



HOLZ IST MEHR WERT PROGRAMMRESÜMEE

Nationales Forschungsprogramm NFP 66 **Ressource Holz**

Pieter Poldervaart und Leitungsgruppe NFP 66



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG



Ressource Holz
Nationales Forschungsprogramm NFP 66

Die Ergebnisse und Empfehlungen des NFP 66 werden in vier Berichten zu den einzelnen Teilsynthesen veröffentlicht.

Die Leitungsgruppe des NFP 66 unterteilte das Forschungsgebiet in vier thematische Dialogfelder. Diese decken die wesentlichen Bereiche der Wald-Holz-Wertschöpfungskette ab und umfassen je 4 bis 11 der insgesamt 30 Forschungsprojekte des NFP 66. Im Rahmen des NFP 66 tauschten sich gegen 200 Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Verbänden und Behörden an 17 Dialogveranstaltungen mit den Forschenden aus.

Die vier Teilsynthesen berichten über die Forschungsprojekte und ihre wichtigsten Ergebnisse sowie über den Dialog mit der Praxis.

- Synthese zum Dialogfeld «Weiterentwicklungen im Holzbau»
- Synthese zum Dialogfeld «Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie»
- Synthese zum Dialogfeld «Innovative holzbasierte Materialien»
- Synthese zum Dialogfeld «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung»

Das Programmresümee baut auf den vier Teilsynthesen auf und fasst die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen des NFP 66 in einer leicht lesbaren Form zusammen.

INHALT

- 5 Editorial
- 6 Zusammenfassung
- 7 Ausgangslage
- 9 Die Ziele des NFP 66
- 10 Ziele und Erkenntnisse aus den Dialogfeldern
- 16 Resultate des NFP 66
- 18 Fazit des NFP 66
- 20 Empfehlungen des NFP 66
- 21 Projekte des NFP 66

EDITORIAL



Holz ist in der Schweiz allgegenwärtig, ob im Wald, als Bauholz und Möbel oder in Form von Pellets für den wärmenden Ofen. Doch der nachwachsende Rohstoff aus Cellulose und Lignin kann viel mehr als bloss zur Erholung beitragen, das Wohnen verschönern und für Wärme sorgen. Das war der Anlass zur Lancierung des NFP 66 im Jahr 2010. Die Annahme von damals hat an Gewissheit gewonnen, seit die Resultate der 30 Forschungsprojekte und der zahlreichen Dialogveranstaltungen vorliegen.

Das NFP 66 zeigt: Holz ist nicht nur das Brett oder der Balken, sondern kann in allen seinen Bestandteilen in einer enormen Vielfalt stofflich genutzt werden. Selbstverständlich bleibt der Bausektor eine zentrale Branche, wenn es um Anwendungsmöglichkeiten für neue holzbasierte Bau- und Werkstoffe mit neuen Klebstoffkomponenten oder Holz-Leichtbeton geht. Doch auch in der Chemie-, der Automobil- und der Medizinalindustrie gibt es Potenziale, um neue holzbasierte Stoffe, Produkte und Chemikalien einzusetzen. Holz hat das Zeug, zum Erdöl des 21. Jahrhunderts zu werden.

Doch wie stellen wir sicher, dass all diese Zukunftsanwendungen vom Forschungsstadium in die Produktion übergehen und dabei die Wertschöpfung von Holz deutlich erhöhen? Bis Ende der Neunzigerjahre hat die öffentliche Hand die Wald- und Holzwirtschaft vor allem dabei unterstützt, die Holzbereitstellung zu verbessern. Nun muss es noch stärker darum gehen, mit innovativen Produkten in teilweise noch zu entwickelnden Industrien den Nachfragesog zu verstärken. Dieser Sog soll es in Zukunft erlauben, Holz in grösseren Mengen aus dem Wald zu holen und wettbewerbsfähig kostendeckend zu verarbeiten. Zwei wichtige Innovationszentren könnten diesen Sog verstärken, so die Vorstellung der Programmleitung des NFP 66: einerseits ein «Kompetenzzentrum Bioraffinerie», andererseits ein «Technikum Holzinnovation Schweiz».

Das NFP 66 hat ausserdem Instrumente entwickelt, mit denen sich Schweizer Holz nicht nur kosteneffizient, sondern auch umweltverträglich neuen stofflichen Nutzungen zuführen lässt. Ebenso konnte nachgewiesen werden, dass eine massvoll erhöhte Holzentnahme mit den Biodiversitätszielen und anderen Waldleistungen gut vereinbar ist.

Und Holz als Brennstoff? Im Rahmen der Energiestrategie 2050 soll Holz selbstverständlich eine wichtige Rolle spielen. Doch die Verbrennung sollte erst am Ende einer möglichst langen Nutzung stehen. Das Fabelhafte ist ja gerade, dass Holz sich mehrfach nutzen lässt und dabei das Klima doppelt schützt: Es speichert während der Nutzungsdauer CO₂ und kann am Ende seiner Lebensdauer erst noch klimaneutral energetisch genutzt werden.

