

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 174 (2023)

Heft: 1

Artikel: Chancen und Hürden auf dem Weg zur Digitalisierung der Waldwirtschaft und der Holzproduktion

Autor: Rohner, Thomas / Pauli, Bernhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1097118>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Chancen und Hürden auf dem Weg zur Digitalisierung der Waldwirtschaft und der Holzproduktion

Thomas Rohner^{1,*}, Bernhard Pauli²

¹Berner Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau, BFH-AHB (CH)

²Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, BFH-HAFL (CH)

Abstract

Digitalisierung ist ein Schlüssel für die Entwicklung einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft der Holzproduktion, einer nachhaltigeren Wald- und Holzwirtschaft sowie einer zukunftsfähigen Waldpolitik. Doch wo stehen Wald- und Holzwirtschaft und wie nutzen sie das Potenzial der Industrie 4.0? Für den Waldbau sind viele Insellösungen vorhanden, aber noch nicht systematisch vernetzt. In der Waldbewirtschaftung steht eine Reihe von Systemen in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium, deren Anwendung aber wegen mangelnder Akzeptanz und Differenzen mit der nachgelagerten Verarbeitung nicht weiter voranschreitet. Im Holzbau ist es dank erweiterten Datengrundlagen der Digitalisierung jetzt möglich, zahlreiche Elemente wie die Rohstoffquellen, CO₂-Emissionen, graue Energie, Transportwege und Nachhaltigkeitskriterien bis zu Wohlfühlfaktoren einzeln zu erfassen. Mit Building Information Modeling (BIM) existiert eine Methode für die vernetzte Planung sowie den Bau und die Bewirtschaftung mit relevanten Bauwerksdaten. Die Herausforderungen in Ausbildung, Forschung und Gesetzgebung bleiben bestehen.

Keywords: Industrie 4.0, Waldwirtschaft, Forstwirtschaft, Digitalisierung, Building Information Modeling (BIM), Digitaler Zwilling, building SMART, Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft

doi: 10.3188/szf.2023.0014

* Solothurnstrasse 102, CH-2500 Biel, E-Mail thomas.rohner@bfh.ch

Die 2021 abgeschlossene Initiative Wald & Holz 4.0¹ zeigte das Potenzial der digitalen Transformation für die Wald- und Holzbranche auf. Mit ihrer Weiterführung sollen Unternehmen der Wertschöpfungskette Wald und Holz in der digitalen Transformation unterstützt und in ihrer Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden. Die Plattform hat nun die Aufgabe übernommen, realistische Umsetzungswege zu erarbeiten und das Potenzial der digitalen Transformation weiter auszuschöpfen.

Im Wald stehen das weitere Vernetzen und Verschmelzen von Mensch und Maschine vor besonderen Herausforderungen. Die Entwicklungen müssen in und mit der Natur stattfinden. Dabei liegt auf der Hand, dass die Natur und die natürlichen Prozesse weitaus komplexer sind als eine industriell geprägte und standardisierte Produktion. Es ist deutlich schwieriger, im Wald Normierungen zu bewerkstelligen, als in der Industrie Kennzahlen zuzuordnen. Mittelfristig sind die Möglichkeiten von Industrie 4.0 im Wald gewaltig. Immer leistungsfähigere Systeme zur Datenerfassung und -verarbeitung können in Raum und Zeit Ökosystemprozesse mit hohem Detaillierungsgrad und immer grösserer Genauigkeit abdecken.

In Zentraleuropa sind wir auf dem Weg, jeden Baum georeferenziert zu erfassen. Dadurch können wir weitere Informationen wie die Baumart, die Qualität oder die Distanz zum Nachbarbaum erfassen. Alle Informationen zusammen bilden die Grundlage für nachgelagerte und vernetzte Simulations- und Optimierungssysteme wie Waldwachstumssimulatoren, Betriebssimulationsmodelle (z.B. WIS2, Rosset 2005) und daran angeknüpfte ökonomische Simulationsmodelle sowie Systeme zur Optimierung von Holzernteprozessen. Neben der Simulation von Prozessen in der biologischen und technischen Produktion bieten die neuen Systeme auch die Möglichkeiten Prozessabläufe komplett neu zu gestalten. So ist es denkbar, dass die Holzernteprozesse nicht auf

