

Smart Forest Work: Ideen für die Arbeitssicherheit von Morgen

Um der gesteigerten Komplexität der motormanuellen Holzernte und dem damit einhergehenden Arbeitsschutzrisiko zu begegnen, zielt die Idee des „Smart Forest Workers“ darauf ab, den im Wald arbeitenden Menschen neue digitale Werkzeuge verfügbar zu machen, die zum einen die Arbeitssicherheit erhöhen und zum anderen die Holzernte erleichtern.

TEXT: THILO WAGNER, PETER WIESE, THOMAS SPÄTHE

In den letzten Jahrzehnten wandelte sich die Holzernte immer mehr hin zum hochmechanisierten Maschineneinsatz. Experten schätzen, dass der Mechanisierungsgrad in der deutschen Forstwirtschaft mit 55 % sein Optimum erreicht hat. Somit verbleibt ein beträchtliches Arbeitsvolumen für die motormanuelle Waldarbeit, trotz der massiven Mechanisierungswelle der letzten zweieinhalb Jahrzehnte in Mitteleuropa. Der Umbau der Wälder hin zu klimastabilen Mischwäldern lässt die motormanuelle Holzernte zusätzlich an Bedeutung gewinnen. Begünstigt durch die außergewöhnliche Trockenheit in den Jahren 2018 bis 2020 hat sich der Borkenkäfer massiv verbreitet

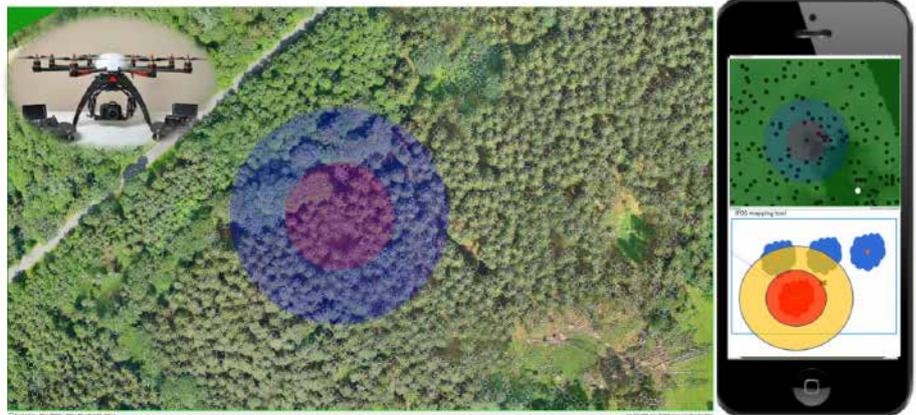


Abb. 1: Darstellung eines Fall- und Gefahrenbereiches eines 31 m hohen Baumes im Arnberger Wald; rechts die vergrößerte Darstellung im Smartphone mittels IFOS-Mapping-Tool

Quelle: Ziesek [2]

und beträchtliche Schäden in den Fichtenbeständen hinterlassen. Gleichzeitig treten vermehrt Schäden in Buchenbeständen auf, sodass insgesamt große Waldflächenanteile zu Kalamitätsflächen geworden sind. Diese Flächen stellen aufgrund des hohen Totholzanteils und der geforderten aufwändigen Arbeitsabläufe besondere Herausforderungen an die Arbeitssicherheit dar.

Die Motorsäge wird digital

Gemeinsam mit vielen Partnern werden im Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (KWH4.0) im Rahmen des Konzeptes „Smart Forest Worker“ verschiedene Praxisprojekte zur Digitalisierung rund um die motormanuelle Waldarbeit zum langfristigen Nutzen der Forst- und Holzwirtschaft zusammengeführt.

Die heutige Motorsägentechnologie stellt viele Daten auf digitaler Basis zur Verfügung, die sich nutzbringend für die Wertschöpfungskette Wald und Holz auswerten lassen. Ferner bietet

der elektrische Antrieb neue Möglichkeiten. Schon im Jahr 2015 wurden hierzu Untersuchungen am Forstlichen Bildungszentrum NRW in Zusammenarbeit mit dem der HAFL Bern durchgeführt. Dabei trieb man die automatisierte Erfassung des Betriebszustandes bei handgeführten, motorgetriebenen Kleingeräten zum Prototyp eines Sensorknotens zur Datenerfassung voran. Ähnliche Systeme sind inzwischen zu einer Option für ein Flottenmanagement in der Angebotspalette der Hersteller geworden. Der Datenzugang dieser im Handel erhältlichen Informationssysteme ist allerdings begrenzt. Im Konzept zum „Smart Forest Worker“ wird über die Verfügbarkeit weiterer Informationen nachgedacht. Der Standort und mögliche Vitalfunktionen des arbeitenden Menschen können in Echtzeit angezeigt werden. Ebenso sind andere am Arbeitsprozess beteiligte Personen und Arbeitsmittel digital erfass- und abbildbar. Die Darstellung erfolgt auf dem Display eines mitgeführten Smartphones. [1]

