

Innovation Roadmap 2030

Strategische Ziele und
Massnahmen für die
Schweizerische Forst-
und Holzwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1

Zusammenfassung	04
Résumé	06
Summary	08

2

Einführung	10
------------	----

3

Branchenübergreifende Entwicklungen	11
----------------------------------------	----

4

Entwicklungen in der Holzbranche	12
4.1 Die Schweizer Wertschöpfungs- kette Forst-Holz im Überblick	12
4.2 Die Holzbranche im internationalen Kontext	13
4.3 Ausgewählte Initiativen der Branche	15
4.3.1 Nationales Forschungs- programm NFP 66 «Ressource Holz»	15
4.3.2 Initiative Wald und Holz 4.0	16

5

Beitrag des Holzes zur Schweizer Bioökonomiestrategie	18
5.1 Hauptbeiträge des Holzes zur Bioökonomie	18
5.2 Die wichtigsten überge- ordneten Massnahmen	20
5.3 Die wichtigsten überge- ordneten Potenziale	21

6

Innovationsagenda	25
6.1 Holzbeschaffung	25
6.1.1 Strategische Ziele	25
6.1.2 Massnahmen	26
6.2 Holzbasierte Materialien	27
6.2.1 Strategische Ziele	27
6.2.2 Massnahmen	28
6.3 Holzbau	29
6.3.1 Strategische Ziele	29
6.3.2 Massnahmen	29
6.4 Produkte und Energie aus Biomasse	31
6.4.1 Strategische Ziele	31
6.4.2 Massnahmen	31
6.5 Spezifische Ergänzung zum Thema Digitalisierung	32

1

Zusammenfassung

Der forst- und holzbasierte Sektor ist einem Wandel unterworfen, dessen Einflussfaktoren zunehmend global geprägt sind. Insbesondere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind für Antworten und Strategien gefragt, um mit Innovationen den Fortbestand und die Weiterentwicklung der Branche zu unterstützen.

Aufbauend auf globalen Trends – im Rahmen der branchenübergreifenden Entwicklungen sowie der Entwicklung der Holzbranche im nationalen und internationalen Kontext – wird in der vorliegenden Innovation Roadmap 2030 die Rolle des Holzes in einer Bioökonomiestrategie der Schweiz beschrieben. Die Bereitstellung eines erneuerbaren und durch CO₂-Speicherung entstandenen Rohstoffs sowie Produkte mit niedriger «grauer Energie» werden als wichtige Beiträge beschrieben. Sie bieten das Potenzial zur Substitution von CO₂-intensiven Werkstoffen, von fossilen Rohstoffen für Chemikalien und von fossilen Energieträgern. Dafür bedingt es als übergeordnete Massnahmen sowohl eine erhöhte Holzbereitstellung als auch die Etablierung einer effizienten Kaskadennutzung respektive Kreislaufwirtschaft.

Vor diesem Hintergrund wurde in mehreren Workshops und in zahlreichen Gesprächen die Innovationsagenda mit strategischen Zielen und Massnahmen erarbeitet, und zwar jeweils für die vier Themengebiete Holzbeschaffung, holzbasierte Materialien, Holzbau und Produkte und Energie aus Biomasse.

Im Bereich der **Holzbeschaffung** ist das wichtigste Ziel eine marktkonforme Holzbereitstellung durch strategische und strukturelle Entwicklungen in der Waldwirtschaft. Dies bedingt eine Versorgungssicherheit und eine Festlegung auf Hauptbaumarten sowie eine Waldbewirtschaftung durch ausreichend grosse, unternehmerische und langfristig zukunftsfähige Betriebseinheiten. Dies soll mittels einer Erhöhung der Relevanz des Walds für die Waldbesitzer, einer Klärung der walddpolitischen Grundsätze und der Rollen der Akteure Staat und Waldwirtschaft sowie mittels eines forstbetrieblichen Benchmarkings, ausgerichtet auf soziale, ökologische und ökonomische Faktoren, erreicht werden.

Die strategischen Ziele für die **holzbasierten Materialien** umfassen die Erschliessung neuer Anwendungsfelder, die Sicherung

der Konkurrenzfähigkeit bestehender Produkte und die Gewährleistung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit dieser Produkte. Dies etabliert das Holz als bedeutende Komponente in Materialverbänden, die jeweils die besten Eigenschaften der Ausgangsprodukte kombinieren und so einen wichtigen Mehrwert schaffen. Wichtige Voraussetzungen hierfür sind interdisziplinäre Ansätze durch Zusammenarbeit inner- und ausserhalb des Holzsektors sowie der fundierte Nachweis und die Kommunikation der Umwelt-Benefits der holzbasierten Materialien.

Im **Holzbau** sichern leistungsfähige Baustoffe, wettbewerbsfähige Prozesse sowie hohe Freiheitsgrade in der Gestaltung dem Holz seine Rolle als Baustoff der Zukunft. Wichtige Treiber dafür sind die digitale Transformation und die Verfügbarkeit verbesserter Materialien. Dies garantiert dem Holz ein herausragendes Image hinsichtlich Qualität, Nachhaltigkeit, Emotion und Wirtschaftlichkeit und dem Holzbau die Rolle als Technologieführer. Architektinnen und Ingenieure profitieren von einer hohen gestalterischen Freiheit, während zeitgleich die wirtschaftliche Umsetzung für Bauherren und institutionelle Investoren ermöglicht wird. Die Förderung des positiven Images des Holzbaus, die Entwicklung zu einem innovativen und professionalisierten Industriezweig durch eine neue Organisation der Branche sowie die Förderung von Interdisziplinarität und einer Startup-Kultur in Kombination mit einer intensiven Forschung ermöglichen die Zielerreichung.

Übergeordnet müssen holzbasierte Energieträger und Ausgangsstoffe als technisch und wirtschaftlich konkurrenzfähige Alternativen zu fossilen Rohstoffen im Bereich von **Produkten und Energie aus Biomasse** etabliert werden. Dies umfasst neue Prozesse für die Umwandlung von Biomasse zu Energie, den Aufschluss von Holz oder Rinde zu Plattformchemikalien sowie ein übergeordnetes Nutzungskonzept zur Maximierung der Wertschöpfung aus Biomasse. Wichtig hierfür wäre die Aktivierung von Schlüsselpersonen, die Bündelung von Knowhow in einem – möglicherweise polyzentrischen – Kompetenzzentrum, den Aufbau von Demonstrationsanlagen, zum Beispiel als Bioproduktwerk-Hub, wie auch die Etablierung von themenspezifischen Weiterbildungslehrgängen.

Begleitend werden wichtige Aspekte der **digitalen Transformation** beleuchtet, da diese in allen vier Themengebieten eine wichtige und oftmals verbindende Rolle spielen. Im Speziellen wird auf bereits implementierte Technologien, also dem State of the Art in anderen Branchen, eingegangen und so ein Ausblick auf künftige Entwicklungen in der Branche gewagt.

Résumé

Le secteur basé sur la forêt et le bois est soumis à une mutation dont les facteurs d'influence ont, de façon croissante, un caractère global. Des activités de recherche et développement sont particulièrement demandées pour fournir des réponses et des stratégies afin de soutenir, par des innovations, l'existence de la forêt et le développement de la branche.

Bâtie sur des tendances globales – dans le cadre de développements transversaux, ainsi que de l'évolution de la branche du bois dans les contextes national et international – la présente feuille de route 2030 reprend la description du rôle du bois dans une stratégie bioéconomique de la Suisse. La mise à disposition d'une matière première renouvelable et issue d'un stockage du CO₂, ainsi que de produits marqués par une faible «énergie grise», y sont décrits comme des contributions importantes. Ils offrent un potentiel de substitution de matériaux intensément grevés de CO₂, de matières premières et sources d'énergie fossiles. Cela nécessite, en tant que mesures principales, aussi bien une augmentation de la mise à disposition de bois, que la mise en place d'une utilisation efficiente en cascade, respectivement d'une économie circulaire.

Sur cette base, un agenda des innovations, avec objectifs stratégiques et mesures, a été élaboré au cours de nombreux ateliers et entretiens, et ceci pour chacun des quatre domaines thématiques : approvisionnement en bois ; matériaux à base de bois ; construction bois ; produits et énergie de la biomasse.

Dans le domaine de l'**approvisionnement en bois**, l'objectif le plus important est une mise à disposition de la ressource conforme au marché grâce à un développement stratégique et structurel de l'économie forestière. Ceci implique une sécurité d'approvisionnement et un ancrage sur les principales essences, ainsi qu'une commercialisation de la forêt par des unités d'exploitation suffisamment grandes, sous forme d'entreprises répondant à long terme aux défis du futur. Ceci doit être atteint grâce à une augmentation de l'importance de la forêt pour les propriétaires, à une clarification des bases de la politique forestière et du rôle des acteurs État et économie forestière, ainsi qu'à un benchmarking de l'exploitation de la forêt ciblé sur des facteurs sociaux, écologiques et économiques.

Les objectifs stratégiques pour les **matériaux à base de bois** comprennent la conquête de nouveaux champs d'utilisation, la

sécurisation de la capacité concurrentielle des produits existants et la garantie de l'innocuité pour la santé de ces produits. Ceci établit le bois en tant que composant significatif dans des alliances de matériaux qui combinent à chaque fois les meilleures propriétés des produits initiaux et créent ainsi une plus-value importante. Des conditions déterminantes pour cela sont les approches interdisciplinaires par une collaboration à l'intérieur et à l'extérieur du secteur du bois, ainsi que la preuve fondée et la communication du bénéfice environnemental des produits à base de bois.

Dans la **construction bois**, les matériaux performants, les processus concurrentiels, ainsi que la grande liberté dans la conception assurent au bois son rôle de matériau de construction du futur. La transformation numérique et la disponibilité de matériaux améliorés y contribuent fortement. Ceci garantit au bois son image exceptionnelle quant à la qualité, la durabilité, l'émotion et la rentabilité et à la construction bois un rôle de leader technologique. Les architectes et ingénieurs profitent d'une grande liberté dans la conception, alors qu'une mise en œuvre économique est parallèlement possible pour les maîtres d'ouvrage et les investisseurs institutionnels. L'activation de l'image positive de la construction bois, son évolution vers un secteur industriel innovant et professionnalisé grâce à une nouvelle organisation de la branche, ainsi que l'encouragement de l'interdisciplinarité et d'une culture de startups combinés à une recherche intensive permettent d'atteindre ces objectifs.

En premier lieu, dans le domaine des **produits et de l'énergie de la biomasse**, les sources d'énergie et les substances issues du bois doivent être établies en tant qu'alternatives concurrentielles, sur les plans technique et économique, face aux matières premières fossiles. Ceci englobe de nouveaux processus pour la transformation de la biomasse en énergie, la dissociation du bois ou de l'écorce en produits chimiques plates-formes, ainsi qu'un concept prioritaire d'utilisation afin de maximiser la création de valeur par la biomasse. L'activation de personnes-clé, la concentration de savoir-faire dans un centre de compétences – si possible polycentrique – la mise en place d'installations de démonstration, par exemple en tant que fabrique centrale de bioproduits, ont été importantes, de même que l'établissement de cycles de formation continue spécifique à ce thème.

Parallèlement, d'importants aspects de la **transformation numérique** sont explicités, car celle-ci joue un rôle significatif, et souvent de liaison, dans les quatre domaines thématiques. Les technologies déjà implémentées dans d'autres branches ont notamment été abordées, formant en quelque sorte un State of Art, et cet ouvrage s'est finalement risqué à donner un aperçu des futurs développements dans la branche.

Summary

The forest and wood-based sector is subject to change, the influencing factors of which are increasingly global. Research and development activities in particular are in demand for answers and strategies to support the continued existence and further development of the sector with innovations.

Based on global trends – in the context of cross-sectoral developments as well as the development of the timber industry in a national and international context – the present Innovation Roadmap 2030 describes the role of wood in a bio-economy strategy for Switzerland. The provision of a renewable raw material and raw material generated by CO₂ storage, as well as products with low „grey energy“ are described as important contributions. They offer the potential to substitute CO₂-intensive materials, fossil raw materials for chemicals and fossil energy sources. To achieve this, it requires as overarching measures both an increased wood supply and the establishment of an efficient cascade use or recycling management.

Against this background, the innovation agenda with strategic goals and measures was developed in several workshops and in numerous discussions, in each case for the four topics wood procurement, wood-based materials, wood construction and products and energy from biomass.

In the area of **wood procurement**, the most important goal is to ensure that wood is supplied in line with market requirements through strategic and structural developments in forestry. This requires security of supply and a commitment to main tree species as well as forest management by sufficiently large, entrepreneurial and long-term sustainable operating units. This is to be achieved by increasing the relevance of the forest for forest owners, by clarifying the principles of forest policy and the roles of the state and forest management actors, and by means of a benchmarking of forest enterprises based on social, ecological and economic factors.