¹ wh40.ch/initiative

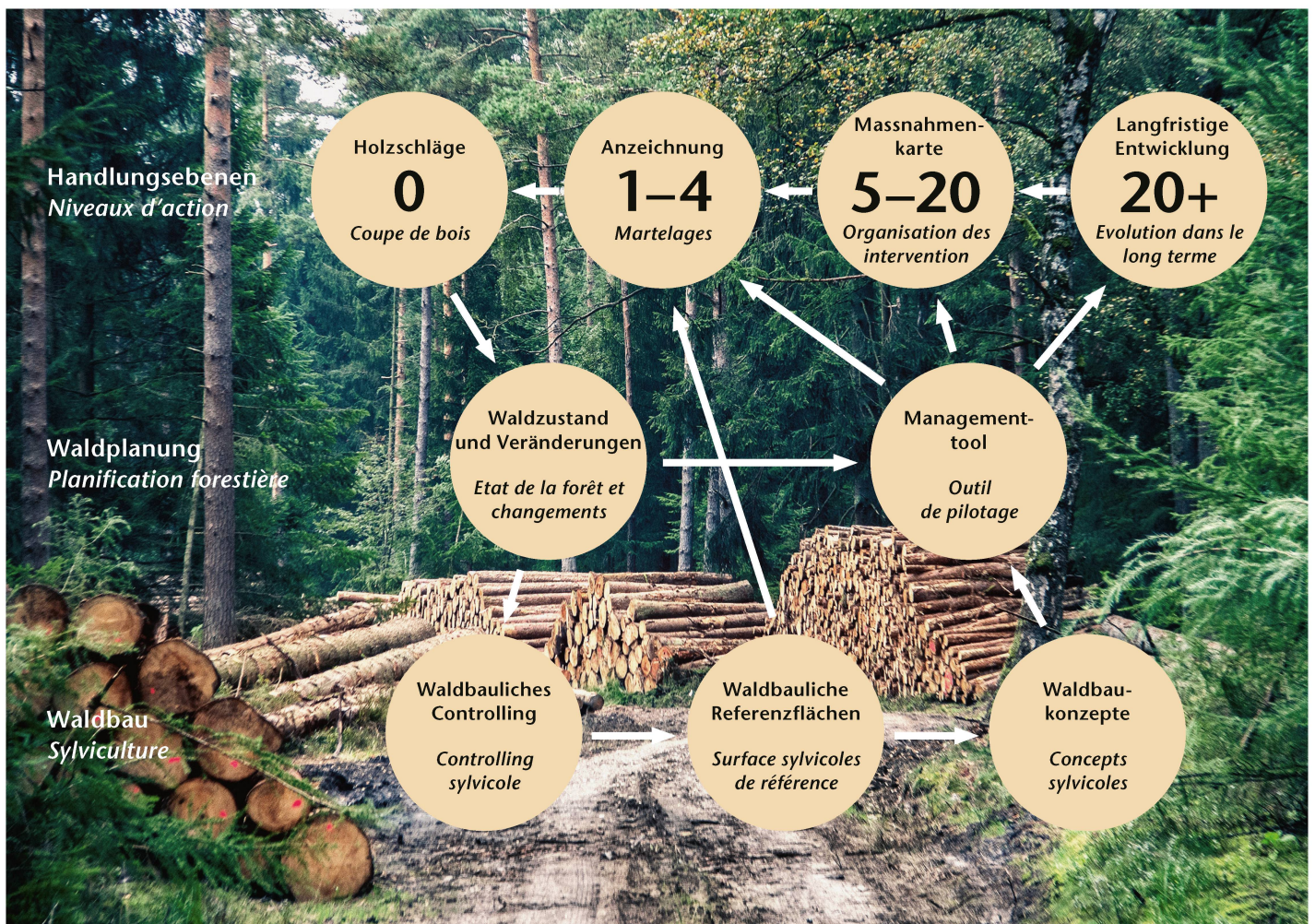


Abb 1 Waldbewirtschaftung und Industrie 4.0: Digitalisierung und Vernetzung umfassen Waldbau, Waldplanung und Handlungsebenen der Waldbewirtschaftung.
Grafik: Christian Rosset, Bild: Philippe Oursel/unsplash

