

DER DIGITALE ZWILLING IM WALD

Bäume und Forststrassen zu digitalisieren ist eine befremdliche Vorstellung. Im Umfeld von Industrie 4.0 ist die Anbindung vom Wald an die Forstbetriebe in der Forschung weit fortgeschritten. Im Smart Forest Lab werden die Technologien real eingesetzt.

Text Frank Heinze und Andreas Böhm Interview Sue Lüthi Bilder Andreas Böhm



Szenario zur Bodenbefahrbarkeit mit Bodenfeuchte-Sensoren und Kranwaage.

Bei der Holzernte sollen die Stämme zur Waldstrasse gerückt werden, aber die Wege sind viel zu feucht und massive Bodenschäden sind zu befürchten. Der Holzlogistiker will den Hieb transportieren, findet aber keinen Polter und das Holz bleibt liegen. Die Lieferung kommt im Sägewerk an, aber die Stämme passen nicht zu dem, was aktuell benötigt wird, da die Sortierung schon vor Wochen per Fax an den Unternehmer ging ... Immer wieder treten solche oder ähnliche Probleme auf.

Projekt Wald und Holz 4.0

Die Lösung besteht darin, aktuelle Daten entlang der Holzerntekette für alle Beteiligte verfügbar zu machen. Die Methoden von Industrie 4.0 bieten diesen Lösungsweg. Basis sind die Verfügbarkeit relevanter Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller beteiligten Instanzen und die Fähigkeit, aus den Daten zu jedem Zeitpunkt den optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. In der Fabrikhalle bedeutet dies zum Beispiel, dass stets bekannt ist, welches Teil gerade wo montiert wird, welche Maschine wie ausgelastet ist und wo vielleicht Engstellen entstehen könnten.

Wald und Holz 4.0 greift diese grundlegenden Konzepte und Methoden auf und überträgt sie auf die Wald- und Holzwirtschaft. Dabei werden alle relevanten Dinge und Akteure, wie etwa Waldbestände, Holzpolter, Maschinen oder Forstarbeiter integriert. Jedes Objekt erhält ein digitales Gegenstück, den digitalen Zwilling. Dies gilt genauso für den Harvester mit seinem Bordcomputer wie auch für den Wald, die Bäume und die Wege. Diese digitalen Zwillinge kommunizieren über das Internet miteinander und tauschen ihre Daten aus.

Wie könnte das in den geschilderten Beispielen aussehen? Sensoren erfassen die Bodenfeuchte und zusammen mit Wetterprognosedaten ist die Planung von Holzerntemassnahmen bodenschonender möglich, indem die Rückegassen nur bei ausreichender Trockenheit oder bei gefrorenem Boden befahren werden. Die digitale Erfassung von Holzpoltern hilft dem Logistiker, alle Polter sicher aufzufinden. Daten des Waldbestands und Daten aus dem Ernteprozess, etwa die Schafftkurven der Bäume von den Erntemaschinen, optimieren die Planung im Sägewerk. Die Sortierung der Stämme kann während der Ernte an den Bedarf im Sägewerk angepasst werden.

Experimente im Forstlabor

Neu entwickelte Komponenten, Systeme und Verfahren müssen in der praktischen Umsetzung erprobt werden. Im industriellen Umfeld geschieht dies etwa in Referenzfabriken. Mit ihrer Hilfe werden Standards evaluiert, Konzepte verbreitet oder Akteure geschult. Für den Bereich Wald und Holz hat das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (KWH4.0) als Gegenstück zu den Referenzfabriken die Smart Forest Labs geschaffen. In einem solchen forstlichen Experimentierlabor können Digitalisierung, Vernetzung, das Internet der Dinge und Dienste des Clusters erforscht und entwickelt werden. Die Smart Forest Labs gibt es in drei verschiedenen Ausprägungen als reale, virtuelle und gamifizierte Version mit jeweils unterschiedlichem Fokus.

Das virtuelle Smart Forst Lab besteht aus den digitalen Abbildern der realen Komponenten. Das Computermodell eines Harvesters fährt auf der digitalen Wegkarte des Bestandes. Die Schnittstellen und Methoden entsprechen den realen Geräten.

Das reale Smart Forest Lab umfasst den Wald rund um das Forstliche Bildungszentrum in Arnshausen mit seinen Bäumen, Be-

«Warum muss der Wald digitalisiert werden?»



Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0

Das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (KWH4.0) ist ein Infrastrukturprojekt aus Nordrhein-Westfalen (D). Wissenschaftler aus Dortmund und Aachen erforschen zusammen mit Forstexperten aus Arnshausen Methoden zum Einsatz von Wald und Holz 4.0. Interessierte Industriepartner sind über einen Industriearbeitskreis eingebunden. Eine wissenschaftliche Absicherung der Konzepte und Methoden erfolgt durch die Zusammenarbeit mit Forstwissenschaftlern im wissenschaftlichen Beirat. Das Vorhaben Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 wurde gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie aus Mitteln des Landes Nordrhein-Westfalen.