Schneller ÜBERBLICK

- » **Trotz hoher Mechanisierung** der Waldarbeit hat die motormanuelle Arbeit im Wald eine große Bedeutung
- » **Waldumbau und Kalamitäten** stellen besondere Herausforderungen an die Arbeitssicherheit
- » **Forstmaschinen können** mittels Sensorik und Bordcomputer Prozessdaten zur Verfügung stellen, was motormanuell bislang nicht möglich ist
- » **Innovationen** aus Digitalisierung und Geopositionierung können helfen, die Prozessdatenlücke in der motormanuellen Waldarbeit zu schließen und die Arbeitssicherheit zu erhöhen

„Die Digitalisierung der Prozesse in der motormanuellen Holzernte ermöglicht eine durchgehende Optimierung der zugehörigen Wertschöpfungsketten.“

THILO WAGNER

Innovative, sichere Holzernte in klimageschädigten Wäldern

Die Baum- und Umgebungsbeurteilung ist ein wichtiger Aspekt bezüglich der Arbeitssicherheit bei der motormanuellen Fällung. Fehler oder Mängel hierbei können zu schweren Unfällen führen. Klassisch findet diese Beurteilung durch den Waldarbeiter vom Boden – also aus der „Froschperspektive“ – statt. In mehrschichtigen Beständen, bei großkronigen Bäumen oder allgemein bei komplexen und somit unfallträchtigen Fallsituationen sind jedoch die Möglichkeiten dieser Perspektive begrenzt. Deshalb gab das Forstliche Bildungszentrum im Namen des Landes NRW von 2016 bis 2018 die Entwicklung eines Prototyps zur Darstellung von Fäll- und Gefahrenbereich durch Einbezug von Drohnen- und GNSS-Daten in Auftrag. Die Berner Fachhochschule (BFH) konnte in einer Machbarkeitsstudie aufzeigen, dass die zweidimensionale Darstellung des Fäll- und Gefahrenbereichs der motormanuellen Holzernte möglich ist und eine zusätzliche Hilfe sein kann (Abb. 1).

Die Weiterentwicklung dieses Prototyps mit detaillierteren Informationen wie Rückegassensystem sowie weiteren beteiligten Personen und Gerätschaften im Schlag ist möglich. Dies bietet eine weitere Optimierung bei der Hiebsplanung und Unfallverhütung in der Holzernte.

Die beiden von der HAFL im Arnsberger Wald zwischen 2015 und 2018 durchgeführten Studien konnten naht-



Abb. 2: Wertoptimierung von Rohholz durch digitale Vermessung im Schlag mittels einer Hololens als Möglichkeit der modernen Datenvisualisierung

los in das Konzept und die Arbeiten des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0 eingefügt werden.

Aus dem „Smart Forest Lab“ des Arnsberger Waldes

Auf der Interforst 2018 in München konnten die „KWH 4.0“-Partner die erste Augmented Reality(AR)-Anwendung in der Forstwirtschaft vorstellen. Bei der computergestützten Erweiterung der Realitätswahrnehmung geht es um die Wertoptimierung bei der Holzaushaltung mittels einer Datenbrille, der Hololens von Microsoft. Der Forstwirt sieht in der Brille Vermessungsdaten des Baumes und die dazu notwendigen Trenn-



Fotos: A. Böhm, RIF 2018

schnitte (Abb. 2). Er kann zwischen verschiedenen Aushaltungsvarianten die optimale auswählen. Damit ist eine weitere digitale Komponente für die motormanuelle Holzernte in den Bereich des Denkbaren vorgedrungen. Die Mitnahme von anderem Vermessungswerkzeug könnte damit entfallen. Noch bedarf diese Anwendung aber weiterer notwendiger Entwicklungsschritte.