der Grundlage von physischen Anzeichnungen organisiert werden, sondern das Anzeichnen digital und mithilfe verschiedener ökologischer, ökonomischer und sozialer Entscheidungsparameter erfolgt.

Die grosse Chance in der Digitalisierung und Vernetzung liegt darin, dass wir auf der Grundlage von Modellierungen, Optimierungsansätzen und Szenarienberechnungen die Konsequenzen aus verschiedenen Handlungsoptionen gut abschätzen können (Abbildung 1). Die technischen Entwicklungen und immer neue Fernerkundungsprodukte schaffen zudem neue Datengrundlagen und Möglichkeiten. Bordcomputer in Harvestern der neueren Generation zum Beispiel generieren Informationen verschiedenster Art. Ähnliche Optionen ergeben sich auch in der Holzernte. Bordcomputer in Harvestern und Forwardern der neueren Generation generieren Informationen verschiedenster Art, die eine wichtige Grundlage zur Optimierung der Supply Chain Wald und Holz darstellen. Neben der Information, wann und wo welche Holzmen gen anfallen, können auch die Bewegungen der Fahrzeuge detailliert nachvollzogen werden.

Nachhaltigkeitskriterien für Holzbau erfassen

Im Holzbau schafft die Digitalisierung neue Möglichkeiten, Rohstoffquellen, CO₂-Emissionen und Nachhaltigkeitskriterien zu dokumentieren und viele weitere Elemente bis hin zu Wohlfühlfaktoren einzubeziehen. Insbesondere lassen sich – dank einer weitreichenden Vernetzung von Informationen über Baumaterialien und Arbeitsprozesse – auch die bei der Abwicklung eines Projekts anfallende graue Energie sowie die Transportwege genauer schätzen. Die Datengrundlagen ermöglichen ausserdem die Simulation von Szenarien: Wie könnte der Bau ablaufen? Wie würden sich Personen darin bewegen? Was passiert bei einem Brand? Wie hoch können sommerliche Umgebungstemperaturen werden? Wo könnten Aktiv- und wo Erholungszonen Platz finden?

Der Betrachtungsperimeter ist der Lebenszyklus, der digitale Zwilling liefert die Informationsgrundlagen. Das erfordert einen Paradigmenwechsel in Planung, Bau und Nutzung in der Wald- und Holzbauwirtschaft. Denn die digitale Transforma-

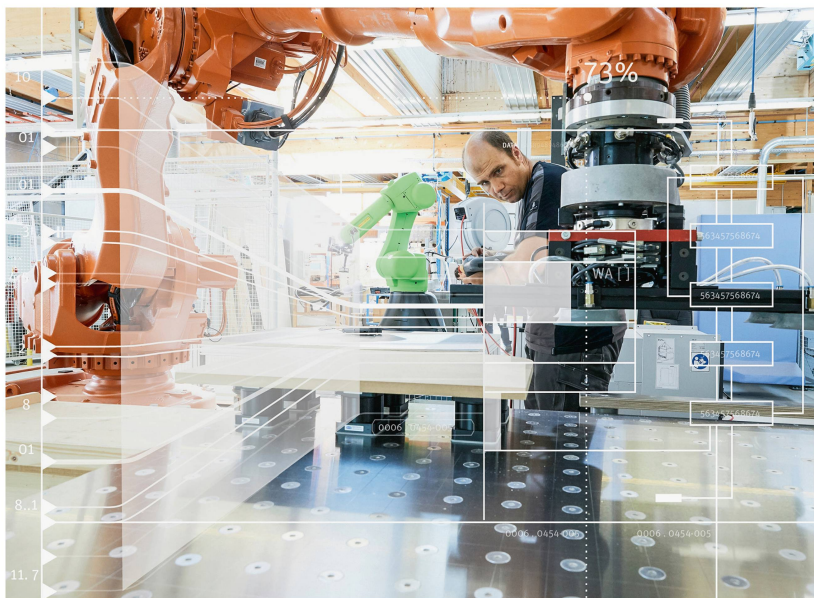


Abb 2 Ein Ziel von Industrie 4.0: Einzelstücke statt Massenproduktion Foto: BFH-AHB

