

Fotos: A. Böhm

In diesem maßstabgerechten Modell des Versuchsbestandes im Arnberger Forst arbeiten Modellmaschinen, die mit echten Sensoren ausgestattet sind



# Cleverere Labore

Wer im Mai die LIGNA besucht hat, dürfte das Smart Forest Lab bereits kennen. Zu sehen war es dort als ein maßstabgerechtes Waldmodell, mit dessen Hilfe das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 in Nordrhein-Westfalen Konzepte zur Optimierung der Wertschöpfungskette aus der Industrie auf die Forst- und Holzwirtschaft überträgt.

In der Forst- und Holzwirtschaft gibt es eine Vielzahl von Strukturen und Akteuren. Waldbesitzer, Sägewerker, Forstunternehmer oder Naturschützer verfolgen bei ihrer Arbeit häufig unterschiedliche Ziele. Die Aufgaben wie Inventur und Planung, Holzernte, Holzhandel oder Logistik laufen in großem Maße verteilt ab. Es gibt kaum einheitliche Schnittstellen und keine digitale Durchgängigkeit; die Kommunikation erfolgt oft genug noch in Papierform.

Wald und Holz 4.0 ist ein Ansatz, daran etwas zu ändern. Der Begriff ist angelehnt an Industrie 4.0. Darunter versteht man die umfassende Digitalisierung der industriellen Produktion, in der alle Komponenten miteinander digital vernetzt und verzahnt werden. Menschen, Maschinen und Produkte kommunizieren direkt miteinander. Durch die Vernetzung soll nicht nur ein einzelner Schritt, sondern die gesamte Wertschöpfungskette verbes-

sert werden. Wald und Holz 4.0 greift die Konzepte und Methoden von Industrie 4.0 auf und überträgt sie in die Wald- und Forstwirtschaft. Damit dies gelingt, haben in Nordrhein-Westfalen Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Landesforstbetrieb im April 2018 das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 gestartet ([www.kwh40.de](http://www.kwh40.de)). Beteiligt sind das RIF Institut für Forschung und Transfer e. V. (Dortmund), die Rheinisch-Westfälische Technische Universität (RWTH) Aachen und das Forstliche Bildungszentrum für Waldarbeit und Forsttechnik NRW (FBZ) in Arnsberg.

## Beispiel Befahrbarkeit

Das Prinzip von Wald und Holz 4.0 lässt sich am Beispiel befahrungssensibler Böden veranschaulichen. Die Befahrbarkeit eines Weges oder einer Rückegasse hängt u. a. von der Bodenfeuchte ab: Ein

## Was ist LoRaWan?

Im Wald gibt es in der Regel kein WLAN, oft ist noch nicht einmal Mobilfunk verfügbar. Eine Alternative können die Technologien LoRaWan, Sigfox und NB-IoT darstellen. LoRaWan (Long Range Wide Area Network) und Sigfox sind Kommunikationstechnologien, die nur die Übertragung geringer Datenmengen (wenige Zahlen oder Buchstaben) in größeren Zeitintervallen (z. B. alle 15 min) erlauben. Dafür ist die Übertragungsreichweite recht hoch (im Wald oft mehr als 10 km) und die notwendige Sendeleistung sehr niedrig. Für die Übermittlung von Sensordaten sind diese Technologien daher sehr gut geeignet.

Während LoRaWan in Deutschland eine freie Technologie ist, die prinzipiell kostenfrei genutzt werden kann, muss für Sigfox eine geringe Nutzungsgebühr (in der Regel auf Jahresbasis) je Kommunikationsmodul entrichtet werden. In unseren Tests war insgesamt die Sigfox-Abdeckung deutlich besser als die bei LoRaWan. Allerdings kann man bei LoRaWan mit überschaubarem Aufwand und Kosten eigene Router aufbauen und so den Empfang in einem Gebiet sicherstellen, das bislang unterversorgt war. Bei Sigfox ist man, ähnlich wie beim Mobilfunk, an den gleichnamigen Kommunikationsdienstleister und dessen Infrastruktur gebunden.

NB-IoT ist von der Übertragungsrate vergleichbar, allerdings ist die Technologie prinzipiell an die Mobilfunkabdeckung oder die Infrastruktur der Mobilfunkanbieter gebunden, wobei die Reichweiten jedoch diejenigen der bestehenden Mobilfunkabdeckung übertreffen sollen.

In den Arnsberger Untersuchungsbeständen werden alle drei Technologien angewendet.