AR-Systeme in outdoortaughlichen Datenbrillen oder die Integration solcher Lösungen in das Visier des Schutzhelms sind Ansätze mit mittel- bis langfristigem Umsetzungshorizont. Smartphones mit ihren diversen technischen Möglichkeiten wie Lokalisierung mittels GPS, Datenübertragung mittels Bluetooth und ihren zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten mittels Apps sind nicht nur ein gutes Medium der Datenvisualisierung, sondern auch breit verfügbar. Sie können auch mit speziellen Apps Forstwirtinnen und Forstwirte bei ihrer Tätigkeit unterstützen. Diese Apps liefern ihnen beispielsweise bestandesrelevante Informationen sowie baumbezogene Daten und unterstützen aktiv die Entscheidungen bei der Arbeit. Zudem ermöglichen sie den Datenaustausch mit allen hiebsbezogenen Akteuren. Auf dem Markt befindliche praxisreife Lösungen werden bei der Entwicklungsarbeit miteinbezogen. Das Smartphone-basierte System der Firma Logbuch zur Sprachaufnahme relevanter Informationen im Forst und zur Geolokalisierung per Knopfdruck mittels Farbdose beim Auszeichnen wird genutzt zur Erzeugung eines digitalen Arbeitsauftrages zu Beginn der motormanuellen Aufarbeitungskette. Das KWH 4.0 kooperiert mit dem Unternehmen bei der Entwicklung weiterer Lösungen zur digitalen Auftragsbearbeitung.

INFO ZUM KWH 4.0

2018 wurde das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (KWH 4.0) gegründet. Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung von intelligenten, nachhaltigen und integrierten (Forschungs-)Ideen für zukunftsweisende Innovationen im Bereich der Holz- und Forstwirtschaft unter dem Leitthema Industrie 4.0. Partner dieses Projektes zum Auf- und Ausbau von umsetzungsorientierten Forschungsinfrastrukturen sind das: RIF Institut für Forschung und Transfer e. V. aus Dortmund; die RWTH Aachen mit Werkzeugmaschinenlabor (WZL); Institut für Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) und Institut für Arbeitswissenschaft (IAW); der Landesbetrieb Wald und Holz NRW mit dem Forstlichen Bildungszentrum. Dieses Vorhaben wird gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE).

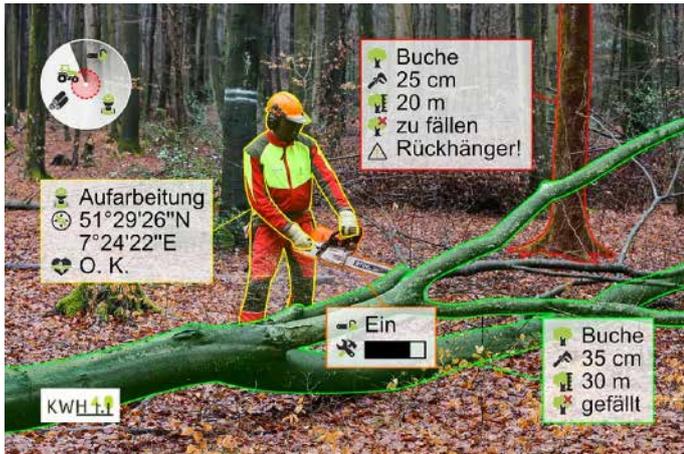


Abb. 3: Übersicht über den Status quo von praxisrelevanten und aktuell nutzbaren Informationen, die dem Smart Forest Worker für die Waldarbeit der Zukunft bereits heute zur Verfügung stehen. Neben Informationen zu den zu fällenden Bäumen und deren besonderen Gefahren und bereits aufgearbeiteten Sortimenten wird er über den Zustand seiner Arbeitsmittel und ggf. seinen aktuellen Gesundheitszustand informiert (z. B. für Pausengestaltung). Ferner werden Standorte andere Personen oder Maschinen in seiner Nähe ermittelt.

„Seil oder Keil“ der erste Prototyp einer Fällhilfe-App

Zur Vorbereitung des Beitrages zur KWF-Tagung 2021 in Schwarzenborn haben sich die Partner im KWH 4.0 Gedanken gemacht, welche Informationen bereits jetzt den im Wald arbeitenden Menschen zur Verfügung stehen. In Abb. 3 sind mögliche Informationen aufgezeigt, die bei der Arbeit in der Holzernte nutzbringend eingesetzt werden können. Dazu gehören Eigenschaften der zu entnehmenden Bäume wie Baumhöhe, Durchmesser und Hinweise auf besondere Gefahren. Weiterhin werden Daten zu den bereits gefällten Bäumen digital erfasst und als Datensatz hinterlegt. Ein vielseitiger Mehrwert bei den gleichen Informationsobjekten wird vollumfänglich erschlossen: Die Veror-

tung des Waldarbeiters erhöht den Arbeitsschutz durch das verbesserte Auffinden bei Unfällen, die gleiche Information dient der Lokalisierung der Sortimentsstücke.