tion und die Vernetzung zu Industrie 4.0 sind als methodischer Ansatz ein evolutionärer Prozess. Um die übergeordneten Ziele anpeilen zu können, wäre ein systematischer, systemübergreifender Ansatz notwendig. So wird Nachhaltigkeit messbar, berechenbar und kontrollierbar – unabhängig von der angewendeten Methode wie Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS), Nachhaltigkeitskompass oder Treibhausgasbilanzierung.

Herausforderungen vom Wald bis zum Bau

Bereits im Wald stockt die Umsetzung der skizzierten Möglichkeiten. Zwar stehen immer mehr Daten rund um das Ökosystem Wald und seine Bewirtschaftung zur Verfügung, doch es mangelt an der Nachfrage nach Informationen, an der Verlinkung zum nachgelagerten Wertschöpfungsprozess und nicht zuletzt an der Akzeptanz. Gründe hierfür liegen sicher in der zu geringen Vernetzung der Systeme, wodurch der potenzielle Nutzen noch nicht vollumfänglich ausgespielt werden kann. Noch fehlt es an einer Systemlösung, die die Waldbewirtschaftungsprozesse vollumfänglich abbildet und optimiert. Technisch stehen bereits einige Lösungen bereit, sodass keine grossen Investitionen in eigenständige Entwicklungen nötig sind. Hemmnisse für die Anwendung gründen oft in der Angst vor dem Strukturwandel, im Wandlungszwang und im mangelnden Wissen über die Möglichkeiten und die Anwendungen. Über die Holzproduktions- und Verarbeitungskette hinweg ist eher ein Auseinanderdriften festzustellen als ein Zusammenfinden.

Auch in der Holzwirtschaft ist die Digitalisierung eine Herausforderung. Eng mit dem traditio-

nellen Handwerk verbunden, fusst die Holzwirtschaft verbreitet auf kleinen bis mittelständischen Betrieben mit hoher individueller Spezialisierung. So müssten nicht nur Prozesse neu aufgegleist werden, sondern es bedürfte teils auch grosser Investitionen in Maschinen, die mit neuen Technologien und digitalen Anforderungen kompatibel sind. Ebenso wichtig sind Investitionen in die Menschen: Aus- und Weiterbildungen müssen der Entwicklung Rechnung tragen, neue Lehrgänge und Bildungsangebote aufgebaut werden.

Das auf Holz basierende Wertschöpfungsnetzwerk vom Wald bis zum fertigen Produkt gestaltet sich anders als bei Materialien wie Glas, Stahl oder Kunststoff. Im stark bewaldeten Westeuropa wird Holz überall produziert, jedoch ist das Transportnetz zur Beschaffung des Rohstoffes kompliziert. Die Baum- beziehungsweise Holzarten weisen unterschiedliche Eigenschaften und folglich auch Einsatzmöglichkeiten auf. Bei der Überwachung im Wald, in der Holzproduktion, in der Verarbeitung und im Bau wird das Holz unterschiedlich erfasst.

Ein Ziel von Industrie 4.0 besteht darin, die Massenproduktion durch die Herstellung von Einzelstücken abzulösen (Abbildung 2). Gelingt der Industrie dieser Schritt, muss das Handwerk eine Lösung finden, um nicht in kleinste Nischen verdrängt zu werden. Die Herausforderung sind Kosten und Qualität. Die Herstellung eines Einzelstücks stellt die Industrie vor eine grosse technische Herausforderung, die mit grossen Innovations- und Investitionskosten verbunden ist, aber mit einer massiven Reduktion der Produktionskosten einhergeht.