Wald und Holz 4.0 bezieht auch den Menschen mit ein: Mit der Datenbrille erkennt der Waldarbeiter oder Maschinenfahrer zum Beispiel die in der Natur unsichtbaren Besitzgrenzen

trockener oder durchgefrorener Weg lässt sich häufiger oder mit größerem Gewicht befahren, als eine vernässte Rückegasse. Im Bestand verteilte Sensoren können die Temperaturen und die Feuchtigkeit des Bodens messen und tagesaktuell über Netzwerke verteilen, etwa über die LoRaWAN-Funktechnologie (s. Kasten). Auch die Bodenkartierung und die Topografie des Geländes sind in der Regel digital verfügbar. Entsprechende Berechnungsmodelle vorausgesetzt, kann man damit schon bei der Vorbereitung eines Rückeauftrages abschätzen, ob Wege wie geplant befahrbar sind. Werden die erhobenen Daten dann noch mit den Wetterprognosen kombiniert, könnte zukünftig auch vorhergesagt werden, wann der optimale Zeitpunkt für die Arbeiten ist.

Das Beispiel lässt sich noch erweitern. Neben dem Boden spielt auch die eingesetzte Maschine mit ihrer Bereifung oder dem aktuellen Gewicht eine Rolle. Auch diese Daten sind bekannt, können berechnet oder über eine Kranwaage bestimmt werden. Nun kann der digital vernetzte Rückezug mit dem digital vernetzten Bestand kommunizieren und der Fahrer erhält die Rückmeldung, ob er noch weitere Stämme aufladen kann oder die Rückegasse nur teilbeladen befahren sollte.

## Andere Szenarien

Es sind viele andere Szenarien denkbar, bei denen sich Förster, Forstunternehmer, Maschinen oder andere Objekte mit einem Mehrwert vernetzen lassen. Der Harvester bekommt schon heute die Arbeitsaufträge mit den Sortimenten meist in digitaler Form zugespielt. Auf dem Weg vom Auftraggeber über das Büro in die Maschine

sind aber in der Regel manuelle Eingriffe notwendig. Auch müssen Änderungen teils mit mehreren Wochen Vorlauf übermittelt werden. Eine direkte Kommunikation aller Beteiligten würde hier Vorteile bieten. Ein Holzkäufer oder der Förster könnten einer vernetzten Forstmaschine während eines Ernteeinsatzes etwa aktualisierte Vorgaben für die Sortierung überspielen.

Auch die bei der Holzernte vom Harvester erfassten Parameter des Stammes sind interessant, weil sie für die Planung der Logistik oder das Zusammenspiel mit dem Sägewerk verwendet werden können. Mit den aufgenommenen Formkurven des Bestandes ließen sich bessere Prognosen für zukünftige Erntemaßnahmen ableiten. Ein schnelleres Anlaufen der Retungskette, verbesserter Einsatz der Rücke-

## Nordrhein-Westfalen überträgt Industrie 4.0 auf die Forst- und Holzwirtschaft

maschine, Wachstumsprognosen, präzisere Informationen beim Einsatz von handgeführten Geräten – durch genaue Lokalisierung und digitale Ableitung einfacher Parameter könnte eine Vielzahl an Prozessen optimiert werden.

Ganz wichtig sind bei all diesen Überlegungen die technischen Voraussetzungen der Vernetzung sowie die Datensicherheit und die Datenhoheit. Die technische Umsetzung muss dabei auf das konkrete Beispiel abgestimmt werden. Während es etwa unerheblich ist, ob ein Feuchtigkeitswert mit ein paar Stunden Verspätung ge-

sendet wird, muss ein Notruf immer und sofort die Zentrale erreichen. Beim Datenschutz muss gewährleistet sein, dass die einzelnen Akteure stets bestimmen können, wo die Daten hinterlegt sind und wer Zugriff auf welche Informationen hat.

## Smart Forest Labs

Die Projektpartner müssen die entwickelten Komponenten, Systeme und Prozesse in der praktischen Umsetzung testen und überprüfen. Im industriellen Umfeld geschieht dies etwa in Referenzfabriken. Mit ihrer Hilfe werden Standards evaluiert, Konzepte verbreitet oder Akteure geschult. Bei Wald und Holz 4.0 ist das Gegenstück zur Referenzfabrik das Smart Forest Lab. Dieses „clevere“ forstliche Experimentierlabor gibt es in verschiedenen Ausprägungen. Stufe eins ist dabei der **reale Waldbestand** in der Nähe des Forstlichen Bildungszentrums in Arnsberg – mit echten Bäumen, dem Waldboden, Wegen und so weiter. Hier testen die Partner des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0 die echten Sensoren, Maschinen und Geräte. Dieses Smart Forest Lab befindet sich derzeit im Aufbau.

