

## 3.4 Holzernte – Fokus Logistik/IT

### 3.4.3 Smart Forest Worker

Möglichkeiten und Vorteile des „Wald und Holz 4.0“-Ansatzes in der motormanuellen Holzernte – Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0

#### Motivation

Wald und Holz 4.0 überführt die grundlegenden Konzepte und Methoden von Industrie 4.0 auf den Cluster Wald und Holz. Das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 stellt die notwendigen Kompetenzen und Infrastrukturen zur Entwicklung und Demonstration der Wald und Holz 4.0-Vision, zur Erforschung neuer Komponenten, Prozesse und Geschäftsmodelle sowie zur Weiterbildung und Beratung der Clusterakteure zur Verfügung und garantiert so die konsequente Verfolgung der Wald und Holz 4.0-Vision. Als Anwendung der Konzepte von Wald und Holz 4.0 steht am Exkursionspunkt der „Smart Forest Worker“ im Mittelpunkt. Um der gesteigerten Komplexität der motormanuellen Holzernte und dem damit einhergehenden Arbeitsschutzrisiko zu begegnen, zielt die Idee des „Smart Forest Workers“ darauf ab, den Forstwirten neue digitale Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen, die die Arbeitssicherheit erhöhen und die Holzernte erleichtern. Zur Kommunikation können dabei Funkstandards, wie z. B. LoRa-WAN genutzt werden, die nicht auf Mobilfunknetzen basieren. Bei größeren Datenmengen ist auch eine Synchronisierung der entsprechenden Apps zu Hause vor Arbeitsbeginn möglich.

#### Verfahrensbeschreibung

Im vorgestellten Verfahren liefern mobile Apps dem Forstwirt relevante Informationen für die motormanuelle Ernte, unterstützen aktiv seine Entscheidungen und ermöglichen den Datenaustausch mit seiner Umgebung. Grundlage ist die Vernetzung in einem gemeinsamen Internet der Dinge (IoT) mittels sogenannter „Digitaler Zwillinge“, also digitalen Abbildern (der Maschinen, des Waldes und auch der Personen) in der Informationswelt, mit denen die Apps sicher kommunizieren können.

Abb. 1 zeigt mögliche Informationen, die ein Forstwirt in seiner täglichen Arbeit nutzen kann. Dazu gehören Informationen über zu erntende Bäume und insbesondere Hinweise

zu besonderen Gefahren, Informationen über gefällte Bäume, über den Zustand der Arbeitsmittel sowie über ihn selbst und sein Umfeld. Der Smart Forest Worker erhält selektiv genau die Informationen, die gerade für ihn relevant sind.

#### Szenario am Exkursionspunkt

Der Förster hat einen Bestand ausgezeichnet (Farbe an den Bäumen und digital in einer Karte), anschließend einen Arbeitsauftrag erstellt und diesen an den Digitalen Zwilling des zu durchforstenden Bestandes gesendet. Der Arbeitsauftrag beinhaltet eine Einzelbaumentnahme in einem Mischwaldbestand.

#### Arbeitsvorbereitung

- (Automatisierte) Erstellung eines Digitalen Zwillings des Bestandes, z. B. aus Fernerkundungsdaten
- Analoge und digitale Markierung der Zukunfts- und der Entnahmebäume und der Rückegassen
- Technische Überprüfung aller Komponenten
- Erstellung eines digitalen Arbeitsauftrags für die Holzernte
- Erstellung eines digitalen Arbeitsauftrags für die Holzurückung

#### Ausrüstung

- Persönliche Schutzausrüstung
- Motorsäge
- Fällhilferaupe Pfanzelt Moritz
- Schlepper Valtra N154e Active
- Smartphones mit Apps

#### Ablauf

Der Smart Forest Worker bekommt vom Digitalen Zwilling des Waldbestands die Nachricht, dass für ihn ein neuer Arbeitsauftrag verfügbar ist. Er kann sich die Daten bei der Arbeitsvorbereitung auf sein mobiles Gerät herunterladen und hat dann eine Karte des zu beerntenden Bestandes inkl. der zu fällenden, markierten Bäume und weiterer Arbeitsanweisungen zur Verfügung.

