

Eine Drohne mit Greifarm und Kreissäge

Probenahme aus der Luft: Drohnen können die Saatguternteeinschätzung optimieren – zum einen indem sie Astproben entnehmen. Zum anderen indem sie Luftbilder und damit wichtige Daten liefern. Beides spart Kosten und Arbeitszeit bei der Erntebewertung.

Um Ressourcen effizient zu nutzen und die Produktivität bei der Saatguternte zu maximieren, ist die vorhergehende Einschätzung von Ertrag und Qualität des Saatguts in den Baumbeständen entscheidend. Traditionelle Methoden der Erntebewertung sind jedoch oft zeitaufwendig und ressourcenintensiv. Drohnen bieten eine kostengünstige Plattform für die Erfassung hochauflösender Bilddaten und haben sich als wertvolle Werkzeuge in der Land- und Forstwirtschaft erwiesen. Im Projekt UAV-SEE arbeiten die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) und das Amt für Waldgenetik (AWG) zusammen, um die Einsatzmöglichkeiten von Drohnen zur Erstellung von Luftbildern und zur Probenentnahme direkt aus den Baumkronen zu untersuchen.

Drohnenbilder als Basis für die Ernteprognose

Drohnenbilder und sogenannte Orthophotos werden zur Ernteprognose und Bestandsaufnahme genutzt. Ein Orthophoto ist eine verzerrungsfreie, georeferenzierte und maßstabstreuere Darstellung der Erdoberfläche – und ermöglicht somit präzise und konsistente Analysen. Solche Aufnahmen ermöglichen das Zählen und Schätzen von Saatgut und die Zuordnung zu einzelnen Bäumen, was wertvolle Informationen zur Bewirtschaftung liefert.

Durch die Verwendung von Methoden des maschinellen Lernens können Orthophotos automatisch analysiert werden, um produktive von weniger produktiven Bäumen zu unterscheiden. Dies liefert wertvolle Informationen zur Bewirtschaftung und Optimierung der Ernteprozesse.

Bei der Nutzung von drohnengetragenen Kameras zur Ernteprognose ist die Auflösung sehr hoch anzusetzen, insbesondere bei Bäumen mit kleinen Samen wie der Buche. Um zu niedrige Flughöhen zu vermeiden, sind besonders hoch-

40 – 80

Bäume pro Tag könnte ein erfahrenes Team mit der Drohne beproben – vorausgesetzt, es sind genügend Akkus vorhanden.

auflösende Kameras erforderlich. Optimale Wetterbedingungen sind von Vorteil: Es sollte wenig bis kein Wind herrschen; eine durchgehende Bewölkung sorgt für diffuses Licht und damit eine gleichmäßige Ausleuchtung der Baumkrone sowie verminderten Schattenwurf.

Foto: Andreas Müller, AWG



Der Quadrocopter mit montiertem Greifarm und Kamera ermöglicht die einfache Probenahme aus der Baumkrone.

Für optimale Orthophotos wird der Flug im Doublegrid-Muster empfohlen. Unter schwierigen Bedingungen sollte die Drohne für jedes Bild sogar kurz anhalten, um die Bildqualität zu maximieren. Diese Vorgehensweise führt jedoch zu langen Flugzeiten, wodurch nur kleinere Flächen pro Flug erfasst werden können. Zusätzlich sind für die Ernteprognose mit der Kamera viele und hochwertige Trainingsdaten von unterschiedlichen Baumarten und deren Samen notwendig, um Deep-Learning-Modelle effektiv zum Auszählen der Samen zu nutzen. Die Erstellung dieser Trainingsdaten erfordert aufwendige manuelle Label-Arbeiten.

Für die direkte Probenentnahme verwenden wir einen von einer Drohne getragenen Greifarm. Diese Technologie erlaubt die Entnahme von Astproben für DNA-Analysen und Samenproben zur Qualitätssicherung, die sonst nur aufwendig zu gewinnen sind. Der Greifarm wird an einer Trägerdrohne montiert. Er besteht aus einem Greifer und einer kleinen Kreissäge, die mit einem eigenen Akku betrieben wird. Die Steuerung erfolgt über eine separate Fernbedienung, die mit einem Display ausgestattet ist, um den Greifvorgang in Echtzeit zu visualisieren. Dies ermöglicht ein präzises Anfliegen, Greifen und Schneiden der Äste.

Für den Einsatz des Greifarms wird eine DJI Matrice 210 RTK Drohne inklusive Bodenstation verwendet. Hinzu kommen 14 Drohnen-Akkus. Die Drohne benötigt für den Betrieb zwei Akkus, sodass sieben Flüge von jeweils etwa 15 bis 20 Minuten bewerkstelligt werden können. Oberhalb des Greifarms ist eine Kamera angebracht, die den Greifvorgang aufnimmt.