The strategic objectives for **wood-based materials** include the development of new fields of application, securing the competitiveness of existing products and ensuring that these products are harmless to health. This establishes wood as an important component in material composites, each of which

combines the best properties of the starting products and thus creates important added value. Important prerequisites for this are interdisciplinary approaches through cooperation within and outside the wood sector as well as the well-founded proof and communication of the environmental benefits of wood-based materials.

In **timber construction**, high-performance building materials, competitive processes and a high degree of freedom in design ensure that timber will play its role as the building material of the future. Important drivers for this are the digital transformation and the availability of improved materials. This guarantees wood an outstanding image in terms of quality, sustainability, emotion and economy, and timber construction its role as technology leader. Architects and engineers benefit from a high degree of creative freedom, while at the same time the economic implementation is made possible for building owners and institutional investors. The promotion of the positive image of timber construction, the development into an innovative and professionalized industry sector through a new organization of the industry and the promotion of interdisciplinarity and a start-up culture in combination with intensive research will enable the achievement of the objectives.

On a higher level, wood-based energy sources and raw materials must be established as technically and economically competitive alternatives to fossil raw materials in the field of **products and energy from biomass**. This includes new processes for the conversion of biomass to energy, the decomposition of wood or bark to platform chemicals as well as an overarching utilization concept to maximize the value added from biomass. Important for this would be the activation of key persons, the bundling of know-how in a – possibly polycentric – competence centre, the establishment of demonstration plants, for example as a bioproducts plant hub, as well as the establishment of topic-specific further training courses.

In addition, important aspects of **digital transformation** will be examined, as these play an important and often connecting role in all four topics. In particular, already implemented technologies, i.e. the state of the art in other industries, will be discussed, thus providing an outlook on future developments in the industry.

2

Einführung

Die schweizerische Forst- und Holzwirtschaft blickt auf eine lange Tradition zurück, mit wegweisenden Innovationen, aber auch mit einem kontinuierlichen Strukturwandel. Teilbranchen haben an Grösse eingebüsst, während andere wachsen konnten. So hat der Holzbau in den vergangenen zwei Jahrzehnten einen Aufschwung erlebt, den nur wenige für möglich gehalten hätten. Ohne Wandel sind Weiterentwicklung und Zukunftsfähigkeit nicht denkbar.

Es sind insbesondere zwei branchen- und grenzüberschreitende Entwicklungen, die aktuell einen besonders prägenden Einfluss auf die Diskussionen in der schweizerischen Holzwirtschaft haben. Zum einen erleben wir eine steigende globale Klimaerwärmung, die sich zunehmend in extremen Klimaereignissen manifestiert. Der letzte Bericht des Weltklimarats (IPCC Special Report in Global Warming of 1.5°C, 2018) warnt eindringlich davor, dass nur noch wenige Jahre bleiben, um die durchschnittliche globale Erwärmung auf 2°C oder weniger zu begrenzen. Die Begrenzung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist somit eine der grössten umweltpolitischen Herausforderungen der Gegenwart, jedoch auch eine Chance für wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovationen. Das lokal vorhandene Material Holz bindet langfristig Kohlenstoff, den Bäume im Laufe ihres Wachstums absorbiert haben und so der Umgebung entzogen haben. Dabei ist die Schweiz ein Land mit

sehr grossem Holzvorrat pro Hektar. Der Holzverbrauch hingegen ist mit gut einem Kubikmeter je Einwohner und Jahr eher durchschnittlich für Mitteleuropa. Von diesem Holzkonsum wird lediglich nur knapp die Hälfte aus den einheimischen Wäldern gedeckt. Dies hat wachsende Holzvorräte im Wald zur Folge, die mit einer Überalterung und geringerer Stabilität der Wälder einhergehen. Somit ist eine intensivere Bewirtschaftung der Wälder mit einer höheren Holzernte notwendig.

Dies sind Voraussetzungen mit hohem Potenzial für die holzbasierte Wirtschaft. Insbesondere da die Herstellung der meisten Produkte auf Basis von Holz markant weniger Energie verbraucht, als die Fertigung anderer Materialien. Wir sind überzeugt, dass die nachhaltige Nutzung des Schweizer Walds, die Verwendung holzbasierter Materialien sowie die Holzbauweise wesentliche Beiträge zur Dekarbonisierung der Gesellschaft leisten können und müssen. Dafür sind die Förderung holzbasierter Produkte und die weitere Entwicklung und Umsetzung innovativer Holztechnologien unabdingbar.

Zum zweiten lassen die sogenannten Zukunftstechnologien in vielen Branchen einen Innovationsschub erwarten und sind auch in der Holzwirtschaft längst angekommen. Die Digitalisierung führt zu einer Vernetzung zwischen Lieferanten, Produzenten und Endkunden, der

3D-Druck hat eine Qualität erreicht, die noch vor wenigen Jahren in weiter Ferne schien. Das Internet dient mehr und mehr als Kommunikationsplattform für Sensoren und Geräte. Der Umgang mit grossen Datenmengen wird zum Normalfall. Und Rechnergeschwindigkeiten und Speicherkapazitäten stellen keine limitierenden Faktoren mehr dar. Aus all diesen Entwicklungen ergibt sich für die Forst-Holz-Kette ein beachtlicher Innovationsschub.

Hier positioniert sich S-WIN als Netzwerk für Innovationen in der Forst- und Holzwirtschaft. Damit soll der Beitrag des Sektors zur nachhaltigen Nutzung begrenzter Ressourcen, zur Dekarbonisierung der Gesellschaft und letztendlich zur Erreichung der Klimaziele unterstützt und verstärkt werden. Die Innovation Roadmap 2030 zeigt bedeutende Handlungsfelder als mögliche Lösungswege auf. In den vier Themenfeldern Holzbeschaffung, holzbasierte Materialien, Holzbau sowie Produkte und Energie aus Biomasse werden strategische Ziele und damit verbundene notwendige Massnahmen breit diskutiert, untereinander abgestimmt und zum Teil neu festgelegt. Mit dem Ziel, Unternehmen mit Forschenden aus verschiedensten Instituten zu vernetzen und dadurch effiziente, aufgabenbezogene sowie interdisziplinäre Forschung und Entwicklung anzustossen, zu koordinieren und zu fördern.

3

Branchenübergreifende Entwicklungen

Die langfristige Positionierung der Wald-Holz-Kette in der Schweiz lässt sich nicht abgekoppelt von den internationalen und branchenübergreifenden technologischen, wirtschaftlichen und politischen Entwicklungen betrachten. Wichtige Einflussfaktoren sind insbesondere die Ressourcenverfügbarkeit und der Klimawandel, technologische Innovationen sowie der Wandel der Märkte in Europa und Übersee. Aber auch politische und gesellschaftliche Entwicklungen haben Auswirkungen auf die Situation der Schweizer Holz-, Bau- und Forstbranche.

In Teilen der westlichen Gesellschaften ist seit Jahren eine Sensibilisierung für **Umweltthemen** festzustellen. Die Auslöser sind vielfältig und schliessen das Bewusstsein abnehmender Ressourcenverfügbarkeit (insb. Boden, Rohstoffe, Fachkräfte) sowie die immer deutlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels mit ein. Beide Faktoren haben in den vergangenen Jahren einen allgemeinen Trend hin zu möglichst geschlossenen Stoffkreisläufen begünstigt, der sich durch alle Werkstoffgruppen zieht. Motiviert sind entsprechende Konzepte zur Wiederverwertung allerdings nicht ausschliesslich durch die Sorge um das globale ökologische Gleichgewicht, sondern auch durch die Entwicklung kosteneffizienter Recyclingtechnologien, sowie durch die aktuell gute Vermarktbarkeit wiederverwertbarer Produkte.

Neben der Zunahme von Recycling und Nebenstoffstromnutzungen hat die Reduzierung des **Energieverbrauchs** nicht an Dringlichkeit verloren. Sowohl in den Bereichen Transport und Gebäudenutzung als auch in der gewerblichen und industriellen Produktion werden Massnahmen zur Energieeinsparung forciert. Allerdings ist auch die Entwicklung hin zu energiesparsamen

Lösungen häufig ökonomisch getrieben. Daher ist davon auszugehen, dass die in Teilen wahrzunehmende Abkehr einzelner Bevölkerungsgruppen oder gar Regierungen von den Zielen des Klimaschutzes die Implementierung energieeffizienter Technologien langfristig kaum aufhalten wird.

Die globale Wirtschaft zeigt derzeit (i.e., Ende 2019) noch eine beachtliche Konjunkturdynamik, von der auch die Schweiz profitiert. Vor dem Hintergrund, dass die Vernetzung und die länderübergreifende Arbeitsteilung auch weiterhin zunehmen werden, kann davon ausgegangen werden, dass der **internationale Handel** sein Wachstum tendenziell fortsetzt. Dem entgegen wirken allerdings vermehrt erkennbare protektionistische Tendenzen einzelner Länder. Auch ist die Sorge gestiegen, dass Instabilitäten oder Krisen durch irrationale handelnde oder gar autoritäre Regierungen ausgelöst werden, und dass ganze Regionen aus dem internationalen Handel herausfallen. Hinzu kommt spezifisch für die Schweiz die nach wie vor unsichere Entwicklung des Euro-Franken-Kurses.

Auf **technologischer** Seite werden Innovationen durch die Weiterentwicklung von Informationstechnik, Sensorik und Robotik beflügelt, einschliesslich der digitalen Vernetzung innerhalb und zwischen Unternehmen und Endkunden. Neue Geschäftsmodelle und Branchenbeziehungen entwickeln sich. Durch die fortschreitende Automatisierung von immer komplexeren Arbeiten und die Einführung neuer intelligenter Produktionsverfahren steigt die Produktivität weiter an. Mensch und Maschine wachsen zusammen, künstliche Intelligenz übernimmt vermehrt Aufgaben, und es sind Innovationssprünge durch Fortschritte in der Nanotechnologie, Automatisie-

rung und Robotik zu erwarten. Entsprechend wird es auch zu einer zunehmenden **Verdichtung** der Arbeit und zu steigenden Mitarbeiteranforderungen kommen. Die Berufsbildung und Hochschulen müssen ihre Ausbildungsprogramme schnell, dynamisch und vorausschauend den sich verändernden Anforderungen anpassen. Life-Long-Learning-Angebote gewinnen an Bedeutung und werden teilweise sogar grundständige Ausbildungen ablösen. Gleichzeitig steigt auch die Gefahr, dass ganze Bevölkerungsgruppen der zunehmenden Innovationsgeschwindigkeit und der Komplexität von Anlagen, Software und Prozessen nicht mehr gewachsen sind.

Zusätzlich zu den technologischen Umbrüchen zeichnen sich schon heute für Gesellschaft und Wirtschaft spürbare **Bevölkerungsverschiebungen** ab. Einerseits findet seit längerem eine Alterung der westlichen Gesellschaften statt, mit demografischen Phänomenen, die vom Fachkräftemangel bis hin zur Altersarmut reichen. Andererseits kommt es zu internationalen und nationalen Migrationsbewegungen: Internationale Migration findet statt durch Flucht vor Krieg und Armut, aber auch durch die steigende Mobilität gut ausgebildeter, international denkender und agierender Fachleute. Nicht zuletzt können durch internationale Migration Defizite an Arbeitskräften ausgeglichen werden. Auf nationaler Ebene sind in zahlreichen Ländern starke Abwanderungen aus den ländlichen Regionen in die urbanen Ballungsgebiete zu beobachten. So ist die Einwohnerzahl der Städte in der Schweiz von 36% der Gesamtbevölkerung im Jahr 1930 auf jetzt 85% angestiegen. Insgesamt ist die mittlere Bevölkerungsdichte von 208 Einwohnern je km² relativ hoch; der Durchschnitt der Europäischen Union liegt bei 116 Einwohnern je km².

4

Entwicklungen in der Holzbranche

4.1 Die Schweizer Wertschöpfungskette Forst-Holz im Überblick

Holz ist die wichtigste erneuerbare Ressource in der Schweiz. Sie wächst auf rund 1,27 Millionen Hektaren nach, was 30.7% der Landesfläche entspricht. Davon sind gut 30% in Privatbesitz.