Zukünftiger Kristallisationspunkt der aktuellen Entwicklungsbemühungen des KWH-4.0 ist jedoch die erste prototypische Umsetzung einer Fällhilfe-App. Erste Ansätze dazu sollen auf einer Probefläche im Arnsberger Wald in der Praxis erprobt werden. Entwicklungsziel ist die forstfachliche Baum- und Umgebungsbeurteilung. Forstwirten und Forstwirte sollen effizient bei ihrer komplexen Arbeit unterstützt werden. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, schnell und dezentral die richtigen Entscheidungen zu treffen, und dies möglichst unabhängig vom konkreten Ausbildungs- und Erfahrungsni-

veau. So will man für die erschwerten Bedingungen der geschädigten Wälder konkrete Unterstützung bei der Holzernete liefern. Der Forstwirt erhält bei der Fällung von Stämmen genaue Handlungshilfen für eine sichere Fällung. Diese ermittelt im Bedarfsfall, ob zum Fällen eines Baumes ein mechanischer Fällkeil ausreicht oder eine seilunterstützte Fällung notwendig ist. Dazu wird der Baum wie folgt angesprochen:

- Baumart
- Baumhöhe
- BHD
- Gewünschte Fällrichtung
- Neigung in Bezug zur Fällrichtung

Kommt die App zu dem Ergebnis, dass der mitgeführte Fällkeil für die Fällung nicht ausreicht, kann der Forstwirt mit



Abb. 4: Eine Fäll-App auf dem Smartphone bietet Entscheidungshilfen bei der Fällung. Sie informiert über Schwerpunkt (blau), Fällrichtung (roter Trichter) und resultierende Anschlagshöhe (gelb).



Abb. 5: Fällraupe Moritz Fr 50: Positionierungsvorschlag (blau) für Fällhilfeaufnahme mit zu fällenden Bäumen (rot) und Fällrichtung (roter Trichter)



Abb. 6: Der Rottenschlepper Valtra N 134 eA – Forstedition soll mit einem Head mounted display des schwedischen Herstellers Optea erprobt werden.

der App direkt die Unterstützung durch eine Fällhilferaupe oder einen Rottenschlepper anfordern. Er erhält Informationen zur Anschlagshöhe des Windenseiles, um den Baum sicher zu Fall zu bringen (Abb. 4). So wird einerseits vermieden, dass das Seil zu niedrig angebracht wird und es zu Gefahrensituationen für die Forstwirte kommt. Andererseits vermeidet man, einen zu hohen Seilanschlag, der mit Mehraufwand und Unwirtschaftlichkeit verbunden wäre.

Auch Forstmaschinen werden intelligenter

Die Gefahren der Holzernte durch den Klimawandel stellen erhöhte Anforderungen an Arbeitstechnik und Ausrüstung. Neben hydraulischen oder mechanischen Fällhilfen sollte heute ein Rottenschlepper oder eine Fällraupe zur Wahrung aller Sicherheitsvorgaben Standardausrüstung einer Arbeitsgruppe in der motormanuellen Holzernte sein. Zu Erprobungs- und Testzwecken stehen dem KWH-4.0 in Arnsberg eine Fällraupe Moritz Fr 50 und ein Rottenschlepper Valtra N 134 eA – Forstmaschinen zur Verfügung. An beiden Innovationsansätze verfolgt.

Die Fällraupe (Abb. 5) wird im Versuchsbetrieb mit unterschiedlichen Sensoren zur Lokalisierung und Erfassung der Umgebung ausgestattet. Neben dem Ziel der idealen Positionierung der Maschine wird geprüft, ob sich durch terrestrisches Laserscanning bei Fahrbewegungen im Bestand noch Daten für andere Planungszwecke erheben lassen, um zukünftig möglicherweise zusätzliche Aufgaben wie Umwelterfassung oder Maßnahmen dokumentieren vornehmen zu können, ohne dass es zu wesentlichem Mehraufwand kommt. Ferner wird über die Machbarkeit einer Sprachsteuerung

Literaturhinweise:

[1] ZIESAK, M. (2017): *Automatisierte Erfassung des Betriebszustandes bei handgeführten, motorbetriebenen Kleingeräten*, HAFL Bern unveröffentlichter Schlussbericht. [2] ZIESAK, M. (2018): *Erfassung von Fällrichtung und Rückweichräumen bei der motormanuellen Holzernte mittels luftgestützter Vegetationsoberflächenmodelle*, HAFL Bern unveröffentlichter Schlussbericht.

nachgedacht, um zukünftig die Fernbedien-Einheit ersetzen zu können.