Gemeinsam zur nachhaltigen Strategie

Neuste Entwicklungsschritte haben im digitalen Bauen viel Dynamik ausgelöst. Building Information Modeling (BIM) hat sich weltweit durchgesetzt. In der Schweiz wurde ein Sechspunkteplan formuliert, der ein gemeinsames Vorgehen beschreibt (Tabelle 1). Gleichzeitig entstanden systematische, systemumfassende und methodische Formulierungen für gemeinsame Anwendungsfälle (Use-Case-Management). Sie wurden in der Schweiz entwickelt und werden heute weltweit bei building SMART angewendet (buildingsmart.org).

Der gebaute Schweizer Gebäudepark besteht aus 3,2 Milliarden Tonnen vornehmlich mineralischer Stoffe und bildet eine grosse heimische Ressource. Alte Bauten dienen schon immer als Materialquelle für Neues, allerdings zum Preis, dass einige Kulturbauten verschwinden mussten. Grundsätzlich ist aber die Wiederverwendung von Baumaterial äusserst sinnvoll – egal, ob es sich um mineralische, metallische oder organische Baustoffe handelt. Wie beim Holz müssen Prozessketten von der Gewinn-

das gleiche Vorgehen	gemeinsames Zielbild und gemeinsame Roadmap
das Gleiche verstehen	gemeinsame Sprache (Glossar)
das Gleiche datentechnisch abbilden	gemeinsames Datenmodell
das Gleiche modellieren	gemeinsame Bauteilbibliothek
das Gleiche untersuchen	gemeinsame Anwendungsfälle
das Gleiche bestellen	gemeinsame Bestellgrundlagen

Tab 1 Sechspunkteplan 2021 der BIM-Industry-Days 2021. Quelle: bfh.ch/de/aktuell/news/2021/bim-industry-day

nung und der Ernte über den Transport, die Verarbeitung, die Vorfertigung und die Montage bis zur Trennung, zum Rückbau oder zur Revitalisierung zu Ende gedacht werden.

Mit 40 Prozent der CO₂-Emissionen hat die Baubranche einen grossen Hebel zur Senkung des Treibhausgasausstosses in der Hand. Dazu muss das kurzfristige Kostendenken durch ein langfristiges Qualitätsdenken ersetzt werden. Gebaut werden soll für künftige Generationen, und das Handeln muss dem «cradle-to-cradle»-Prinzip entsprechen, wonach «technische Nährstoffe» lückenlos in technischen Kreisläufen gehalten werden können. Dieses Konzept ermöglicht es der Bauwirtschaft, am gleichen Strick zu ziehen und in Kollaborationen optimale Lösungen zu finden. Ausserdem befähigt BIM die Baubranche, mit ausgewählten Massnahmen den «Aktionsplan Digitale Schweiz»² des Bundes zu unterstützen.

Wichtig ist, dass die artenreine Trennung möglich ist und die Herkunftsdeklaration erhalten

bleibt. Zur Kontrolle der Materialflüsse können digitale Technologien wie RFID und GTIN die notwendige Transparenz garantieren und gleichzeitig verlässliche Daten für Bauherren und Konsumentinnen schaffen. Diese Blockchain-Technologien unterstützen das Vorgehen, indem alle Transaktionen in chronologischer Reihenfolge aufgelistet und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Bildung und Forschung sind gefordert

Aus diesen neuen Anforderungen ergibt sich ein Auftrag an die Bildung. Die Kultur des Teilens von Wissen und Können in Lehre und Forschung ist ebenso wichtig wie die integrative Förderung von zukünftigen Fähigkeiten (Abbildung 3). Interdisziplinäre und flexible Angebote sollten die Nutzbarmachung neuer Technologien unterstützen.