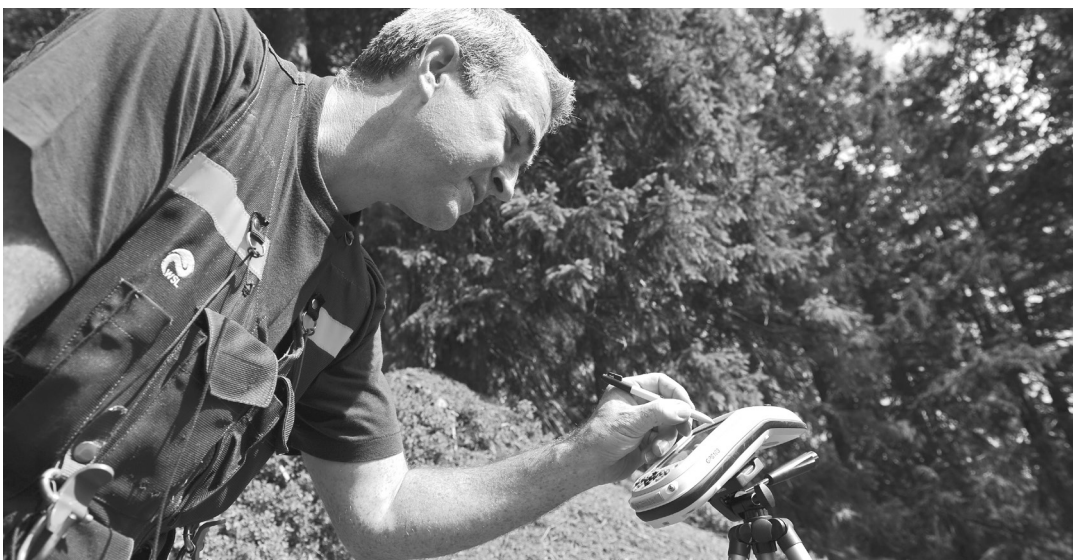
Die Forst- und Holzbranche steuert dabei mit gut 80'000 Arbeitsstellen (davon 6'000 Beschäftigte in der Forstwirtschaft und rund 7'000 in der Rohholzverarbeitung) knapp 2% zum Bruttoinlandsprodukt bei.

Der **Gesamtzuwachs** in der Schweiz beträgt jährlich rund 10 Mio. m³ oder 8,6 m³/ha/a. Auf der vom vierten Schweizerischen Landesforstinventar (LFI4 09/13) erhobenen Waldfläche beträgt der Holzvorrat aller lebenden Bäume 419 Millionen Kubikmeter und hat seit der letzten Erhebung (LFI3 04/06) unter Einbezug der Waldflächenzunahme um 3,5% zugenommen. Der durchschnittliche Gesamtvorrat hat von 367 m³/ha auf 374 m³/ha leicht zugenommen (Bundesamt für Umwelt BAFU). Insgesamt findet ein jährlicher Vorratsaufbau von ca. 1,6 Mio. m³ statt. Diese Zunahme setzt sich aus 1,0 Mio. m³ Laubholz und 0,6 Mio. m³ Nadelholz (davon Fichte 0,3 Mio. m³) zusammen.

Der **Holzeinschlag** in den Schweizer Wäldern entwickelt sich deutlich rückläufig. Seit 2007 geht die Bereitstellung von Rundholz aus den Schweizer Wäldern von ursprünglich 5,8 Mio. m³ auf 4,6 Mio. m³ im Jahr 2015 zurück. Die Entwicklung zeigt einen langsamen Trend weg vom Nadelstammholz hin zu Energieholzsortimenten mit Schwerpunkt Laubholz.

In der **Sägeindustrie** nimmt der Einschnitt von Stammholz kontinuierlich ab. So ging er von 2,1 Mio. m³ Rundholz im Jahr 2011 auf 1,8 m³ im Jahr 2015 zurück.

Für Produkte aus **Massivholz und Holzwerkstoffen** wurden gemäss einer Studie der bwc management consulting GmbH, DE (2011) im Bezugsjahr 3,04 Mio. m³ Holz in der Schweiz verbraucht. Die Schweizer Produktion setzte 2,16 Mio. m³ Holz ein, mit zunehmender



Digitale Messmethoden im Wald: Mit einem GPS werden im Gelände für Probeflächen des Landesforstinventars die Koordinaten erfasst um sie im Luftbild genau zu lokalisieren. Dies erlaubt eine kombinierte Datenauswertung. (Bild: WSL, Beni Basler)

Tendenz, da mehrere grosse Investitionen in der Branche getätigt wurden und werden. Hingegen ist in der **Papierproduktion** in der Schweiz die Tendenz nach wie vor rückläufig.

Im Jahr 2011 wurden gemäss der bwc-Studie in der Schweiz 4,13 Mio. m³ Holz für **energetische** Zwecke verwendet. Waldenergieholz wurde mit 1,69 Mio. m³ eingesetzt.

In der Studie «Holzendverbrauch Schweiz 2016» der Berner Fachhochschule BFH wurden die Bereiche «**Bauwesen**» und «**Möbel und Innenausbau**» als die Treiber für den stofflichen Holzeinsatz in der Schweiz identifiziert. Sie tragen mit einem Zuwachs gegenüber dem Jahr 2012 von 124'000 m³ auf insgesamt 2'49 Mio m³ wesentlich zum gestiegenen Gesamtvolumen bei. Wichtige Einflussfaktoren auf diese Entwicklung waren die weiterhin hohe Bautätigkeit, die vermehrten Entscheide der Kunden für das Material Holz sowie die kürzeren Einsatzzeiten von Produkten mit schnellerem Ersatz im Bereich Möbel und Bauhilfsstoffe. Abschwächend auf die Gesamtentwicklung wirkten sich der weitere Rückgang beim Bau von Einfamilienhäusern aus sowie ein Rückgang bei den Gewerbebauten.

Gesamthaft betrug der **Holzverbrauch** für die Bereiche Bauwesen, Möbel und Innenausbau, Holz im Aussenbereich, Verpackungen und Holzwaren für das Jahr 2016 rund 3'23 Mio m³, was einer Zunahme von 5.9% gegenüber dem Jahr 2012 entspricht.

4.2 Die Holzbranche im internationalen Kontext

In den vergangenen Jahren wurden in der Schweiz und im angrenzenden Ausland eine Reihe von Studien zur Situation der Holzbranche veröffentlicht, die in diesem Abschnitt zusammengefasst sind:

- **Charta für Holz 2.0**, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), DE, 2017
- **Roadmap Holzwirtschaft 2025**, deutscher Holzwirtschaftsrat (DHWR), DE, 2016
- **Plan recherche & innovation 2025 filière forêt-bois**, ministre de l'agriculture et de l'alimentation, FR, 2016
- **Ressourcenpolitik Holz**, Bundesamt für Umwelt BAFU, CH, 2017
- **Vision 2030**, Forest based sector Technology Platform (FTP), EU, 2015
- **E-HIA – European hardwoods innovation alliance**, Innovawood und European Forest Institute (EFI), EU, 2017

Die betrachteten Studien beziehen insbesondere zu folgenden Themenbereichen Stellung:

Themenbereich Holzbeschaffung

Die Nutzung und Ausschöpfung des Rohstoffpotenzials spielt eine entscheidende Rolle, sowohl für die Bereitstellung der entsprechenden Qualitäten bei den Laubhölzern als insbesondere auch für die Sicherstellung der Verfügbarkeit von Nadelholz. Dies soll zum einen durch eine optimierte Ernte, Transport und Logistik sowie Handel ermöglicht werden und zum anderen durch die Erschliessung ungenutzter und alternativer Rohstoffquellen, wie sie beispielsweise oft im Kleinprivatwald vorhanden sind. Zusätzlich könnte eine gesteigerte Widerstandsfähigkeit der Bäume und Wälder gegenüber Klimawandel oder ein Einbezug widerstandsfähiger Baumarten / genetische Anpassung dies unterstützen.

Ein wichtiger Aspekt im internationalen Kontext ist die Inwertsetzung der Ökosystemleistungen des Walds mit dem Ziel, um einerseits Waldbesitzern den Mehraufwand für die Erbringung des Gemeinwohls zu vergüten und andererseits die Bevölkerung für die verschiedenen Leistungen des Walds sowie den Umweltschutz durch nachhaltige Waldbewirtschaftung zu sensibilisieren. Dies soll durch Geschäftskonzepte auf Basis von Wald-Ökosystemdienstleistungen und einer Bewirtschaftung mit Mehrzweck-Managementsystemen realisiert werden.

Die Stärkung der Regionalität spielt hingegen nur im Dokument des DHWR eine Rolle.

Themenbereich Materialien aus Holz

Im Bereich der neuen Materialien aus Holz steht in allen hier betrachteten Studien letztendlich die Verbesserung und Optimierung des Produktionsprozesses und die Reduktion des Materialeinsatzes im Vordergrund. Dies soll mit Produktionsoptimierungen durch integrierte Standorte, einer Modernisierung der ersten und zweiten Verarbeitungsstufe sowie einem intelligenten Stoffstrommanagement realisiert werden. Um die Versorgung des Sektors langfristig sicher zu stellen, soll zum einen der Anteil stofflich genutzten Laubholzes erhöht und zum anderen die Kaskadennutzung von Holzwerkstoffen in der Kette etabliert werden.

Für qualitativ hochwertige Produkte sollen neue Märkte entwickelt oder erschlossen werden, um eine höhere Wertschöpfung zu generieren, z.B. Laubholzprodukte. Dies umfasst insbesondere auch neue Produkte wie Lifestyle-Güter oder die Kombination von Produkten mit emotionalen Werten wie z.B. Möbel und Wohlbefinden, da diese Produkte und Verbindungen aktuell gesellschaftlich stark gefragt sind.

Themenbereich Holzbau

Als generelles Ziel im Holzbau soll der Anteil des Holzes bei den Baumaterialien in allen Gebäudekategorien gesteigert werden, insbesondere aber in mehrgeschossigen Gebäuden. Diese wiesen aufgrund des Zugs der Bevölkerung in die Städte ein sehr hohes Potenzial im «urbanen Bauen» auf, mit Verdichtung und Aufstockungen, teilweise einem altersgerechten Wohnen sowie in der Realisierung intelligenter Gebäude, neuer Produkte, Dienstleistungen und modularer Gebäudestrukturen. Als wichtige Argumente werden dabei die schnelle, da trockene Bauweise, die potenzielle Regionalität sowie das positive Raumklima ins Feld geführt.

Insbesondere in den beiden Studien aus Deutschland wird darauf hingewiesen, dass einer Diskriminierung von Holz in Vorschriften und Richtlinien entgegengewirkt und Hemmnisse und Beschränkungen für den Einsatz von Holz abgebaut werden müssen. Wie bei den Materialien soll auch im Holzbau die Nachfrage nach Holzprodukten insbesondere durch die Entwicklung oder Erschließung neuer Märkte, Prozesse und vor allem qualitativ hochwertiger Produkte (auch stofflich genutztes Laubholz) gesteigert werden.



Gesamtansicht der Siedlung Via Cenni in Mailand – ein gelungenes Beispiel urbaner Holzarchitektur in einer Grossstadt. (Bild: Ingenieurbüro Borlini & Zanini SA, Lugano)

Themenbereich Produkte und Energie aus Biomasse

Der Bereich der energetischen Verwertung von Holz generell wird nicht in allen Studien erwähnt. Der Kernpunkt dabei ist die effiziente Verwertung von Energieholz. Dies soll durch innovative Produktionstechnologien für grüne Energie, durch hohe Wirkungsgrade mit geringen Emissionen sowie durch eine intelligente Kaskadennutzung realisiert werden. In der Roadmap Holzwirtschaft 2025 des DHWR wird insbesondere darauf hin-

gewiesen, dass die Energiepolitik energieintensive Branchen gefährdet und eine Nutzungskonkurrenz, z.B. durch Ausbau der Holzenergie für die stoffliche Verwendung von Holz, entstehen kann.

Das Thema Bioraffinerie mit einer Ausschöpfung des Potenzials im Food- und Non-Food-Bereich findet in genereller und übergreifender Form in den Studien Vision 2030 und E-HIA eine Erwähnung, in anderen Studien nur in einzelnen Teilbereichen.

Übergreifende Themen

Über die genannten Themenbereiche hinaus befassen sich die untersuchten Studien mit einer Vielzahl weiterer breit gestreuter Fragen. Diese umfassen generelle Anforderungen, wie die Charakterisierung und Verbesserung der Leistung des Sektors, Konkurrenz und Abhängigkeit auf internationalen Märkten sowie Zunahme der Innovationskraft der Wertschöpfungskette. Wichtig dabei ist insbesondere auch der Transfer aus anderen Branchen, wie beispielsweise die Interaktion mit den Wirtschafts-, Human- und Sozialwissenschaften. Bei den Produkten und Prozessen liegt der Fokus auf massgeschneiderten Produkten, Systeminnovationen sowie der Schaffung eines Mehrwerts für Nichtholzprodukte und Dienstleistungen.