Ein Head-up-Display ist ein elektronisches Anzeigesystem, bei dem der Nutzer seine Blickrichtung beibehalten kann. Die benötigten Informationen werden in sein Sichtfeld projiziert. In der Automobilindustrie sind solche Assistenzsysteme bereits lange erfolgreich im Einsatz. Nun will man diese Lösung auch im KWH-4.0-eigenen Valtra-Rottenschlepper erproben (Abb. 6).

Softwarelösungen aus dem hochmechanisierten Maschineneinsatz sollen durch Routenoptimierung und die Möglichkeit der Lokalisierung aufgearbeiteter Sortimente die Produktivität steigern, den Kraftstoffverbrauch senken und eine möglichst bodenschonende Holzbringung realisieren. Ferner sollen die erfassten Polterinformationen als Informationsgrundlage für den nachfolgenden Holztransport dienen. Das Einbringen solcher Möglichkeiten für die Langholzaufarbeitung soll überprüft werden.

Digitale Prozessintegration in der motormanuellen Holzernte

Die Digitalisierungslücke zwischen der motormanuellen gegenüber der vollmechanisierten Aufarbeitung liegt unter anderem darin begründet, dass Harvester oder Forwarder mithilfe ihrer bord-internen Elektronik, Sensorik und ihrer Computersysteme über präzise Prozessdaten verfügen. Die dadurch zeitnah bereitgestellte Information, etwa zum Arbeitsergebnis, wird vielfältig verwendet. Sie kann zur Prozessüberwachung oder zur Steuerung der Logistikkette genutzt werden. Motormanuell ausgeführte Arbeit hingegen entzieht sich bis dato einer solchen digitalen Eingliederung in Prozessketten komplett. Auch die in der konventionellen Holzernte arbeitenden Menschen können jetzt von den technologischen Fortschritten auf dem Gebiet der hochmechanisierten Holzernte profitieren. Eine automatische, hochpräzise Ermittlung der Position des gerade gefällten Baumes sowie die der anschließend ausgeformten Sortimente liefert genau jene bislang hier fehlende Objektinformation, welche für die nachfolgenden Arbeitsschritte bzw. für die Logistikkette entscheidend ist. Eine dadurch mögliche zeitnahe Einsichtnahme in den Arbeitsfortschritt ermöglicht damit eine exakte Einbindung in übergeordnete Logistikkonzepte. Die präzise Verortung

eines jeden Sortimentsstückes bietet für den anschließenden Rückevorgang genau jene Information, die sicherstellt, dass dieser nachfolgende Arbeitsschritt qualitativ verbessert wird, da ohne Verluste (kein Vergessen oder Übersehen von Stücken) gearbeitet werden kann. Außerdem können diese Arbeitsschritte vorab geplant und zügiger erledigt werden, da jedes einzelne Sortimentsstück ganz gezielt auffindbar ist. Die Erhebung der entsprechenden Daten soll völlig automatisch erfolgen, sie belastet somit den Waldarbeiter nicht. Ziel der Arbeiten im Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 ist es, diese Vision der motormanuellen Holzernte mit dem „Smart Forest Worker“ im Zentrum zügig in die Praxis umzusetzen. Mit diesem Ansatz wird die klassische Waldarbeit wieder in den Mittelpunkt gestellt. Diese menschenzentrierte Perspektive wird mit neuen Industrie-4.0-Konzepten, die bislang ausschließlich für die hochmechanisierte Holzernte übertragen wurden, kombiniert. Das Ergebnis soll so umgesetzt werden, dass der im Wald arbeitende Mensch einerseits durch neue Technologien tatsächlich entlastet wird, andererseits seine Arbeit sicherer und produktiver wird.

Denn Waldarbeit ist nach wie vor eine schwere und gefährliche Tätigkeit, insbesondere in klimageschädigten Wäldern. Forschung und Entwicklung und damit verbundene Investitionen in Arbeits- und Gesundheitsschutz sind besonders in der Forstwirtschaft gute Investitionen. Die Gesundheit des Menschen ist das wichtigste Kapital eines Betriebs.



Thilo Wagner

thilo.wagner@wald-und-holz.nrw.de

leitet das Forstliche Bildungszentrum im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft des Landesbetriebes für Wald und Holz Nordrhein-Westfalen in Arnsberg.

Thomas Späthe und **Peter Wiese** sind als Arbeitslehrer im Forstlichen Bildungszentrum tätig.