen wir auf eine Fusionierung von Lidar- und Luftbilddaten. Lidarpulse können auch durch ein relativ geschlossenes Fichtenkronendach bis zum Boden gelangen und bodennahe Strukturen erkennen lassen. GAP-fraction bzw. LAI-Profile bieten einen praktikablen Weg, um die vertikale Struktur des Bestandes auf Verjüngung und Nachhaltsstruktur hin zu analysieren (Abbildung 3). Die Luftbildinformation im Zwischenkronenbereich kann helfen, bodennahe Strukturen tatsächlich als Bäume zu verifizieren, von der Bodenvegetation abzugrenzen und bis hin zur Baumart zu klassifizieren.

Wir stehen mitten im Projekt, und die Entwicklung ist sehr dynamisch. Wir hoffen, mit unserem Beitrag insbesondere einen methodischen Impuls zu setzen, denn um flächenwirksam zu werden, braucht es ein Vorgehen auf breiter Front. Die Generierung von Trainingsdaten kann hier ein erster Schritt sein. Gerne

teilen wir unsere Erfahrungen, um zum Beispiel am Stereobildschirm lagerichtig im Subdezimeterbereich zu annotieren. Gerne möchten wir aber auch aus der Diskussion Anregungen für uns selbst mitnehmen.



Abbildung 1: Stereoannotation am hochauflösenden Drohnenluftbild mit Lagerichtigkeit im sub-Dezimeterbereich zur Gewinnung von Trainingsdaten im Bereich der Baumverjüngung. Hier im Vergleich mit hochgenauer terrestrischer RTK-GNSS-Vermessung

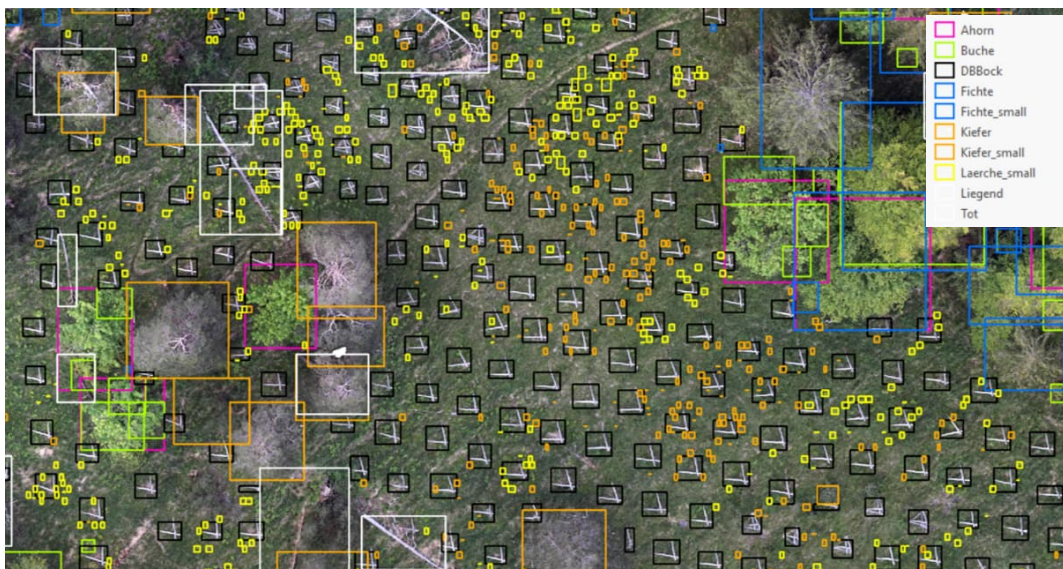
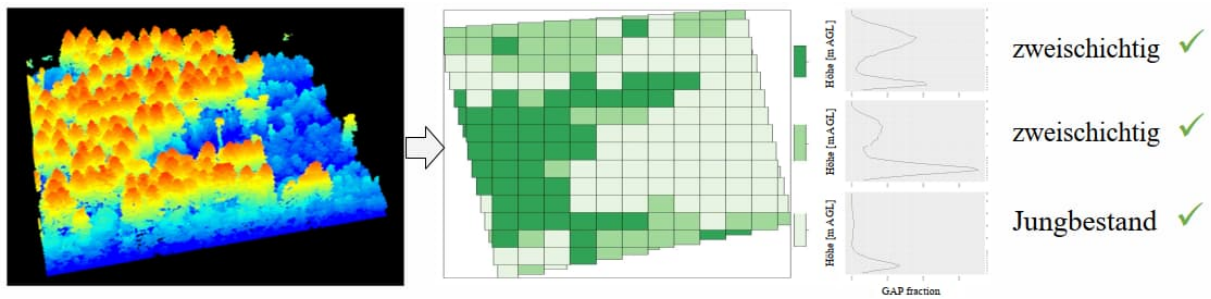


Abbildung 2: Orthomosaikausschnitt einer Schutzwaldsanierungsfläche mit den kombinierten Detektionen der vorläufigen YOLO-Modelle für Jung und Altbäume, Totholz und Dreibeinböcke als technische Verbauungsstruktur.



a) Lidar-Punktwolke eines Modellbestandes

b) Klassifikation und Clusterbildung nach vertikaler Struktur (GAP-fraction-Profile)

c) Vertikale Strukturtypen und Resilienzbewertung

Abbildung 3: Workflow von der Lidar-Punktwolke eines Modellbestandes über die Ableitung von vertikalen Strukturtypen bis hin zur Resilienzbewertung

¹ Das Projekt SANDRO wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus gefördert

² Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Ansprechpartner:

Dr. Richard Heitz

richard.heitz@lwf.bayern.de