Zudem wird das Thema der Effizienz erwähnt, das sich um Aspekte wie die Reduktion des Energieverbrauchs in der Holz- und Papierwirtschaft, der besseren Ressourcennutzung (Energie, Rohstoff, Wasser und Boden) sowie um eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft dreht.

Ein weiterer Schwerpunkt bildet die Orientierung auf die Gesellschaft, in dem die gesellschaftlichen Einstellungen und Erwartungen erfasst und bedient werden, eine Nutzungsakzeptanz für nachhaltig erzeugte Produkte mit einer intensiven, zielgerichteten Verbraucherinformation und -kommunikation geschaffen wird. In diesem Zusammenhang wird insbesondere auch auf die Sicherung der Personalressourcen eingegangen. Chancen bieten sich durch die regionale, dezentrale Branche, einen Ausbau der Kapazitäten in Forschung, Wissenschaft und Lehre sowie eine Modernisierung respektive eines Überdenkens der Aus- und Weiterbildung.

Im Zusammenhang mit der digitalen Transformation wird in der Roadmap Holzwirtschaft 2025 sowie im Plan R&I 2025 filière forêt-bois explizit eine fehlende Standardisierung für eine Wirtschaft 4.0 bemängelt und dabei eine Digitalisierung für eine bessere Mobilisierung und Logistik gefordert.

4.3 Ausgewählte Initiativen der Branche

Über die unter 5.2 aufgeführten Studien hinaus haben zwei Initiativen die Schweizerische Holzbranche und Forschungslandschaft stark beeinflusst. Diese beiden Initiativen sollen deshalb an dieser Stelle gesondert zusammengefasst werden.

4.3.1 Nationales Forschungsprogramm NFP 66 «Ressource Holz»

Das Schweizerische Nationale Forschungsprogramm NFP 66 «Ressource Holz» wurde 2011 mit einem Finanzrahmen von CHF 18 Millionen und einer Laufzeit bis 2017 bewilligt. Die Arbeiten hatten 2012 begonnen und kamen 2017 zum Abschluss. Das NFP 66 hatte zum Ziel, die Verfügbarkeit der Ressource Holz zu erhöhen sowie den Rohstoff Holz durch die Entwicklung innovativer Technologien und Dienstleistungen nachhaltig optimiert zu nutzen (www.nfp66.ch).

Im Bereich der Holzbeschaffung zielten die Empfehlungen aus dem NFP 66 darauf ab, Massnahmen zu ergreifen um die Kosten zu senken, die Holzmobilisierung anzuspornen,



Bertrand Piccard wendet sich mit seiner Videobotschaft an die Teilnehmerschaft des S-WIN-Kolloquiums zur Fortführung der Ergebnisse aus dem NFP 66 auf dem Berner Gurten. (Bild: S-WIN)

Waldeigentümer bei ungünstigen Produktionsbedingungen und für Ökosystemleistungen finanziell zu unterstützen, die Vermarktung von Schweizer Holz zu verbessern und Produkte der Kaskadennutzung marktfähig zu machen.

Bei den neuartigen holzbasierten Materialien ging es um drei Innovationsbereiche, nämlich Holzmodifikation/Oberflächen, Nanocellulose und Plattenwerkstoffe. Weil es in der Schweiz oft an Kapazitäten im, für die KMU zu kostspieligen Bereich der mittleren Skalierung fehlt, könnte ein «Technikum Holzinnovationen Schweiz» die Entwicklung zur Marktreife beschleunigen. Allerdings wird die industrielle Umsetzung in der Schweiz durch die hohen Bodenpreise und Löhne erschwert.

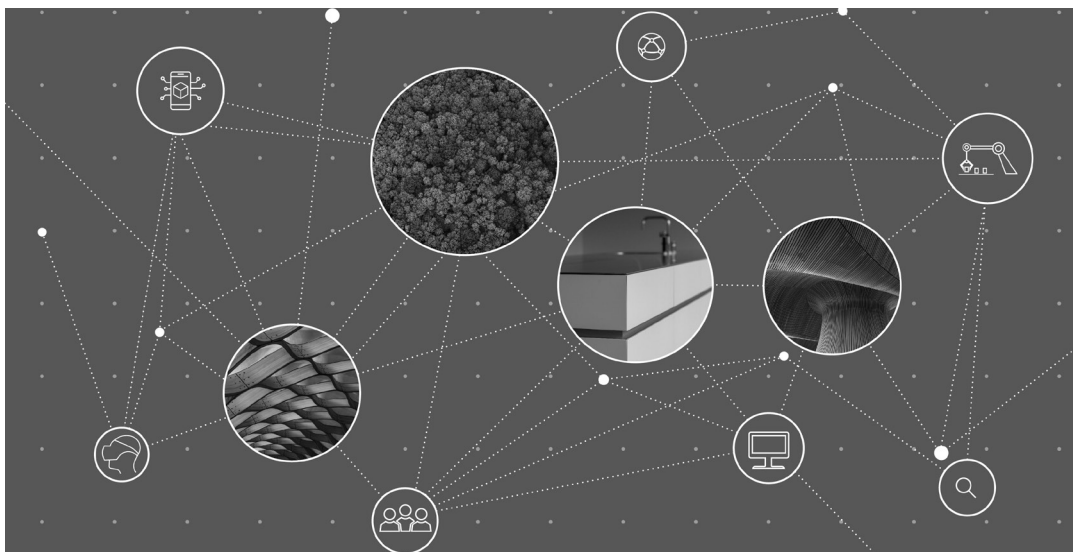
Im Bereich Holzbau empfahl das NFP 66 eine Weiterentwicklung auf Ebene Material und Konstruktion, konkret gefordert sind Alternativen zum Stahl- und Betonbau. Verklebungs- und Verbindungstechnik ist dafür die Basis, mit einer Standardisierung von Konstruktionssystemen in Richtung optimierte Holztragwerke. Die Schweiz kann bezüglich Normierung eine führende Rolle einnehmen und die Entwicklung der europäischen Normen aktiv mitgestalten. Ein wichtiges Ziel ist es, den Marktanteil Holz im Bauwesen auszuweiten und den Holzbau noch mehr als selbstverständliche Bauweise zu etablieren.

Für Holzenergie und Bioraffinerie erweist sich das Spektrum als sehr breit und geht von Nahrungs- und Futtermitteln über Chemikalien, Materialien und Energieträger bis hin zu Energie in Form von Wärme und Strom. Gemäss Empfehlung des NFP 66 wäre ein holzbasiertes Kompetenzzentrum Bioraffinerie wünschenswert, verbunden mit einer modular aufgebauten und flexiblen Demonstrationsanlage und einem Ausbildungslehrgang Bioraffinerie. Als weiterer Arbeitsschwerpunkt mit grossem Handlungsbedarf sind Energieverteilung sowie Speicherung genannt.

4.3.2 Initiative Wald und Holz 4.0

Die digitale Transformation hat tiefgreifende Änderungen ausgelöst und schreitet unaufhaltsam voran. Das stellt auch die Unternehmen der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft vor grosse Herausforderungen, gleichzeitig bieten sich auch neue Chancen. Die 2017 durch die Berner Fachhochschule gestartete Initiative Wald & Holz 4.0 bearbeitet die Fragestellungen der drei folgenden Themenbereiche gemeinsam mit allen Akteuren des Wertschöpfungsnetzwerkes Holz, vom Endkunden zurück über alle Verarbeitungsstufen:

Die Digitalisierung führt zu einer Vernetzung auf allen Ebenen, zwischen Lieferanten, Produzenten und Endkunden (Bild: BFH-AHB)



Technologie und Prozesse

Welche neuen Technologien wirken auf die Wertschöpfungskette Holz? Wie verändert das die Methoden, Prozesse, Infrastrukturen? Was bedeutet das für künftige Investitionen? Und können bestehende Infrastrukturen in neue Konzepte eingebettet werden? Wie können Kunden und Lieferanten technisch in den Wertschöpfungsprozess eingebunden werden?

Produkte, Services und Geschäftsmodelle

Womit können Unternehmen der Holzbranche künftig Geld verdienen? Welche Leistungen können digitalisiert werden? Wie sehen künftige, serviceorientierte Geschäftsmodelle aus?

Arbeits-, Betrieb- und Branchenstruktur

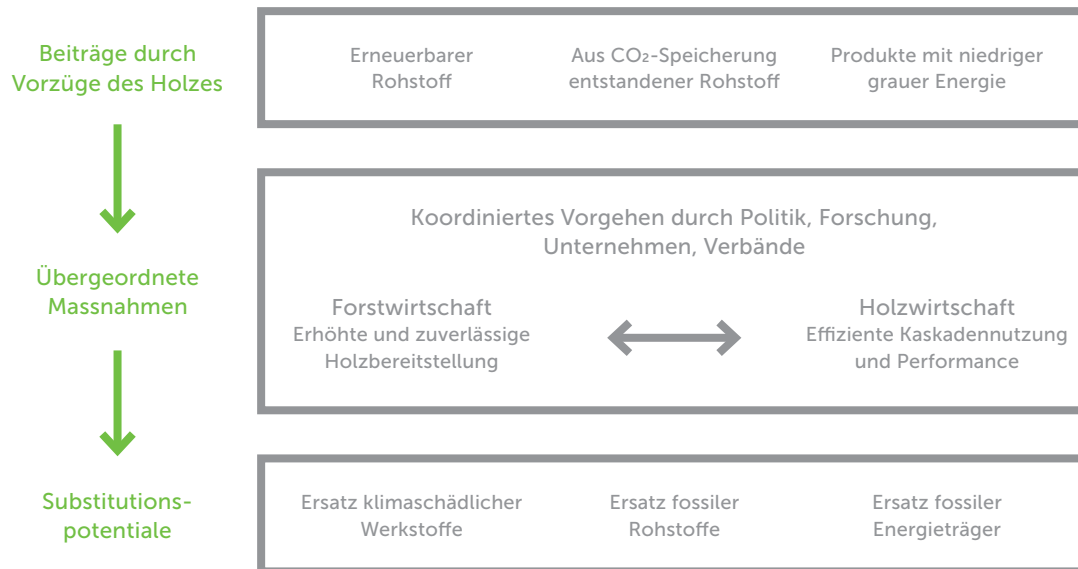
Wie wirken sich die Veränderungen auf die Arbeit aus und welche Arbeiten sind künftig überhaupt noch gefragt? Was braucht es für Qualifikationen? Verändern sich die Berufsbilder? Welche Auswirkungen diese Entwicklungen auf die Betriebsstruktur und in der Summe dann auch auf die ganze Branche?

Teilergebnisse der Initiative Wald & Holz 4.0 werden laufend veröffentlicht. Der dritte und letzte Workshop mit Unternehmern wurde im September 2019 durchgeführt. In der Folge werden spezifische Instrumente für die KMU entwickelt. Mit einer finalen Konferenz – voraussichtlich im September 2020 – soll das Gesamtprojekt abgeschlossen werden.

5

Beitrag des Holzes zur Schweizer Bioökonomiestrategie

Die Diskussion um die Durchsetzung eines nachhaltigen und klimaneutralen Lebens und Wirtschaftens im Rahmen einer Schweizer Bioökonomiestrategie hat, durch den sich derzeit beschleunigenden Klimawandel und die Verknappung der Ressourcen, zusätzlichen Auftrieb erhalten. Holz als erneuerbarer und durch erdgeschichtlich vergleichsweise kurzfristige CO₂-Speicherung entstandener Rohstoff kann hier einen substanziellen oder sogar fundamentalen Beitrag leisten. Allerdings ist ein möglicher Beitrag in den verschiedenen Aktionsfeldern einer Bioökonomiestrategie bezüglich Umfang und Effizienz sehr unterschiedlich zu bewerten. Daher bedarf die Bewertung der Beiträge einer fundierten Analyse, was Holz kann und was die grundsätzlichen Vorteile des Holzes im Vergleich zu anderen Ressourcen oder Materialien sind. Darauf müssen eine Auswertung sowie Festlegung auf übergeordnete Massnahmen folgen, die für einen substanziellen Beitrag des Holzes zur Schweizer Bioökonomiestrategie zwingend notwendig sind. Bei Umsetzung dieser Massnahmen ergeben sich notwendige Substitutionseffekte und Potenziale für eine intensivere Nutzung der Ressource Holz in verschiedenen relevanten Handlungsfeldern der Bioökonomiestrategie.



