

Raytracing statt Orthomosaik: Ein innovativer Ansatz zum KI-gestützten Verjüngungsmonitoring im Schutzwald

Moritz Camenzind¹, Richard Heitz¹

Ein klimafitter Wald der Zukunft braucht eine höhere Baumartenmischung. Nach dem Prinzip „wer streut, rutscht nicht“ erhöht Vielfalt die Stabilität gegenüber einer unsicheren Klimazukunft. Expertinnen und Experten sind sich einig, dass ein breites Spektrum an Baumarten mit unterschiedlichen Ansprüchen und Toleranzen hierfür die beste Ausgangslage bietet. Die Weichen auf dem Weg dorthin werden in der Verjüngungsphase gestellt.

Künstliche Intelligenz kann dazu beitragen, jene Bereiche effizient zu identifizieren, in denen ein Defizit bei Verjüngung oder Mischung und folglich besonders dringender Handlungsbedarf besteht. Durch gezielte waldbauliche Steuerung in der Jugendphase lassen sich selbst aus Beständen mit zunächst wenigen Mischbaumarten später vielfältige Altbestände entwickeln. Hochauflösende, drohnengestützte Fernerkundung besitzt das Potenzial, solche zukünftigen Zielbäume bereits in Jungbeständen einzelbaumbezogen zu erkennen.

Dieses Potenzial lässt sich jedoch nur mit Bilddaten hoher Qualität und präziser Georeferenzierung ausschöpfen. Üblicherweise wird hierfür Photogrammetrie mit anschließender Erstellung eines Orthomosaiks eingesetzt. Das Verfahren bietet zwar eine hohe geometrische Genauigkeit und erlaubt eine einmalige, mosaikweite Objektdetektion, führt jedoch zu einer geringeren Detailschärfe verglichen mit den Originalbildern. Zudem erzeugt das Verfahren häufig Artefakte – insbesondere in Kronen- und Zwischenkronenbereichen (Abbildung 1).

Wir präsentieren einen alternativen Ansatz zum Verjüngungsmonitoring, der direkt auf den hochauflösenden Originalbildern operiert und damit die für Artefakte anfällige Orthomosaikerstellung vollständig umgeht. Die Methode basiert auf einem Raytracing-Verfahren, das das Oberflächenmodell sowie die innere und äußere Kameraorientierung nutzt (Abbildung 2). Dieser Ansatz ermöglicht die präzise Transformation zwischen lokalen Bildkoordinaten und einem globalen Koordinatensystem – sowohl in Vorwärts- als auch in Rückrichtung.

Der Ansatz ist in einen durchgehenden Workflow integriert: Trainingsdaten werden per Luftbildinterpretation im Stereobild erhoben und anschließend auf einzelne Originalbilder projiziert, wodurch sich die Menge der Trainingsdaten deutlich erhöht. Diese Annotationen werden dann zum Training der Open-Source-KI YOLO („You Only Look Once“) verwendet. Die Objektdetektion mit dem trainierten Modell erfolgt ebenfalls auf den Originalbildern; die detektierten Positionen werden anschließend zurück in ein globales Koordinatensystem projiziert. Abschließend werden die Detektionen mittels eines Non-Maximum-Suppression-

Filters bereinigt und anschließend in einem einzigen Shapefile zusammengefasst (Abbildung 3).

Die Methode befindet sich derzeit in der Erprobungsphase, wird weiterentwickelt und mit gängigen Verfahren der einzelbaumbezogenen Detektion verglichen. Über den Einsatz im Schutzwald hinaus bietet sie das Potenzial, zu einer präziseren Objektdetektion und -klassifikation in vielfältigen Anwendungen beizutragen.

Die Entwicklungsarbeiten erfolgen im Rahmen von Projekt SANDRO mit besonderem Fokus auf Schutzwälder. Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus gefördert.



Abbildung 1: Artefakte im Zwischenkronenbereich mit unscharfen Orthomosaikbereichen und nicht rekonstruierbaren weißen Zonen.

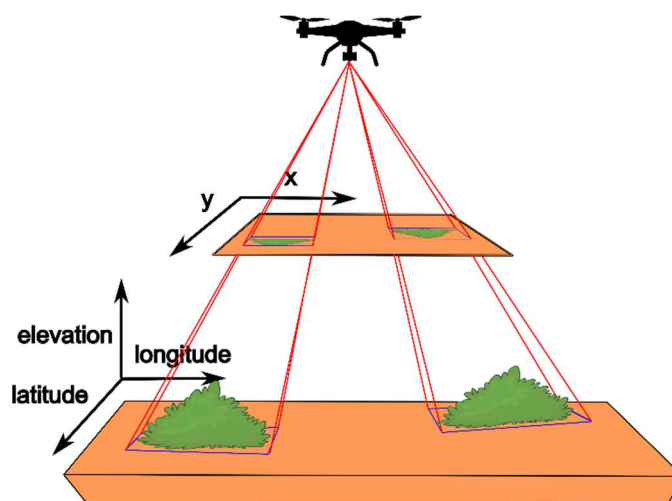


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Raytracing-Verfahrens zur Projektion der 2D-Detektionen in 3D-Koordinaten.

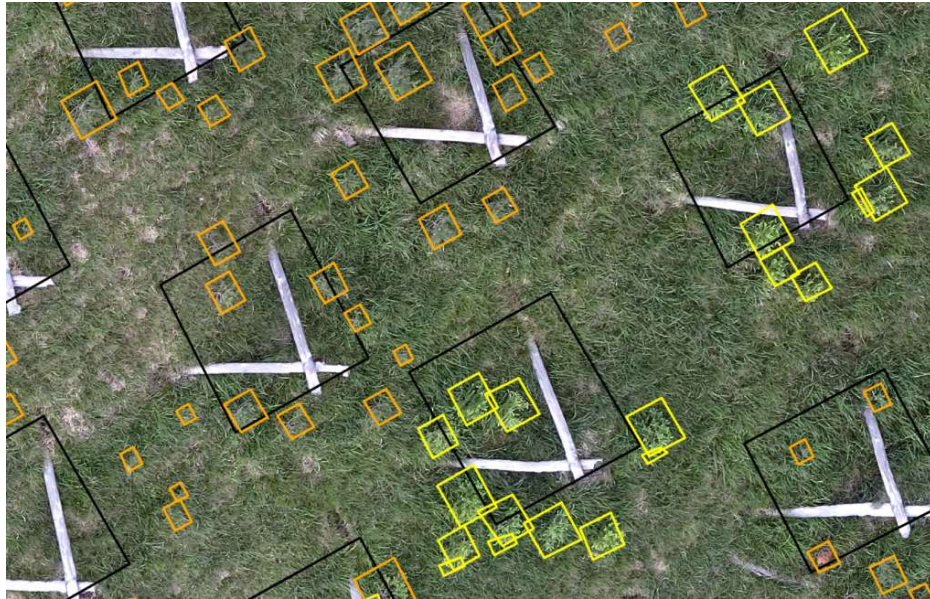


Abbildung 3: Finales Shapefile mit den Detektionen der Dreibeinböcke (schwarz), Kiefern (orange) und Lärchen (gelb).

¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Ansprechpartner:

Moritz Camenzind

Moritz.camenzind@lwf.bayern.de