Bereits verfügbar ist dagegen ein **modellhaftes Smart Forest Lab**. Es bildet einen Ausschnitt des realen Bestandes in einem verkleinerten Maßstab ab. Wege, Rückegassen und Modellbäume sind wie in der Natur angeordnet, Modellfahrzeuge übernehmen die Funktion der Maschinen und Anwender im echten Wald. Kleine Steuerungsrechner haben die gleichen Schnittstellen und Funktionen wie im realen Versuchsbestand. In diesem Experimentierlabor können Algorithmen oder Vorabversionen der geplanten Hard-

Tab. 1: Vergleich der Smart Forest Labs (SFL)

	Reales SFL	Modellhaftes SFL	Virtuelles SFL
Größe und Lage	Ausschnitt (60 × 60 m) eines Bestandes in Arnsberg	3 × 3 m (M 1:20); aufgebaut am FBZ oder auf Messen	Virtuelles Modell des realen Ausschnitts; digital verfügbar bei allen Projektpartnern
Baumarten	Buche, Fichte, Lärche	Buche, Fichte, Lärche,	Buche, Fichte, Lärche
Bestandesaufbau	93 Bäume in der Hauptschicht; Zwischen- und Unterstand	93 Modellbäume	93 virtuelle Bäume
Wege	1 Waldweg, 2 Rückegassen	1 Waldweg, 2 Rückegassen	Digitale Wegekarte
Sensorik im Beispielszenario	Evos OneSense Environment and Agriculture Datenlogger mit Sensor; Truebner SMT 100 zur Erfassung von Bodenfeuchte und Bodentemperatur; Sensor zur Messung von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte	Eigenbausensor, basierend auf Arduino-Uno, geeignet zur Indoor-Messung von Bodenfeuchte und Zuladung des Modell-Rückezugs	Anzeige der Daten der realen oder Modell-Sensoren; Simulation eigener Sensoren und Algorithmen
Kommunikationsprotokoll	Sigfox	LoRaWan	Kommunikation mit den Sigfox-/LoRaWan-Servern über das Internet
Lokalisierung	GPS bzw. GNSS; genauere Lokalisierung in Vorbereitung	Ultraschallbasierte Beacons mit GPS-Protokoll und eigener Lokalisierungseinheit, basierend auf 2D-Laserscanner, IMU und Stereokamera	Virtuelle Position; eigener Lokisierungsalgorithmus; Übernahme der Werte aus realer Welt bzw. dem Modell
Maschinenpark	Harvester John Deere 1470E, Rückeraupe Pflanzelt Moritz FR 50 u.a.m.	Technik-Modelle von Rückezug, Harvester, Schlepper u.a.m.	Virtuelle Modelle verschiedener Forwarder und Harvester



ware getestet werden. Es ist dabei so handhabbar und mobil, dass man mit ihm auf Messen und anderen Veranstaltungen die Ergebnisse erlebbar machen kann.

Das virtuelle **Smart Forst Lab** rundet die Experimentierplattformen ab. Es besteht ausschließlich aus den digitalen Abbildern der realen Komponenten. Das Computermodell eines Harvesters fährt auf der digitalen Wegekarte des Bestandes. Auch hier stimmen die Schnittstellen und Methoden mit den anderen Modellen überein.

Alle Smart Forest Labs lassen sich miteinander kombinieren. Für das Beispiel Befahrbarkeit können Umweltsensoren im Wald die realen Daten liefern, während mit Gewichten die Beladung des Modell-Forwarders simuliert wird. Das Ergebnis kann dem Benutzer dann im virtuellen Labor in einer einfachen Übersicht präsentiert werden.

## Viele Beteiligte

Die Konzepte von Wald und Holz 4.0 bieten einen vielversprechenden Ansatz zur Optimierung der Prozesse in der Wald-



Foto: reinsch-fotodesign

**Mit der Datenbrille kann der Forstwirt Baumstämme vor Ort vermessen und Preisinformationen bei der Einteilung der Sortimente berücksichtigen**

und Holzwirtschaft. Mit den Smart Forest Labs stehen heute belastbare Experimentierumgebungen zur Verfügung.

Etablieren lässt sich das Verfahren jedoch nur, wenn sich möglichst viele Beteiligte in die Diskussion einbringen. Das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0

bietet in verschiedenen Arbeitskreisen hierzu die Gelegenheit.

**Andreas Böhm**

*Dipl.-Inform. Andreas Böhm ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am RIF Institut für Forschung und Transfer e.V. in Dortmund.*

Anzeige

**KOMATSU** | **Forestry Quality**



**FRÖHLICHE  
WEIHNACHTEN**  
und ein gutes neues Jahr