5.1 Hauptbeiträge des Holzes zur Bioökonomie

Beitrag 1: Bereitstellung eines erneuerbaren Rohstoffs

Holz ist der mengenmässig bedeutendste erneuerbare Rohstoff weltweit. Diese Tatsache verschafft ihm in Zeiten zunehmender Ressourcenverknappung eine besondere Bedeutung. Andere zurzeit noch intensiv genutzte Rohstoffe wie Metalle, fossile organische Stoffe oder anorganische Baustoffe werden sich mit unterschiedlichen Zeithorizonten verknappen. Die vom Club of Rome im Jahr 1972 zu den Zeithorizonten aufgestellten Prognosen waren zwar zu pessimistisch. Doch die Endlichkeit vieler, die Weltwirtschaft bestimmenden Ressourcen ist ein Fakt. Umfängliches Recycling ist für einige endliche Ressourcen

gegebenenfalls möglich, aber oft mit hohem Energieaufwand und Qualitätseinbussen verbunden. Holz als erneuerbarer Rohstoff steht für ein nachhaltiges Wirtschaften zur Verfügung, kann jedoch aufgrund seines Eigenschaftsprofils nur einen Teil der Werkstoffe substituieren. Holz ist indes in einem deutlich grösseren Umfang einsetzbar als es derzeit praktiziert wird. Daher gilt es, sich auf Anwendungsbereiche zu fokussieren, in denen eine Substitution möglich ist. Und endliche Ressourcen für Anwendungen, wie beispielsweise den Tiefbau aufzusparen, bei denen Holz sich für eine Substitution nicht eignet.

Beitrag 2: Bereitstellung eines durch CO₂-Speicherung entstandenen Rohstoffs

Im Zuge der Fotosynthese entziehen Pflanzen der Luft CO₂ und nutzen die entstehenden Zuckermoleküle zur Bildung ihrer Gewebe. Nach dem Absterben der Pflanzen werden die Gewebe durch Mikroorganismen wie Pilze als Nahrungsquelle genutzt und zersetzt, das CO₂ wird wieder freigesetzt. In Wäldern werden im Holz der Bäume grosse Mengen an CO₂ gespeichert. Mit Blick auf die gegenwärtige Klimadebatte und die unmittelbaren Gefahren, die mit einem weiteren Anstieg des CO₂-Gehalts in der Luft verbunden sind, können deshalb durch das umfangreiche Pflanzen neuer Bäume und der damit verbundenen Erhöhung des Holzvorrats CO₂-Senkeneffekte erzielt werden. Voraussetzung dafür ist eine flächendeckende und nachhaltige Waldbewirtschaftung, was derzeit global nur in geringem Masse umsetzbar ist. Um das CO₂ längerfristig und über die Lebensdauer der Bäume hinaus zu binden, muss das Holz dem natürlichen Kreislauf der Wälder von Wachstum und Zerfall entzogen werden. Dies geschieht durch das Fällen der Bäume und durch die stoffliche Nutzung des Rohstoffs Holz in Bauwerken und anderen Holzprodukten. Diese Massnahme muss für eine weitere CO₂-Speicherung in Bäumen mit einer gesicherten Wiederbewaldung einhergehen. Durch die stoffliche Nutzung des Holzes gekoppelt mit einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung steht ein Rohstoff zur Verfügung, der durch Speicherung von CO₂ entstanden ist und der bei einer deutlich umfänglicheren und längerfristigen Nutzung einen substanziellen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten kann. Damit hebt sich der Rohstoff Holz deutlich von anderen Baumaterialien wie zum Beispiel Zement ab, bei deren Herstellung im Gegensatz zur CO₂-Bindung, grosse Mengen an CO₂ freigesetzt werden.

Beitrag 3: Bereitstellung von Produkten mit niedriger «grauer Energie»

Ein wesentlicher Vorteil von Holz im Vergleich zu anderen Materialien ist, dass daraus hergestellte Produkte relativ wenig graue Energie enthalten. Dieser Vorteil gründet auf zwei wesentlichen Eigenschaften von Holz: Zum einen entsteht Holz durch Fotosynthese (siehe oben), wobei die erforderliche Energie durch das Sonnenlicht bereitgestellt wird. Während der Wachstumsphase des Holzes beschränkt sich der energetische Aufwand also auf die in einem Kulturwald erforderlichen waldbaulichen Massnahmen. Die zweite hier relevante Eigenschaft liegt darin, dass sich Holz – im Vergleich zu metallischen und mineralischen Materialien – mit deutlich geringerem Energieaufwand be- und verarbeiten lässt. Beide Effekte zusammengenommen führen dazu, dass der Einsatz von Holz in Gebäuden und anderen Produkten zu einem relativ niedrigen Niveau der enthaltenen grauen Energie führt. Dabei verstärkt sich der ökonomische Benefit der niedrigen grauen Energie bei steigenden Energiekosten.

Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der hier beschriebene energetische Vorteil für die mechanische Be- und Verarbeitung von Holz gilt, dass aber der Energiebedarf insbesondere beim chemischen Aufschluss steigt. Der Grund hierfür liegt in der durch die Evolution optimierten chemischen und submikroskopischen Struktur von Holz und den damit einhergehenden hervorragenden Festigkeiten auf zellulärer Ebene. Daher erfordert das Auftrennen von Holz in die drei Grundbausteine Zellulose, Hemizellulose und Lignin energieintensive Verfahrensschritte. Nach heutigem Stand der Technik ist also nicht jeder Aufschlussgrad und damit auch nicht jedes holzbasierte Produkt energetisch vorteilhaft, verglichen mit dem Einsatz von Materialien fossilen Ursprungs. Es gilt vielmehr, den Vorteil der niedrigen grauen Energie von Holz dort zu nutzen, wo Holz in seiner chemischen Zusammensetzung unverändert bleibt. Hierzu zählen sowohl Vollholzprodukte als auch die klassischen Holzwerkstoffe auf Furnier-, Span- und Faserbasis.

Aus dem vergleichsweise niedrigen Energiebedarf zur mechanischen Be- und Verarbeitung von Holz ergeben sich eine Reihe weiterer positiver Implikationen. So ermöglicht diese Eigenschaft die dezentrale Verarbeitung zu Produkten in vergleichsweise kleinen Betrieben. Auch sind Holzprodukte mit niedrigem Energieaufwand recycelbar, wodurch die weiter unten beschriebene Kaskadennutzung unterstützt wird.

5.2 Die wichtigsten übergeordneten Massnahmen

Übergeordnete Massnahme 1: Erhöhte Holzbereitstellung

Eine nachhaltige und klimaschonende Entwicklung, die auf einer intensiveren Nutzung der erneuerbaren und durch CO₂-Speicherung entstandenen Ressource Holz basiert, erfordert zwingend die Einleitung übergeordneter Massnahmen. Hierzu gehören eine deutliche Erhöhung des Holzertrags und damit einhergehende CO₂-Speicherung in den Wäldern sowie eine erhöhte Bereitstellung der Ressource Holz durch die Forstwirtschaft. Diese hat aber auch weitere Funktionen der Wälder (Schutz, Wasser, Erholung etc.) zu berücksichtigen und steht zudem in Konkurrenz mit anderen Formen der Landnutzung. Diese Randbedingungen erfordern eine Optimierung von waldbaulichen Massnahmen, die an die lokalen und länderspezifischen Erfordernisse angepasst sein muss. Grundsätzlich ist zu prüfen, ob das Ziel einer deutlichen Erhöhung des Holzertrags eine Trennung von Waldflächen in Industriebäuer und naturbelassene Wälder erforderlich macht. Dies wird beispielsweise in Neuseeland seit einigen Jahrzehnten praktiziert, wo parallel Naturparks mit einem Maximum an Naturschutz und Plantagen für die Holzproduktion betrieben werden. In der Schweiz ist eine Umsetzung schwierig aufgrund der Kleinräumigkeit, des hohen Flächenanspruchs sowie der hohen Bodenpreise. Eine Trennung von Waldflächen in Industriebäuer und naturbelassene Wälder würde jedoch die konsequentere Etablierung von Schnellwuchsplantagen mit kurzen Umtriebszeiten, eine erhöhte CO₂-Bindung und umfangreichere Holzbereitstellung sowie bei anschliessender stofflicher Nutzung grössere langfristige CO₂-Senkeneffekte erlauben. Der ökologische Einfluss von Schnellwuchsplantagen ist jedoch erheblich und der Effekt des sich beschleunigenden Klimawandels auf die Gesundheit der Bäume und die Qualität und Verfügbarkeit des Holzes ist massiv und nur schwer extrapolierbar. Auch wenn bei Schnellwuchsplantagen aufgrund der kurzen Umtriebszeiten schnell reagiert und optimiert werden kann, ist daher vorgängig insbesondere bei der Baumartenwahl eine umfangreiche Analyse unter bestmöglicher Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung erforderlich, die ökologischen, forstwirtschaftlichen und holzwirtschaftlichen Belangen Rechnung trägt. Hierzu gehört im Bereich der Forstwirtschaft einerseits die Minimierung der waldbauwirtschaftlichen Risiken durch Stürme, Trockenheit, und Kalamitäten, andererseits in enger Abstimmung mit der Holzwirtschaft die Festlegung auf eine oder wenige «leading species», die für die Holzbe- und verarbeitung auch noch in Jahrzehnten zuverlässig zur Verfügung stehen.

Übergeordnete Massnahme 2: Etablierung einer effizienten Kaskadennutzung

Neben der Erhöhung des bereitzustellenden Holzvolumens (siehe vorheriger Abschnitt) stellt die Etablierung eines umfassenden Nutzungskonzepts im Sinne einer Kaskadennutzung eine weitere wichtige übergeordnete Massnahme dar. Auch wenn Holz ein erneuerbarer Rohstoff ist, so stellt dieser ein knappes Gut dar und bedarf einer möglichst effizienten und dauerhaften Nutzung. Zudem verlängert eine mehrstufige Kaskadennutzung die Kohlenstoffspeicherung im Holz und verzögert damit die Freisetzung des über die Wachstums- und Nutzungsphase gebundenen CO₂ in die Atmosphäre.

Eine gut funktionierende Kaskadennutzung umfasst die mehrmalige Verwendung einer Materialeinheit, wobei der Grad der Zerkleinerung bzw. der Veredelung meist von Stufe zu Stufe zunimmt. Denkbar wäre die Wiederverwertung eines Vollholzprodukts in einem stabförmigen Bauelement mit grossen Struktureinheiten, das nach Ende seiner Nutzungsphase in ein span- oder faserbasiertes Plattenprodukt umgewandelt wird. Am Ende der stofflichen Nutzung steht schliesslich die energetische Nutzung, wobei diese zu einem möglichst späten Zeitpunkt vorzusehen ist. Ob vor der energetischen Nutzung noch

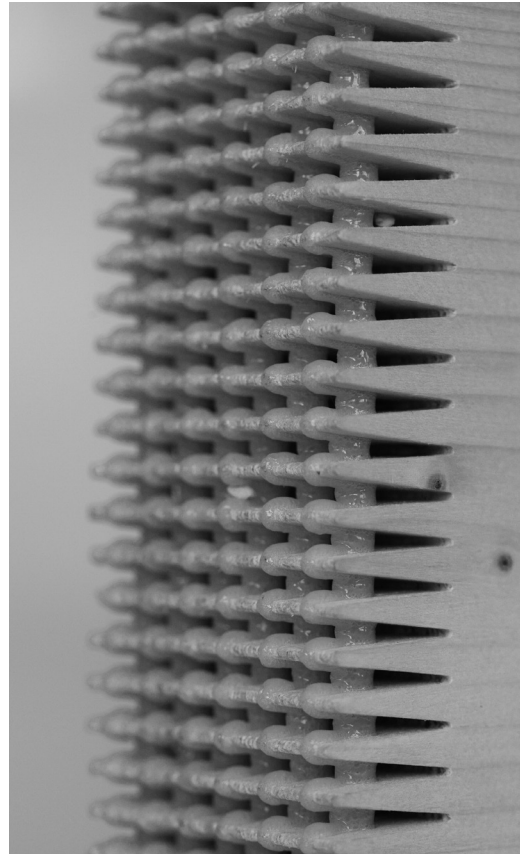
Mit der Verwendung von Altholz im Holzheizkraftwerk der Axpo Tegra AG in Domat/Ems wird die Nutzungskaskade geschlossen. (Bild: Jesco Tscholitsch)



die Umwandlung in einen Chemierohstoff sinnvoll ist, hängt von zahlreichen technologischen, ökonomischen und den anderweitig bereits beschriebenen energetischen Rahmenbedingungen ab. In der Regel geht die Wiederverwertung entlang der Kaskade mit einem Downcycling einher. Dieses ist möglichst in jedem Kaskadenschritt zu minimieren.