Astproben per Drohne entnehmen erspart Kletterei

Der Ablauf der Probenahme beginnt mit der Festlegung der Ausrichtung des Greifarms (vertikal, horizontal oder eine Zwischenstellung), abhängig von der Wuchsrichtung der Äste. Die Drohne wird dann gestartet und auf eine sichere Höhe manövriert. Anschließend wird der Probbaum angesteuert und mithilfe der Kamera ein geeigneter Ast ausgewählt.

Sobald der Ast in Reichweite des Greifarms ist, wird die Greifsequenz ausgelöst. Der Greifarm packt den Ast und drückt ihn gegen das rotierende Sägeblatt, bis der Ast durchtrennt ist. Der Greif-

arm bleibt geschlossen und der Ast kann transportiert werden. Diese Methode ermöglicht eine schonende, sichere und effiziente Probenahme ohne aufwendige und gefährliche Kletteraktionen. Durch den Einsatz dieser Technologie konnten bereits wertvolle wissenschaftliche Daten zur Analyse von Baumkrankheiten und genetischen Informationen gewonnen werden.

Herausforderungen und Grenzen der Technik

Die Geschwindigkeit der Probenahme mit dem Greifarm hängt stark von der Komplexität der Waldbestände ab. Entscheidend ist die Einsehbarkeit in die Baumkronen, eventuelle Hanglagen und die Baumart selbst, die beprobt werden soll sowie natürlich die Erfahrung des Drohnenpiloten. Es ist wichtig, dass die Äste gut mit dem Greifarm zu packen sind. Knorrige und stark verästelte Zweige lassen sich nur schwer greifen und können die Dauer der Probenahme stark verlängern. Für den Einsatz sind mindestens zwei Personen notwendig: ein Pilot und ein Beobachter. Dies dient einerseits der Sicherheit und andererseits, um die Bäume optimal anzusteuern. Die wichtigste Limitierung ist die Anzahl der verfügbaren Akkus. Pro Flug können Proben von etwa zwei



Fotos: Andreas Müller (AWG)

Anfliegen des gewünschten Probeastes und Auslösen der Greif- und Schneidesequenz.

bis vier unterschiedlichen Bäumen entnommen werden. Da die Drohne zwei Akkus für den Betrieb benötigt, können mit den 14 Akkus, die für das Projekt zur Verfügung stehen, sieben Flüge durchgeführt und Proben von 15 bis 30 Bäumen gesammelt werden. Ein erfahrenes Team kann bei unlimitierter Anzahl an Akkus schätzungsweise 40 bis 80 Bäume pro Tag beproben, wobei dies stark von der Baumart und der Komplexität des Waldbestandes abhängt. Bei einsetzendem Regen und zu starkem Wind muss der Drohnenflug jedoch unterbrochen werden.

Bleibt also festzuhalten: Die Einschätzung des Ertrags und der Qualität von Saatgut in Baumbeständen ist von entscheidender Bedeutung, um die Produktivität zu maximieren, Ressourcen effizient zu nutzen und die Versorgungssicherheit mit hochwertigem Saatgut zu gewährleisten. Traditionelle Methoden der Erntebewertung sind oft zeitaufwendig und ressourcenintensiv. Der Einsatz von Drohnen stellt eine kostengünstige Möglichkeit für die Erfassung hochauflösender Bilddaten und die Entnahme von Proben direkt aus den Baumkronen dar.

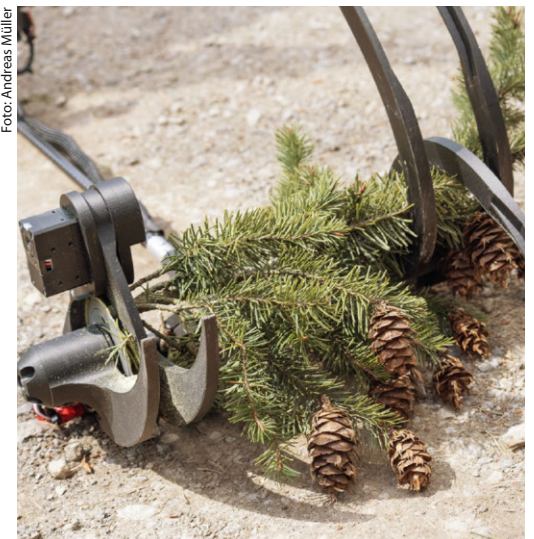


Foto: Andreas Müller

Erfolgreich entnommene Astprobe einer Douglasie inklusive Zapfen.

Das Projekt UAV-SEE zeigt, wie innovative Drohnentechnologien in der Forstwirtschaft zur Fernerkundung und zur Probenahme eingesetzt werden können. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die Qualität der Saatguternte weiter zu verbessern und somit die Gesundheit und Nachhaltigkeit der Wälder zu sichern.

Simon Ecke,
Dr. Hans-Joachim Klemmt,
LWF
Sebastian Kienlein,
Dr. Joachim Hamberger,
AWG