Vor Ort im Bestand wird ihm seine Position und die der mitgeführten Arbeitsmittel, hier Motorsäge und Fällhilferaupe, in der Karte angezeigt. So kann er sich leicht zu den markierten Bäumen bewegen. Zur Erhöhung der Arbeitssicherheit unterstützt eine Fällhilfe-Funktion ihn bei der Ansprache des Baumes und der Festlegung der Fällrichtung. So ermittelt die Fällhilfe-Funktion, ob zum Fällen eines Baumes ein Fällkeil ausreicht oder eine seilunterstützte Hilfe notwendig ist. Dazu wird der Baum bezüglich Baumart, Baumhöhe, BHD, gewünschte Fällrichtung und Nei-



Das Vorhaben Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung [EFRE] sowie aus Mitteln des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

gung in Bezug auf die Fällrichtung angesprochen. Der Forstwirt erhält einen Vorschlag für die Eingaben basierend auf Daten des Digitalen Zwillings des Waldbestands, die z. B. auf Fernerkundungsdaten basieren können. Basierend auf den Eingaben gibt die App eine Empfehlung für die Fällung des Baumes ab.

Kommt die App zu dem Ergebnis, dass der mitgeführte Fällkeil für die Fällung nicht ausreicht, kann der Forstwirt mit der App direkt die Unterstützung durch eine Fällhilferaupe anfordern.

Der Raupenführer der Rotte bekommt eine Auftragsnachricht (mit Angaben zum betroffenen Baum, geplanter Fällrichtung und notwendigem Drehmoment), schließt seinen aktuellen Arbeitsvorgang ab und begibt sich zu seinem Kollegen. Auf Basis der Fällrichtung bekommt der Raupenführer in seiner App einen Vorschlag für die Positionierung der Raupe angezeigt (Abb. 2).

Mithilfe des Digitalen Zwillings der Raupe gibt die App an, wie hoch das Seil angeschlagen werden muss, um den Baum sicher zu Fall zu bringen (Abb. 3). So wird einerseits vermieden, dass das Seil zu niedrig angebracht wird und es zu Gefahrensituationen für die Forstwirte kommt. Andererseits wird vermieden, dass das Seil zu hoch angeschlagen wird, was mit einem Mehraufwand und somit Unwirtschaftlichkeit verbunden ist. Der Baum kann dann sicher mit Seilunterstützung gefällt werden. Die eigentliche Fällung wird am Exkursionspunkt nur angedeutet.

Der Forstwirt kann den gefällten Baum aufarbeiten und wird zukünftig die Stammschnitte direkt mit der App vermessen können.

Am Abend synchronisiert der Forstwirt seine Daten. Der Digitale Zwilling des Waldbestands bekommt so die Informationen über die gefällten und aufgearbeiteten Bäume. Es

#### Exkursionsbild 3.4.3

**Arbeitsauftrag:** Vorratspflege 2 x im Jz.

**Regie:** Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 – RIF Institut für Forschung und Transfer e. V., RWTH Aachen University, Wald und Holz NRW, FBZ Neheim

**Ansprechpartner:** Andreas Böhm, RIF



Abb. 1: Smart Forest Worker – der Forstwirt der Zukunft



Abb. 2: Positionierungsvorschlag (blau) für Fällhilferaupe mit zu fallenden Bäumen (rot) und Fällrichtung (roter Trichter)

entstehen Digitale Zwillinge der zu rücken-den Baumabschnitte, mit denen der Digitale Zwilling des Waldbestands den Rücker beauftragt. Der Schlepper rückt die Stämme an die Waldstraße auf die vorgesehenen Polterpositionen.

Nach Abschluss der Maßnahme benachrichtigt der Digitale Zwilling des Schleppers den Waldbestands. Dieser ordnet die Stamm-

abschnitte dann auch in der Informationswelt dem Digitalen Zwilling des Holzpolters zu.