Eine erfolgreiche Kaskadennutzung bedarf einer guten technologischen Abstimmung zwischen den einzelnen Kaskadenstufen sowie der Etablierung eines übergeordneten Systems der Kaskadennutzung in der Holzwirtschaft. So sind Aufbereitungstechnologien sowie Prozesse zur Herstellung von Werkstoffen oder Produkten aus Material der vorgelagerten Kaskadenstufe weiterzuentwickeln, wenn nicht gar neu zu konzipieren. Hierzu zählen Trenn- und Zerkleinerungsverfahren, Reinigungsschritte, wie auch Verklebungs- und Produktionstechnologien. Gefordert sind weiterhin Konzepte zum Sammeln, ggf. zum dezentralen Aufbereiten sowie zum bedarfsgesteuerten Verteilen von Sortimenten. Dabei sind ökonomisch wie ökologisch unverhältnismässige Entfernungen zu vermeiden und die verfügbaren Mengen zu berücksichtigen.

Werkstoffkonzepte jeder Stufe müssen die nachgelagerten Kaskaden bereits berücksichtigen. Beispielsweise sind Belastungen mit toxischen Zusatzstoffen zwingend zu vermeiden. Im Sinne eines übergeordneten Systems der Kaskadennutzung ist sicherzustellen, dass Versorgungsengpässe entlang der Kaskade sowie Nutzungskonflikte vermieden werden.



Holz kann viele klimaschädliche Werkstoffe ersetzen; Die richtigen Verbindungen können dabei eine wichtige Rolle spielen. (Fotos: Jesco Tscholitsch)

5.3 Die wichtigsten übergeordneten Potenziale

Potenzial 1: Substitution klimaschädlicher Werkstoffe

Ein wichtiger Beitrag der Wald- und Holzwirtschaft zur Etablierung einer Bioökonomie ist zweifellos die Substitution von Produkten, die auf fossilen und mengenmässig begrenzten Rohstoffen basieren oder unter hohem Energieaufwand produziert werden, durch biobasierte Alternativen. Voraussetzung für die Nützlichkeit einer solchen Substitution ist die oben beschriebene erhöhte Holzbereitstellung.

Sieht man von regulatorischen Eingriffen ab, so wird sich die Substitution nur für solche Produktgruppen durchsetzen, für die sie aus technologischen Gründen und unter Beachtung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sinnvoll ist. Unter Berücksichtigung der heute verfügbaren Technologien ist deshalb für einige Produkte das Substitutionspotenzial noch begrenzt. Es muss Ziel verstärkter Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sein, entsprechende Begrenzungen zu verringern oder gar aufzuheben. Wichtige Forschungsthemen bilden hier die Verbesserung von Dauerhaftigkeit und Dimensionsstabilität von Holz sowie die Entwicklung von Produkten mit reduzierter Brennbarkeit und massgeschneiderter (An)Isotropie. Für einige Anwendungen mögen völlig neue Werkstoffkonzepte erforderlich sein, einschliesslich sinnvoller Kombinationen in verschiedenen Hybrid-Materialien.

Wichtig für eine sinnvolle Materialauswahl ist, dass neben der grauen Energie auch die Nutzungsphase und das Ende des Produktlebens bzw. der Übergang zur nächsten Kaskadenstufe berücksichtigt werden. Dabei sind Werkstoffentscheidungen frei von ideologisch gefärbten Erwägungen zu treffen, sollen sie nicht zu Entwicklungen von begrenzter Dauer führen. Beispielsweise kann der Einsatz von Klebstoffen in einem neuen Produkt mit geringem ökologischem Fussabdruck durchaus vorteilhaft sein, auch wenn der Klebstoff selbst nicht biobasiert ist.

Neben der beschriebenen Substitution klimaschädlicher Werkstoffe muss auch die Vermeidung umgekehrter Substitutionen im Fokus stehen. Insofern dienen Eigenschaftsverbesserungen von Holz, die durch verstärkte Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen erreicht werden, nicht nur der Erschließung neuer Einsatzgebiete. Vielmehr sichern diese auch bestehende Marktanteile und damit bereits heute realisierte positive Effekte eines stofflichen Holzeinsatzes.

Potenzial 2: Substitution fossiler Rohstoffe für Chemikalien

Die Substitution fossiler Rohstoffe bei der Produktion von Chemikalien durch chemische Bestandteile des Holzes ist insbesondere im Hinblick auf die CO₂-Neutralität der Chemikalien und im Sinne einer schlüssigen Kreislaufwirtschaft in einer zukünftigen Bioökonomie von Bedeutung und konsequent. Hinsichtlich der Endlichkeit der fossilen Rohstoffe hängt die Einschränkung der Verfügbarkeit und ein damit einhergehender Handlungszwang allerdings stark von der Entwicklung bei der energetischen Nutzung fossiler Rohstoffe ab. Die stoffliche Nutzung fossiler Rohstoffe für Chemikalien ist nur ein geringer Bruchteil des gesamten Verbrauchs. Sollten zukünftig erneuerbare Energieträger fossile Energieträger gänzlich ersetzen, würde noch ein langer Zeithorizont für eine von der Endlichkeit der fossilen Ressource getriebenen Substitution bestehen.

Eine zentrale Herausforderung der Substitution fossiler Rohstoffe für Chemikalien ist, dass die Wirtschaftlichkeit je nach Produkt zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht gegeben ist. Zudem muss bei biobasierten Polymeren eine frühzeitige Abbaubarkeit in der Nutzungsphase verhindert werden. Eine frühzeitigere jedoch zeitlich gut determinierbare Abbaubarkeit könnte mit Blick auf das gegenwärtige Problem des Eintragens von Kunststoffen (Mikroplastik) in die Natur aber auch als Vorteil genutzt werden. Allerdings ist festzuhalten, dass auch mit biogenen Ressourcen schwer abbaubare Polymere produziert werden können. Je nach Anwendungsfeld bestehen auch einige Limitationen in den technischen Eigenschaften im Vergleich zu fossilen Rohstoffen. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese im Zuge der Etablierung von Bioproduktwerken ausgeglichen werden können.

Aufgrund der Syntheseleistung der Bäume, die zu einer mechanisch kompakten und auf Langjährigkeit ausgerichteten Holzstruktur führt, ist ein hoher Energieaufwand erforderlich, um das Holz für die Herstellung molekularer Bioprodukte hinreichend zu zerlegen. Daher bedarf es einer fundierten Analyse und der Erstellung eines Kriterienkatalogs, welche Holzsortimente für die Zerlegung sinnvoll sind. Die Beiträge der Forst- und Holzwirtschaft zu Bioproduktwerken als wichtige Produktionseinheiten einer Bioökonomie sollten der Holzbe- und -verarbeitung im Sinne der Kaskadennutzung nachgelagert sein. In den Bioproduktwerken muss der Energieaufwand zur Zerlegung des Holzes noch deutlich reduziert werden, damit die Nutzung des Holzes im Vergleich zu Bioabfällen oder Einjahrespflanzen eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Alternative darstellt. Möglichst homogene Sortimente, gewährleistet durch Anbau und Logistik sowie Züchtungen und gentechnische Verfahren, die eine Auftrennung der Zellwandkomponenten deutlich erleichtern, werden dabei entscheidende Faktoren sein. Es wird aber grundsätzlich eine gute Abstimmung mit anderen biogenen Ressourcen brauchen, damit Holz in diesem Handlungsfeld ein stimmiger Bestandteil der Bioökonomiestrategie wird.

Potenzial 3: Substitution fossiler Energieträger

Beim Verbrennen von organischem Material wird CO₂ freigesetzt, und zwar unabhängig davon, ob es sich dabei um z.B. Erdgas oder Holz handelt. Während allerdings der in fossilen Energieträgern enthaltene Kohlenstoff bereits vor Millionen von Jahren der Atmosphäre entzogen wurde, wird bei der Verbrennung von Holz CO₂ freigesetzt, das in der Regel in den vergangenen Jahrzehnten aus der Atmosphäre aufgenommen wurde. Unter der Voraussetzung, dass dem Wald nicht mehr Holz entnommen wird als nachwächst, kann bei der energetischen Holznutzung von weitgehender CO₂-Neutralität gesprochen werden.

Neben der Verbrennung können auch biologische Abbauprozesse zur Freisetzung von CO₂ führen. Würde also Holz nach Abschluss der Nutzungsphase sich selbst überlassen, kompostiert oder auf einer Deponie entsorgt, würde die gleiche Menge an CO₂ freigesetzt wie bei dessen Verbrennung. Dies impliziert, dass die energetische Nutzung dem biologi-



Hackschnitzel
im Heizkraft-
werk der Axpo
Tegra AG in
Domat/Ems er-
setzen fossile
Energieträger.
(Bild: Jesco
Tscholitsch)

schen Abbau vorzuziehen ist, sollte eine weitere stoffliche Nutzung eines holzbasierten Werkstoffs am Ende seines Lebenszyklus' nur noch unter grossem Aufwand möglich sein.

Die Energiegewinnung am Ende einer Kaskadennutzung bedingt, dass während der vorgelagerten Kaskadenstufen keine Stoffe in das Holz eingebracht oder mit diesem untrennbar verbunden werden, welche eine aufwändige Rauchgasreinigung erforderlich machen. Die abschliessend stattfindende Verbrennung muss also bereits frühzeitig antizipiert werden.

Während die energetische Nutzung von Holz als integraler Bestandteil der Kaskadennutzung gedacht werden muss, ist die Verbrennung von Frischholz grundsätzlich zu vermeiden. Andernfalls kann es in entsprechenden Sortimenten zu einer Nutzungskonkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung kommen. Dies führt zu einer Verteuerung des Rohstoffs Holz und damit letztendlich bei Materialentscheidungen zu einer Verschiebung hin zu weniger klimafreundlichen Lösungen. Dieser negative Effekt einer energetischen Nutzung von Frischholz ist auch dann gegeben, wenn zwar regional ein Überangebot an Holz vorhanden ist, dieses aber bei vertretbaren Entfernungen auch stofflich genutzt werden kann.

Eine gut abgestimmte Kaskadennutzung mit einer energetischen Nutzung am Ende des Lebenszyklus' ist in der Regel auch wirtschaftlich vorteilhaft. Ist die Wirtschaftlichkeit unter den vorliegenden Bedingungen nicht gegeben, so ist eine vernünftige Regelung der Nutzungskonkurrenz des Rohstoffs herbeizuführen, ggf. auch über angemessene regulatorische Massnahmen.

6

Innovationsagenda

Im Rahmen von zwei Workshops sowie zwei Arbeitstagen in der Empa-Akademie Dübendorf wurden die vier Themenfelder von S-WIN bearbeitet, und zwar Holzbeschaffung, holzbasierte Materialien, Holzbau sowie Produkte und Energie aus Biomasse. Es ging darum, die strategischen Ziele für die Branche zu definieren sowie die damit verbundenen notwendigen Massnahmen zu erfassen, abzustimmen und festzulegen. Die Ergebnisse sind prägende Bestandteile der nachfolgenden Innovationsagenda. Dabei ist zu beachten, dass manche Ziele und Massnahmen für mehrere Bereiche relevant sind, jedoch nur in dem Themenfeld mit der grössten Bedeutung detailliert erwähnt werden.

6.1 Holzbeschaffung

6.1.1 Strategische Ziele

Wichtigstes Ziel im Bereich der Holzbeschaffung ist die marktkonforme Holzbereitstellung. Dies erfordert strategische und strukturelle Entwicklungen in der Waldwirtschaft. Im Einzelnen sind folgende Ziele und Massnahmen von Bedeutung:

- Versorgungssicherheit bei den **Hauptbaumarten** (leading species) durch Konsens zwischen Waldeigentümern und Industrie sicherstellen, um die Aktivitäten für Wirtschaft, Technologie und Normung zu bündeln und eine breite Abdeckung zu erreichen.
- Die Waldbewirtschaftung ist in genug grossen, **unternehmerischen und langfristig zukunftsfähigen Betriebseinheiten** organisiert, die nach best-practice-Gesichtspunkten agieren
 - Variante öffentlicher Wald: gemeinsamer, professioneller Forstbetrieb zur gemeinsamen Bewirtschaftung der entsprechenden Wälder.
 - Variante Privatwald: Zusammenarbeit in regionalen Organisationen der Waldeigentümer, die ihre Dienstleistungen nach unternehmerischen Kriterien anbieten.
 - Wichtig dabei:
 - Forstliche Dienstleistungen
 - Spezialisierung Qualitätsstandard
 - Betriebswirtschaftliche Ausbildung
 - Verständnis und Know-how der Waldbesitzer und der Öffentlichkeit für Waldnutzung
- Die **Rollen von Staat und Waldwirtschaft** sind geklärt. Der Staat beschränkt sich auf Rahmenbedingungen, welche die effiziente Bereitstellung von Holz und der weiteren wichtigen Ökosystemdienstleistungen durch die Waldwirtschaft gewährleisten.
- **Benchmarks** und Leuchtturmorganisationen sind regional etabliert.
- Die Wald- und Holznutzungsichern **Ökosystem-Dienstleistungen**. Darüber hinausgehende Bedürfnisse werden nutzenorientiert bestellt und in Wert gesetzt.
- Die **Forschung** orientiert sich an der Wertschöpfungskette (Der Fokus richtet sich dabei auf Kreislauf und nicht zwingend auf Kaskade)
- Die **forstliche Aus- und Weiterbildung** ist auf das Zielsystem Bioökonomie/Wertschöpfung ausgelegt und die Lehrinhalte werden auf allen Stufen der Ausbildung vermittelt.
- **Digitalisierung und Standards** sind über die gesamte Wertschöpfungskette etabliert.
- Die Waldbesitzer sind sich ihrer Verantwortung für alle Ökosystemdienstleistungen bewusst; Produktionsziele orientieren sich an den Kunden.
- Rahmenbedingungen für eine bessere **Vermarktung** und Absatzkanäle sind geschaffen.
- Voraussetzungen für eine durchgängige und transparente Wertschöpfungskette sind geschaffen.