► Konzepte als Leitfaden für die praktische Umsetzung, kostenfrei erhältlich: www.kwh40.de/veroeffentlichungen/

Waldökonomisches Seminar

Ein unterhaltsamer Ausflug in den Wald mit Thomas Rohner. Der Professor für Holzbau und BIM an der Berner Fachhochschule Biel erklärt anschaulich, wie der Wald digitalisiert wird und warum dies in Zukunft wichtig für die Holzbauplanung ist.

► Video «Waldökonomisches Seminar» mit Thomas Rohner: www.wirholzbauer.ch



standseinheiten, Waldböden und Wegen. Hier werden die echten Sensoren, Maschinen und Geräte eingebunden und getestet.

Ein Modell zum Anfassen

Ein weiteres Smart Forest Lab ist ein Modell des realen Smart Forest Lab inklusive vernetzter Forstmaschinen zum Anfassen. In einem verkleinerten Massstab wird ein realer Bestand mit seinen Wegen, Rückegassen und Bäumen abgebildet. Auch die Menschen und Maschinen werden durch Modelle dargestellt. Für Sensoren gibt es analoge Gegenstücke. Auf den Steuerrechnern kommt die gleiche Software wie im Original zum Einsatz. In diesem Experimentierlabor können leicht neue Algorithmen oder Vorabversionen der geplanten Hardware getestet und überprüft werden. Auf diese Weise werden viele Fehler kostengünstig und früh im Entwicklungszyklus gefunden und behoben – bevor der Transfer auf echte Maschinen stattfindet. Das Modell ist handlich und mobil. So kann es auf Messen und anderen Veranstaltungen die Ergebnisse erlebbar und erfassbar machen. Bei der Arbeit mit dem Modell lassen sich ohne grossen Aufwand spielerische Ele-



Ein Wissenschaftler interagiert mittels Gestensteuerung mit dem Modell. Relevante Informationen werden auf der Datenbrille angezeigt.

mente wie Erfahrungspunkte, Fortschrittsanzeigen oder virtuelle Auszeichnungen ergänzen. Die Motivation und der Lernerfolg sind so unmittelbar messbar. Die Integration

dieser spielerischen Elemente wird Gamifizierung genannt, weshalb dieses forstliche Experimentierlabor auch als «gamifiziertes Smart Forest Lab» bezeichnet wird. 🌿



Im gamifizierten Smart Forest Lab sind der reale Waldbestand, die Maschinen sowie die Rückegassen nachgebaut und mit Sensoren versehen. Es kommt die gleiche Software wie im realen Wald zum Einsatz.



Frank Heinze, Projektkoordinator
«Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0»,
www.kwh40.de

Frank Heinze, wie digitalisieren Sie den Wald?

Über den Wald wird auch heute schon eine Vielzahl von Daten erfasst. Förster erstellen im Rahmen einer Forstinventur eine Bestandsaufnahme eines Waldes. Satelliten, Drohnen und Flugzeuge liefern Fernerkundungsdaten. Maschinen im Wald zeichnen ihre Tätigkeiten auf und Umweltsensoren liefern lokale Wetter- und Baumzustandsdaten. Wenn wir diese unterschiedlichen Daten zusammenführen, können wir auch heute schon einen Wald digitalisieren. Der Wald bekommt so ein digitales Ebenbild, das mit Informationstechnik weiterbearbeitet werden kann. Welche Daten dieser sogenannte digitale Zwilling genau bereitstellt, hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

Werden einzelne Bäume aufgezeichnet?

Obwohl für viele Anwendungen Daten auf Bestandesebene ausreichend sind, ist es für einzelne Anwendungen sinnvoll, Informationen bis auf Einzelbaumbene zu haben. Einzelbaumdaten werden benötigt, um beispielsweise zu Schulungszwecken eine Erntemassnahme virtuell planen zu können. So lassen sich am Computer manuell oder auch automatisiert gezielt Zukunftsbäume identifizieren, ebenso wie deren Bedränger. Letztlich stellt der digitale Zwilling Informationen über den aktuellen Zustand des Waldes bereit, die dabei helfen, Entscheidungen zur weiteren Bewirtschaftung des Walds zu treffen und so Waldbesitzer, Förster, aber auch Holzverarbeiter zu unterstützen. Mit der intelligenten Nutzung der erfassten Daten lassen sich zukünftig Herausforderungen aus Ökologie, Ökonomie und dem Klimawandel nachhaltig begegnen. Der Digitale Zwilling ist dabei nicht als ein rein passiver Datenlieferant zu verstehen, sondern er könnte auch in Zukunft selbst aktiv werden und beispielsweise Massnahmen zur Waldbewirtschaftung vorschlagen.