### Zeitbedarf, Arbeitsproduktivität und Kosten

Insbesondere für den ungeübten Forstwirt ist durch die digitale Unterstützung eine Reduktion des Zeitbedarfs bei gleichzeitiger Erhöhung von Arbeitssicherheit und Qualität der Ergebnisse zu erwarten.

Zudem kann eine deutlich erhöhte Produktivität erreicht werden, wenn die Daten über die geernteten Bäume und angelegten Holzpolter anschließend bereits in einer weiterverarbeitbaren Form vorliegen und nicht erneut erfasst werden müssen. Der digitalisierte Arbeitsprozess erhöht damit die Produktivität der Wertschöpfungskette.

Die datentechnischen Voraussetzungen (zum Beispiel die Digitalen Zwillinge der Bäume oder des Bestands) sind Resultat von vorhergehenden Prozessen wie einer digitalisierten Forsteinrichtung oder lassen sich aus heute bereits vorhandenen Geodaten ableiten, sodass auch hier kein Zusatzaufwand entsteht. Die vorgestellten Apps funktionieren aber auch ohne vorliegende Daten über die Bestandessituation und ermöglichen damit eine fließende Migration vom herkömmlichen Verfahren zum neuen Ansatz.

Den Produktivitätsgewinnen stehen auf der anderen Seite wiederum Kosten für die technische Ausstattung gegenüber. Eine realistische Kostenabwägung ist aktuell mit zu hohen Unsicherheitsfaktoren verbunden.

### Beurteilung des Verfahrens

#### Arbeitsschutz

Die Fällhilfe-Funktion vermindert die Gefahr, einen Baum falsch anzusprechen und gewährleistet den Einsatz der notwendigen Unterstützung. Mithilfe dieses Assistenzsystems können Arbeitsunfälle vorgebeugt bzw. vermieden werden. Die konsequente Weiterentwicklung der Technologien ermöglicht die

digitale Erfassung der gefällten Bäume.

#### Prozessorientierung

Wald und Holz 4.0 stellt die zentrale Grundlage zur Datendurchgängigkeit über die Vernetzung Digitaler Zwillinge in einem gemeinsamen Internet der Dinge bereit und ermöglicht so die Optimierung der Wertschöpfungsnetzwerke. Die Prozessorientierung steht somit beim Wald und Holz 4.0-Ansatz im Vordergrund. Die Vernetzung Digitaler Zwillinge ermöglicht es, dass der Förster wichtige Informationen digitalisiert und im Digitalen Zwilling des Waldbestands ablegt. Der Forstwirt kann auf diese Informationen zurückgreifen. Durch die digitale Karte der ausgezeichneten Bäume wird die Arbeit im Bestand besser koordiniert. Der Förster und ggf. der Kunde können den täglichen Arbeitsschritt sehen und so besser planen. Die digitalen Ergebnisse können einfach an den Rücker weitergegeben werden, wodurch dessen Arbeitsprozesse optimiert werden. Auch die Weitergabe der Informationen an Käufer und Logistik werden erheblich vereinfacht.

#### Wirtschaftlichkeit

Die Digitalisierung der Informationen bereits im Wald durchzuführen, erspart die mehrfache Aufnahme von Daten. Holzlisten z. B. können somit einfacher und schneller erstellt werden.

### Zusammenfassende Beurteilung

Die Kernpunkte des „Smart Forest Workers“ sind zum einen Digitalisierung und Kommunikation und zum anderen eine Entscheidungsunterstützung durch Apps, z. B. bei der Fällung. Eine Digitalisierung der motormanuellen Holzernte entspricht einer Digitalisierung des Anfangs des Holzernte- und Verarbeitungsprozesses, ermöglicht damit eine Datendurchgängigkeit vom ersten Schritt an und schafft so die Basis zur Optimierung der zugehörigen Wertschöpfungsketten. Die Unterstützung durch Apps fördert die Arbeitssicherheit und führt junge Forstwirte an die Arbeitsprozesse heran.



Abb. 3: Schematische Darstellung von Schwerpunkt (blau), Fällrichtung (roter Trichter) und resultierender Anschlagshöhe (gelb)