Die mechanisierte Holzernte ist ein wichtiger Faktor für eine kosteneffiziente Holzbereitstellung im Forstbetrieb der Burgergemeinde Bern. (Bild: Jesco Tscholitsch)

6.1.2 Massnahmen

Massnahmen zu den strategischen Zielen im Bereich der Holzbeschaffung:

- Kantone und Bund klären im Rahmen einer neuen Gesamtkonzeption für die Schweizer Wald- und Holzwirtschaft die walddpolitischen Grundsätze und die Rollen der Akteure Staat und Waldwirtschaft.
- Ein forstbetriebliches **Benchmarking** hinsichtlich Effizienz und Wirkung ist auf soziale, ökologische und ökonomische Faktoren ausgerichtet (Testbetriebsnetz TBN D-A-CH). Insbesondere werden dabei moderne Governance-Modelle und die Möglichkeit bezüglich dem Einsatz und der Vermarktung von Nutzungsrechten betrachtet.
- Einflussnahme auf die Aus- und Weiterbildung sowie die Fachplanungen.
- Die Relevanz des Waldes für die Waldbesitzer wird erhöht. Unterstützend müssen zu folgenden Bereichen Informationen vorliegen:
 - Forstliche Produktionsmodelle für verschiedene Szenarien müssen entwickelt und bewertet (monetär und ökologisch) werden.
 - Lösungen für die Vermarktung von genutzten Ökosystemdienstleistungen und deren Mehrwert müssen geschaffen werden.
- Aufgleisen von **Verbundprojekten** zu Forschung und Praxis inklusive Simulation und intensivem Dialog mit der Industrie inkl. Pilotprojekt, Normierung und internationaler Abstimmung.
- Die Forschung orientiert sich an der grössten **Wertschöpfung** bei gegebenen Rahmenbedingungen durch:
 - Die Entwicklung marktfähiger, innovativer Materialien/Verwendungen aus den Nebenprodukten.
 - Pilotstudien zum Variantenvergleich zwischen den verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten (auch hinsichtlich Kreislauf und Kaskade)
- Für die Etablierung durchgängiger, digitalisierter Prozesse und Standards sind **Clusterprojekte** sowie eine vermehrte Adaption notwendig, da insbesondere bei innovativen grösseren Betrieben bereits viel Know-how vorhanden ist.
- Ein internationaler Erfahrungsaustausch wird etabliert.
- Beschreibung, Bewertung und Kommunikation eines Modells zur Vereinbarung

und **Vermarktung** der Wald- und Holznutzung inklusive Ökosystemdienstleistungen. Dies berücksichtigt insbesondere:

- Akzeptanzforschung der Sozialwissenschaften, um das Bewusstsein und die Verantwortung der Waldbesitzer für die Rohstoff- und übrigen Ökosystemdienstleistungen ihres Waldes zu (re-)aktivieren.
 - Wie können Waldbesitzer motiviert werden?
 - Wie spricht man Waldbesitzer an?
- Lebenszyklusanalysen (LCA) sollen die verschiedenen Leistungen des Waldes bewertbar und vergleichbar machen.
- Für Benchmarks und Leuchtturmorganisationen werden v.a. **Demonstrationsprojekte** und Best-Practice-Beispiele etabliert.

6.2 Holzbasierte Materialien

6.2.1 Strategische Ziele

Die strategischen Ziele der Schweizer Holzbranche im Bereich der holzbasierten Materialien gliedern sich in zwei Ebenen: Auf übergeordneter Ebene zielen zukünftige Innovationen und Massnahmen auf die Erschliessung **neuer Anwendungsfelder**, auf die Sicherung der **Konkurrenzfähigkeit bestehender Produkte** und auf die Gewährleistung der **gesundheitlichen Unbedenklichkeit** dieser Produkte. Aus diesen übergeordneten Zielen lassen sich die folgenden, nach wie vor unternehmens- und institutsübergreifenden Ziele ableiten:

- Holzprodukte weisen eine hohe **Feuchtebeständigkeit** auf. Dieses Ziel schliesst die Modifizierung des Holzes selbst, aber auch die Weiterentwicklung der Klebstoffe ein.
- **Emissionen** aus Holzwerkstoffen sind minimiert. Auch wenn bereits auf niedrigem Niveau, wird die Abgabe von Formaldehyd und von flüchtigen organischen Bestandteilen (VOC) weiter reduziert oder **ausgeschlossen**.
- Holz ist als Komponente in **Materialverbänden** etabliert. Neue Verbundwerkstoffe kombinieren die jeweils besten Eigenschaften der Ausgangsprodukte und schaffen einen Mehrwert, der über der Summe der einzelnen liegt und so neue Einsatzgebiete für das Holz erschliesst.
- Die Herstellung holzbasierter Materialien erfolgt anhand automatisierter und digital vernetzter Prozesse.
- Die **Brennbarkeit** von Holzprodukten ist deutlich reduziert - sowohl für Vollholzprodukte als auch für Holzwerkstoffe.
- Holzwerkstoffe werden **ressourcenschonend** hergestellt. Dies umfasst den Einsatz biobasierter Klebstoffe, die Nutzung von Gebrauchtholz, die Gewichtsreduktion bei gleichbleibenden technischen Eigenschaften, die optimale stoffliche Nutzung der Biomasse sowie energieeffiziente Produktionsprozesse.
- **Laubholz** basierte Produkte sind technisch und ökonomisch konkurrenzfähig. Dazu sind neue Anwendungen und Verarbeitungsmethoden entwickelt.
- Holzbauteile lassen sich **zuverlässig bemessen**, eine wichtige Voraussetzung für den ingenieurmässigen Einsatz von Werkstoffen.
- Durch eine Standardisierung und Homogenisierung der Eigenschaften sowie durch innovative Verfahren zur Werkstoffprüfung vereinfacht sich die Planung und Ausführung von Holzbauten.
- Die **UV-Beständigkeit** von Holz ist deutlich verbessert, insbesondere für den Ausseneinsatz einschliesslich der Verwendung in Fassaden.
- Neue Verklebungs- und Herstelltechnologien führen zu neuen Gestaltungsmöglichkeiten mit **gross dimensionierten** Bauteilen.



Produktion von zellulosebasierten Transformatorboards für Hochspannungstransformatoren (Bild:Matthias Jurt)

6.2.2 Massnahmen

Massnahmen zu den strategischen Zielen im Bereich der holzbasierten Materialien:

- **Interdisziplinäre Ansätze fördern** durch Zusammenarbeit mit Unternehmen, Verbänden und Instituten ausserhalb des traditionellen Holzsektors. Konkret wird angestrebt:
 - Fremde Disziplinen bei technischen Entwicklungen hinzuziehen
 - Holzbasierte Materialien in neue Anwendungen integrieren
 - Disziplinübergreifende Forschungs- und Entwicklungskompetenzzentren schaffen
- **Umwelt-Benefits** holzbasierter Materialien mit wissenschaftlich anerkannten Methoden nachweisen und kommunizieren; Nennungen von Pseudo-Benefits sind zu vermeiden.
- **Zusammenarbeit** und Kommunikation verbessern auf folgenden Ebenen:
 - Kommunikation und Zusammenarbeit **zwischen Wirtschaft und Forschungsinstituten** ausbauen: Informationsaustausch fördern; Effizienz bei Projektdurchführung steigern.
 - Horizontale Zusammenarbeit **zwischen komplementär arbeitenden Holzforschungsinstituten** intensivieren (gemeinsame Bearbeitung von Fragestellungen).
 - Vertikale Zusammenarbeit **entlang der Wertschöpfungskette Forst – Werkstoff – Bau** intensivieren, sowohl zwischen Unternehmen als auch zwischen Forschungsinstituten.
 - Vertikale Zusammenarbeit intensivieren durch **Integration von Forst- und Baubereich** in Werkstoffentwicklungen.

- **Infrastruktur** schaffen oder zugänglich machen, um Lücke zwischen Labor- und Industriemassstab zu schliessen und um die Zeitdauer – von der Pilotphase bis zum Markt – zu reduzieren.
- Fokussierung und Intensivierung der **holzspezifischen Forschung** in folgenden Themenfeldern:
 - Klebetechnologie
 - Lebenszyklus- (LCA) und Footprint-Analysen
 - Holzmodifizierung
 - Entwicklung neuer Herstellungsprozesse für holzbasierte Materialien
 - Beschichtungen
 - In Forschungsfeldern, die in der Schweiz nicht in ausreichender Tiefe bearbeitet werden können, ist ein Wissensaustausch mit ausländischen Instituten sicherzustellen.
- Holzthemen in die **Grundlagenforschung** bringen.

6.3 Holzbau

6.3.1 Strategische Ziele

Im Holzbau sichern **leistungsfähige Baustoffe**, wettbewerbsfähige Prozesse sowie hohe **Freiheitsgrade in der Gestaltung** dem Holz seine Rolle als Baustoff der Zukunft. Wichtige Treiber dafür sind die **Digitalisierung** und die Verfügbarkeit **verbesserter Materialien**. Im Einzelnen stehen die folgenden strategischen Ziele im Vordergrund:

- Holz hat ein herausragendes **Image** hinsichtlich Qualität, Nachhaltigkeit, Emotion und Wirtschaftlichkeit. Design, Trendsetting und Funktion ermöglichen dem Holz eine Vorreiterrolle.
- Der Holzbau unterstützt und fördert die **gestalterische Freiheit** für Architekten und Ingenieurinnen und ermöglicht die wirtschaftliche Umsetzung für Bauherren und institutionelle Investoren.
- Die Schweiz ist **Technologieführerin** für den Holzbau weltweit.
- In der Schweiz gefertigte Holzbauprodukte und das Holzbau-Know-how sind **weltweit gefragt**.
- Leistungs- und marktfähige Produkte aus **Laubholz** sind im Holzbau etabliert. Damit werden hochbelastbare Tragwerke und filigrane Querschnitte ermöglicht.
- Hohe **Aus- und Weiterbildungsstandards** sichern die Verfügbarkeit exzellenter Fachkräfte. Der Holzbau und holzbasierte Baumaterialien sind ein essenzieller Bestandteil der **Aus- und Weiterbildung** von Architekten und Bauingenieuren.
- Im boomenden Sektor der mehrgeschossigen Gebäude erzielt das Holz einen **Marktanteil** von 20% (Sanierung, Verdichtung, Aufstockung).
- **Digitalisierung und Bauprozesse** ergänzen sich im Holzbau symbiotisch und sind eine untrennbare Verbindung. Dabei nimmt der Holzbau eine Vorreiterrolle im gesamten Bauprozess ein.
- Die Forschung und Entwicklung unterstützt die Entwicklung leistungsfähiger Baustoffe.
- **Vorfabrikation und standardisierte Lösungen** in der Produktion und bei Prozessen positionieren den Holzbau auch als wirtschaftlichste Bauweise.
- Der Kunde schätzt den hohen Wohn- und Arbeitskomfort mit dem natürlichen Baustoff Holz.
- Die Schweiz bewahrt sich ihre **liberale Bauordnung**, in der die gesetzlichen Rahmenbedingungen die gleichberechtigte Stellung von Holz im Bauwesen ermöglichen.