Wie schätzen Sie die Wahrscheinlichkeit ein, dass das Modell bis 2050 realistisch wird?

Die Daten zusammenzuführen und als Basis für bessere Entscheidungen zu nutzen, das ist eines der ersten Ziele. Technisch ist die Erstellung digitaler Zwillinge einzelner Waldbestände schon heute machbar und wir erwarten, dass dies deutlich vor 2050 grossflächig umgesetzt wird. Selbst dann, wenn wir die Ideen so weit denken, dass digitale Zwillinge selbständig Massnahmen zur Waldbewirtschaftung vorschlagen.

Welches sind die Herausforderungen?

Die zentrale Fragestellung ist, wie wir eine durchgängige Vernetzung zur Zusammenführung der Daten erreichen können. Dazu benötigt man eine geeignete Infrastruktur und möglichst einheitliche Datenformate. Dafür müssen sich die Interessensgruppen auf einheitliche Formate und Verfahren für den Datenaustausch einigen, möglichst auf internationaler Basis. Schliesslich muss es für den Zugriff auf die Informationen klare und eindeutige Regeln geben, was nur zum Teil ein technisches, sondern eher ein politisches Thema ist. Aus technischer Sicht gibt es ebenfalls noch an vielen Stellen Forschungsbedarf. So ist es aktuell beispielsweise noch herausfordernd, aus Fernerkundungsdaten automatisiert aussagekräftige Daten auf Einzelbaumbasis zu erstellen. Dies ist noch nicht mit ausreichender Genauigkeit gelöst.

Was können Waldbesitzer heute schon Konkretes tun, um in diese Richtung zu steuern?

Waldbesitzer können schon heute darauf dringen, dass Inventurdaten in einem digitalen Format erfasst werden. Wir kennen erste forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse, die auf dem Weg zum papierlosen Büro sind. Das sind genau die richtigen Ansätze. Je innovativer und digitaler Waldbesitzer aufgestellt sind, desto leichter wird es, von den neuen Methoden zu profitieren. Stehen Sie der Digitalisierung positiv gegenüber und loten Sie aus, wie diese Ihnen schon heute helfen kann, Ihre Prozesse und Abläufe zu verbessern.

Was können Sägereien und Holzverarbeiter tun?

Für Sägereien und Holzverarbeiter gilt dies ganz ähnlich. Auch hier kann Digitalisierung schon heute dazu beitragen, Prozesse effizien-



«Wie kann ich meinen Wald auf die Digitalisierung vorbereiten?»

ter zu gestalten. Viele Holzverarbeiter sehen wir hier schon auf einem guten Weg. Wichtig ist, bestehende und sich entwickelnde Standards im Auge zu behalten, sodass die eigene Lösung keine Insellösung wird, sondern die Möglichkeiten des Informationsaustausches fördert.

Ist das Modell länderübergreifend denkbar?

Unbedingt. Aktuell gibt es sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene Projekte, um die Digitalisierung im Bereich Wald und Holz voranzubringen. Beispielhaft seien hier genannt die Schweizer Initiative Wald & Holz 4.0, das deutsche Projekt Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0, das europäische Forschungsprojekt Rosewood 4.0 und das norwegische Forschungsprojekt SmartForest. International sind die Fragen nach übergreifenden Datenstandards noch einmal eine grosse Herausforderung, da viele Länder nationale Standards haben. Allerdings gibt es bereits jetzt schon einige Standards, wie etwa oder StanForD2010 für die Maschinendaten oder papiNet für die Papier- und Forstindustrie, die länderübergreifend genutzt werden und so zu einer internationalen Kooperation beitragen. Auch stellt das Konzept des digitalen Zwillings einen Beitrag zur Überwindung der Standardisierungsproblematik dar. Digitale Zwillinge können Datenbestände kapseln, die basierend auf nationalen Standards erstellt wurden. Der Datenaustausch findet dann zwischen den digitalen Zwillingen statt. Der digitale Zwilling übernimmt die Umwandlung in das entsprechende nationale Format und erleichtert so den Datenaustausch.

Welche Unterschiede gibt es zwischen Deutschland und der Schweiz?

Die Ausgangssituationen in der Schweiz und in Deutschland sind durchaus vergleichbar. In beiden Ländern ist die Forstwirtschaft durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. In beiden Ländern gibt es auch einen ähnlichen Nachholbedarf im Bereich der Digitalisierung der Forstwirtschaft. Wenn man hier Unterschiede herausarbeiten will, dann ist es mein persönlicher Eindruck, dass der Innovationswille in der Schweiz vielleicht noch eine Idee stärker ausgeprägt ist als in Deutschland. 🌿