² digitaldialog.swiss/de/aktionsplan



Abb 3 Die Kultur des Teilens von Wissen und Können in Lehre und Forschung ist ebenso wichtig wie die integrative Förderung von zukünftigen Fähigkeiten. Foto: HAFL

Drei einfache Botschaften zur Umsetzung des Kreislaufprinzips

- Es ist bedeutend einfacher, nachhaltige Häuser zu bauen, als Leute in ihrer Mobilität einzuschränken.
- Es ist bedeutend einfacher, ökologische und nachwachsende Baustoffe zu verwenden, als den Fleischkonsum einzuschränken.
- Es ist bedeutend einfacher, Fassaden zu begrünen, als energiebetriebene Technologien zur Kühlung, Luftreinigung und Lärmdämmung einzusetzen.

Integriert wird eine Reihe von vernetzten digitalen Werkzeugen auch in einem Plantagen-Projekt mit dem Blauglocken- oder Kiribaum (*Paulownia tomentosa*) zur schnellen Holzproduktion, das die BFH-AHB begleitet. Die Versuche mit der schnell wachsenden Baumart findet auf Landwirtschaftsflächen statt, da das Schweizer Gesetz keine Plantagen im Wald zulässt, weil der Wald neben dem Erbringen von wirtschaftlichen Leistungen auch Schutz- und vielfältige Wohlfahrtsfunktionen erfüllen muss. Der Blauglockenbaum erlangt in zwölf Jahren die

Erntereife mit einem Stammdurchmesser von ca. 45 cm. Die Setzlinge stammen aus Deutschland, sind nicht invasiv, sind an unser Klima angepasst und ergeben für die Landwirtschaft einen höheren Ertrag als Getreide, Korn oder Gras. Das Projekt arbeitet mit digital gestützten Instrumenten wie Monitoring, Drohnen, RFID, Blockchain, Robotern und Absatzmarktmanagement. Die Plantage wird nach den Prinzipien der Integrierten Produktion (IP) bewirtschaftet. ■

Eingereicht: 10. November 2022, akzeptiert (ohne Review): 5. Dezember 2022

Literatur

ROSSET C (2005) Le WIS.2, un instrument informatique performant pour une gestion efficace et ciblée des écosystèmes forestiers. *Schweiz Z Forstwes* 156 (12): 496-509. doi.org/10.3188/szf.2005.0496

Chances et défis pour la numérisation de l'économie forestière et de la production de bois

La numérisation est essentielle au développement d'une économie circulaire de la production de bois économe en ressources, d'une économie forestière et du bois plus durable et d'une politique forestière orientée vers l'avenir. Mais où se situent les économies forestière et du bois et comment utilisent-elles le potentiel de l'industrie 4.0? Pour la sylviculture, il existe de nombreuses solutions isolées, mais elles ne sont pas encore systématiquement mises en réseau. Dans la gestion forestière, toute une série de systèmes sont à un stade de développement avancé, mais leur application ne progresse pas en raison d'un manque d'acceptation et de différences avec la transformation en aval. Dans la construction bois, grâce aux bases de données élargies de la numérisation, il est désormais possible de saisir individuellement de nombreux éléments tels que les sources de matières premières, les émissions de CO₂, l'énergie grise, les trajets et les critères de durabilité, jusqu'aux facteurs de bien-être. Avec le Building Information Modeling (BIM), il existe une méthode pour la planification en réseau ainsi que la construction et la gestion avec des données pertinentes sur les bâtiments. Les défis en matière de formation, de recherche et de législation demeurent.

Opportunities and challenges on the way to digitalisation of forestry and timber production

Digitalisation is a key to the development of a resource-conserving circular economy of wood production, a more sustainable forest and timber industry, and a sustainable forest policy. But where do the forestry and timber industry stand and how do they use the potential of Industry 4.0? For silviculture, many isolated solutions exist, but are not yet systematically networked. In forest management, a number of systems are in advanced stages of development, but their application is not progressing due to a lack of acceptance and differences with downstream processing. In timber construction, it is now possible to individually track numerous elements such as raw material sources, CO₂ emissions, grey energy, transport routes and sustainability criteria through to well-being factors, thanks to expanded data bases from digitalisation. With Building Information Modeling (BIM), a method exists for networked design as well as construction and management with relevant building data. The challenges in education, research and legislation remain.