Die Fassade dieses Einfamilienhauses in Bellach besteht aus vorvergrautem Holz (Biood, Schilliger Holz AG Küsnacht) (Bild: David Coulin)

6.3.2 Massnahmen

Massnahmen zu den strategischen Zielen im Bereich des Holzbaus:

- Förderung des **positiven Images** des Holzbaus:
 - Fakten und Emotionen zielgruppengerecht kommunizieren.
 - Initiierung einer branchenübergreifenden Bewertung aller Gebäudearten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Qualität. Eine ganzheitliche Sicht muss die gesamte Wertkette inklusive Umweltwirkungen und Lebenszykluskosten berücksichtigen.
- Für die Entwicklung des Holzbaus zu einem innovativen und **professionalisierten Industriezweig** bedarf es einer neuen Organisation der Branche sowie der Förderung von Interdisziplinarität und einer Start-up-Kultur. Zudem sind neue Fachkompetenzen in der Ausbildung notwendig, die alle Aspekte der Ökonomie und BWL, Ökologie und Industrialisierung berücksichtigen und bereitstellen.
- Verstärkung der **Forschung im Bereich Holzbau** in folgenden Themenfeldern:
 - Leistungsfähige Tragwerke; dabei müssen die entsprechenden Verklebungs- und Verbindungstechniken im Hochleistungsbereich als Basis sowie die Gebäudetechnik berücksichtigt und optimiert werden.
 - Zuverlässigkeit und Sicherheit von Gebäuden
 - Durchgängige, digitale Wertschöpfungskette (5D-Modell mit Planung-Bau-Betrieb)
 - Industrielle Fertigungsprozesse
- Integration von Themen der **digitalen Transformation** in alle Stufen der Ausbildung und damit Förderung eines attraktiven Berufsbilds.
- Für **übergeordnete Themen** wie die energetische Transformation des Gebäudeparks oder die Berücksichtigung der Lebenszykluskosten bei der Bewertung von Investitionsentscheidungen wird intensiv mit anderen Branchen und Disziplinen zusammengearbeitet.
- Durch eine **Standardisierung** werden wettbewerbsfähigere, nachhaltigere Produkte mit einer höheren Qualitäts- und Betriebsicherheit geschaffen:
 - Neue Produkte und Systeme optimieren die Bauprozesse und reduzieren die Komplexität und den Aufwand auf der Baustelle, fördern also einfache Lösungen.
 - Dabei soll die Standardisierung im Sinne einer Systemtrennung betrachtet werden.
 - Ein Recycling am Ende der Nutzungsphase wird durch eine Standardisierung unterstützt.
 - Kompatibilität gewährleistet die Sicherheit für den Kunden (z.B. Brand).
- **Internationale Vermarktung** des grossen Know-hows im Schweizer Holzbau durch Technologieexporte, Lizenzverkäufe und Joint Ventures.
- Aktive Mitarbeit im **Normungswesen** auf nationaler und europäischer Ebene.

- Strategischer Ausbau und Stärkung der **Netzwerke** zur verbesserten Abstimmung innerhalb der Branche und zur gemeinschaftlichen Kommunikation.
- Sensibilisierung von Kunden und Investoren hinsichtlich der Vorzüge des modernen Holzbaus.

6.4 Produkte und Energie aus Biomasse

6.4.1 Strategische Ziele

Aktivitäten im Bereich von Produkten und Energie aus Biomasse müssen darauf abzielen, holzbasierte Energieträger und Ausgangsstoffe als technisch und wirtschaftlich konkurrenzfähige **Alternativen zu fossilen Rohstoffen** zu etablieren. Konkret können die folgenden strategischen Ziele benannt werden:

- Neue Prozesse für die Umwandlung von Biomasse zu **Energie** haben Marktreife erreicht.
- Zur Maximierung der Wertschöpfung aus Biomasse liegt ein übergeordnetes **Nutzungskonzept** für die stoffliche und energetische Verwertung von Holz vor.
- Prozesse für den Aufschluss von Holz oder Rinde zu **Plattformchemikalien** und/oder Verfahren für die stoffliche Nutzung dieser Plattformchemikalien sind etabliert.
- Potenziale, die sich aus der starken Position der **Schweizer Biotechnologie** ergeben, sind für die Entwicklung von Bioraffinerieprodukten nutzbar gemacht. Dabei wird ein Schwerpunkt auf Produkte mit hoher Wertschöpfung gelegt.
- Mit einem hohen Anteil an **funktionalisierten, smarten Fasern** finden Zellulosefibrillen in Produkten aus anderen Wertschöpfungsketten Verwendung und können so bisherige erdölbasierte Produkte substituieren.
- Maximale **Substitution fossiler Energieträger** durch Umwandlung von Holz am Ende seines Lebenszyklus oder von ungenutzten Sortimenten in schadstoffarmen Anlagen mit hohen Wirkungsgraden, die eine hohe Qualität der Energieformen liefern.

6.4.2 Massnahmen

Massnahmen zu den strategischen Zielen im Bereich der Produkte und Energie aus Biomasse:

- Aktivierung von **Schlüsselpersonen** oder -institutionen im Bereich Bioproduktewerk und (industrielle) Holzenergie.
- Schaffung eines polyzentrischen **Kompetenzzentrums** entlang verschiedener Wertschöpfungsketten für holzbasierte Bioraffinerie, um auch kleineren Unternehmen und Start-ups den Einstieg zu ermöglichen, ggf. in Zusammenarbeit mit verschiedenen Interessenvertretungen.
- Planung und Errichtung einer modular aufgebauten und flexiblen **Demonstrationsanlage** als Bioproduktewerk-Hub
- Bedarfsermittlung und ggf. Etablierung eines **Weiterbildungslehrgangs** Bioraffinerie, wobei der Umfang (voraussichtlich bis Stufe CAS) und Methodik (z.B. mit e-Learning-Modulen) noch zu definieren ist.
- Erarbeitung und Umsetzung einer **Schweizer Bioökonomiestrategie**, ggf. mit vorge-schalteter Bioökonomieforschungskommission.
- Sensibilisierung der **Bevölkerung** für Holz als biogene Kohlenstoffquelle
- Entwicklung und Produktion **funktionspezifischer Fasern** mit definierten Eigenschaften und Qualitäten.
- Aufbereitung von Holz zu standardisierten Brennstoffen mit einer **Optimierung der Gesamtprozesse** in Bezug auf Verbrennungsqualität, Abgasnachbehandlung, Wärmerückgewinnung und Prozessregelung



Axpo Tegra AG,
Holzkraftwerk
in Domat/Ems
(Bild: Jesco
Tscholitsch)

6.5 Spezifische Ergänzung zum Thema Digitalisierung

Die sogenannte vierte industrielle Revolution fordert in vielerlei Hinsicht ein radikales Umdenken und war deshalb in den letzten Jahren weltweit Gegenstand zahlreicher Diskussionen und Entwicklungen. Die Verzahnung der industriellen Produktion mit moderner Informations- und Kommunikationstechnologie hat sich in vielen Branchen und Betrieben bereits etabliert. Produktions- und Fertigungsprozesse lassen sich durch die digitale Vernetzung von Maschinen, Produkten und Anwendungen effizienter und effektiver gestalten. Es gibt aber auch Bedenken und Risiken, die in erster Linie auf die Komplexität des Themas zurückzuführen sind. Die Implementierung der entsprechenden Prozesse ist teuer, zeitaufwendig und erfordert viel Know-how, weshalb das Thema Industrie 4.0 in einigen kleineren und mittelgrossen Betrieben – auch der Holzbranche – nur zögerlich Einzug findet.

Die im folgenden beschriebenen Einschätzungen zur Digitalisierung der Forst- und Holzkette basieren unter anderem auf Workshops im Rahmen der S-WIN-Wintertagung 2017. Die Workshops fokussierten auf drei Fragen: Welcher Bedarf an Prozessen und Technologien einer digitalen Vernetzung ist vorhanden. Welche Lösungen existieren bereits? Wer kann bei deren Erarbeitung und Vermittlung unterstützen.

Bereits implementierte Technologien / State of the Art

Im Bereich der Holzbeschaffung sind bisher nur wenige digitale Daten für Vorratserhebung und Betrieb vorhanden. Dies ist vor allem den kleinen Betriebsgrössen im privaten und öffentlichen Waldbesitz geschuldet. In der Möbel- und Holzbaubranche stellen sich die verwendeten Technologien je nach Einsatzgebiet unterschiedlich dar. So kommt in der Fertigung häufig CAD – CAM zum Einsatz, wobei die Produktion von Stückzahl 1 vielfach noch eine Herausforderung darstellt. In der Forschung und Entwicklung stecken systematische Arbeiten mit digitalen Hilfsmitteln meist noch in den Anfängen. Visualisierungstools werden hingegen im Verkauf vermehrt eingesetzt, auch wenn eine digitale Anbindung zum Rest der Unternehmens-IT oft noch nicht vorhanden ist. Und schliesslich ist ein Unternehmens-ERP-System vielfach bereits im Einsatz, allerdings zeigt sich in Bezug auf Datenvollständigkeit und flächendeckenden Einsatz noch viel Handlungsbedarf.

Künftige Entwicklungen

Insbesondere in der Holzversorgung zeichnet sich ein Zusammenspiel verschiedener Player ab. Zudem werden sich auch Businessmodelle für Waldbesitzer zur Sicherung der Holzversorgung entwickeln, die Vertrauen vor allem zu (externen) bewirtschaftenden Akteuren schaffen. Im Bereich der Energieversorgung / -speicher zeichnet sich der Aspekt «Energy on demand» als bedeutender Trend ab. In der Wertkette wird die Entwicklung weiter zur Losgrösse 1 gehen, da jeder Kunde sein individuelles oder zumindest individualisiertes Produkt wünscht. Unterstützend werden die Technologien zur Visualisierung (z.B. Augmented oder Virtual Reality) im Verkaufsprozess voranschreiten. Diese Trends führen zu einem hohen Investitionsbedarf, die neue Finanzierungsmodelle wie Crowdfunding etc. für die Branche notwendig machen werden.

Bereits etablierte Technologien in anderen Branchen

In verschiedenen Branchen sind Bezahl- und Beitrittssysteme bereits seit langer Zeit eingeführt. Diese können für Forst- und Bewirtschaftungsleistungen angepasst und übernommen werden. Ebenso können die Konzepte von «smart grids» als Ausgangsbasis für die nachfrageorientierte Energieversorgung dienen. Fertigungstechniken im grossen Massstab sind in der Automobil- und Maschinenindustrie etabliert und optimiert und könnten teilweise auf die Holzbranche angepasst werden oder diese zumindest befruchten. Im Bereich der Visualisierung / Augmented Reality für Verkaufskanäle ist insbesondere die Gaming Industry die entscheidende Technologietreiberin. Als Ideengeber für neue Vertriebs- und Logistikkonzepte könnte der Online-Handel mit grossen Plattformen wie Amazon oder Alibaba die Wertkette inspirieren.

Möglichkeiten zur Unterstützung der Digitalisierung in der Holzbranche

Unterstützend bei der digitalen Transformation könnte die Einigung auf Standardformate sowie intensive Kooperationen von Hochschulen, Fachhochschulen und Unternehmen wirken, um die (meist vorhandene) Technologien zur Anwendung zu bringen. Mit Best-Practice-Beispielen, Firmenbesuchen und Konferenzen sollten die Marktakteure zum einen für die Digitalisierung und zum anderen auch über die möglichen Konsequenzen beim Abseitsstehen sensibilisiert werden. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Anpassung und der Ausbau der interdisziplinären Ausbildung, um die relevanten Themen platzieren zu können. Unterstützen können in diesem Prozess Initiativen wie Forst und Holz 4.0 oder S-WIN, welche die entsprechenden Expertinnen und Experten zusammenbringen und Arbeitsgruppen oder Projekte mit innovativen Unternehmen koordinieren können.

Impressum

Herausgeber

Swiss Wood Innovation Network S-WIN, Zürich

Autoren

Thomas Näher, Heiko Thömen und Ingo Burgert

Lektorat

Nicole Bärtschiger, Biel

Konzept und Gestaltung

HUGO TOTAL, Emmenbrücke

Druck

gammaprint, Luzern

Bildrechte

Beni Basler, BFH-AHB, David Coulin
Ingenieurbüro Borlini & Zanini SA
Matthias Jurt, Jesco Tscholitsch, S-WIN

Veröffentlichung

Januar 2020

Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung
Innovative holzbasierte Materialien für neue Anwendungen
Weiterentwicklungen im Holzbau
Produkte und Energie aus Biomasse

L'approvisionnement et l'utilisation durable du bois
Les matériaux novateurs basés sur le bois pour de nouvelles utilisations
La poursuite du développement en construction bois
Les produits et l'énergie tirés de la biomasse

Provisioning and sustainable use of wood
Innovative wood-based materials for new applications
Advancements in timber constructions
Products and energy from biomass

S-WIN
c/o Lignum
Mühlebachstrasse 8
CH-8008 Zürich
+41 32 344 03 49
info@s-win.ch
www.s-win.ch