Allen, die an den Forschungsarbeiten, den engagierten Dialogveranstaltungen und schliesslich an den Syntheseberichten und am hier vorliegenden Programmresümee mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Dr. Martin Riediker

Präsident Leitungsgruppe NFP 66 Ressource Holz

ZUSAMMENFASSUNG

Holz ist der mit Abstand wichtigste nachwachsende Rohstoff der Schweiz. Seit Jahrhunderten wird er für Bauzwecke und zur Energiegewinnung genutzt. Mit dem Aufkommen fossiler Rohstoffe und der breiten Nutzung von Baustoffen wie Beton, Stahl und Kunststoff verlor Holz allerdings an Bedeutung.

Doch seit zwei Jahrzehnten wird der naturnahe Rohstoff neu entdeckt. So entwickelt sich Holz im Baubereich immer mehr zum innovativen Werkstoff. Ingenieurtechnik und Brandschutz ermöglichen es mittlerweile, selbst Hochhäuser problemlos im Holzbau zu erstellen. Zudem verleihen innovative Holzwerkstoffe der Möbelindustrie neue Impulse und tragen dazu bei, dass Holzplatten leichter werden und auf Klebsystemen basieren, die kein für die Gesundheit bedenkliches Formaldehyd abgeben. Weiter kann Holz auch als biogener Rohstoff genutzt werden, um in einer Bioraffinerie Chemikalien und Energieträger zu erzeugen statt sie wie bis anhin aus Erdöl und Erdgas zu gewinnen. Und schliesslich ist Holz der einzige erneuerbare Brennstoff, der direkt speicherbar ist.

Das vielfältige Potenzial von Holz ist bekannt, doch bis die neuen Technologien entwickelt und die Produkte marktreif sind, gibt es lange Vorlaufzeiten. Das NFP 66 Ressource Holz hat sich zum Ziel gesetzt, in vier Forschungsfeldern 30 interdisziplinäre Projekte voranzubringen, welche die ökonomisch und ökologisch vorteilhafte Verwertung von Holz zum Thema haben. In einigen Fällen mündeten die Forschungen bereits in die Gründung von Start-ups, ein Indiz dafür, dass sich die Projekte eng an die Marktbedürfnisse anlehnen. Ob die innovativen Produkte dereinst tatsächlich in der Schweiz hergestellt werden oder ob sich die Industrie zum Teil darauf beschränken wird, die Technologie zu entwickeln und anschliessend zu exportieren, wird sich weisen. Die Forschungsprojekte des NFP 66 werden jedenfalls dazu beitragen, die Schweizer Wald- und Holzwirtschaft konkurrenzfähiger zu machen. Sie unterstützen mit innovativen Technologien und Produkten die nachhaltige Entwicklung, indem sie helfen, die Erdölabhängigkeit der Schweiz zu reduzieren. Darüber hinaus

können die Projekte in Branchen wie der Bau-, der Maschinen-, der Verpackungs- und der Pharmasowie der chemischen Industrie Arbeitsplätze sichern oder neu schaffen.

Das NFP 66 umfasst auch Forschungsprojekte zur Verfügbarkeit von Holz. So nimmt die Waldfläche in der Schweiz seit Jahren zu. Die Hälfte des Schweizer Waldes ist Schutzwald und unterliegt damit speziellen Bewirtschaftungsauflagen. Der Wald wird aber auch – gerade in siedlungsnahen Regionen – immer stärker von Freizeitsportlern und Erholungssuchenden genutzt. Wald ist schliesslich ein wichtiger Lebensraum für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten. Bund und Kantone planen denn auch, bis 2030 zehn Prozent der Schweizer Waldfläche als Reservate auszuscheiden und damit von einer wirtschaftlichen Nutzung auszunehmen. Trotzdem spielt die Produktion des Rohstoffs Holz in der Schweiz eine wichtige Rolle.

Eine stärkere Holznutzung, wie sie das NFP 66 vorschlägt, muss in jedem Fall alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft – angemessen berücksichtigen. Unter dieser Voraussetzung kann eine intelligente und innovative Erschliessung neuer Holznutzungen dazu beitragen, die Schweizer Wirtschaft entscheidende Schritte weiterzubringen, und zwar in den Bereichen Materialinnovation, Bautechnik und Energieversorgung.

Summer Schools brachten Studierende zusammen

Im NFP 66 arbeiten über 200 Forschende aus 25 Ländern an insgesamt 30 verschiedenen Projekten. Im Rahmen von zwei Summer Schools 2013 und 2014 konnten die am Programm teilnehmenden Forschenden und Studierenden nicht nur Kontakte vertiefen und sich untereinander vernetzen, sondern auch ihr Fachwissen und ihre Kompetenz erweitern.

AUSGANGSLAGE

In vielen Volkswirtschaften zeichnet sich eine Verknappung der Ressourcen ab. Ein Indiz dafür ist der starke Preisanstieg für Energie und Rohstoffe. Dies ist darin begründet, dass einerseits die Wirtschaft der grossen Schwellenländer China und Indien stark wächst und andererseits der Ressourcenverbrauch der entwickelten Länder unverändert hoch ist. Gleichzeitig geht die Periode der ohne massive Investitionen leicht zu fördernden Ressourcen zu Ende. So ist zum Beispiel mit dem heutigen Niveau der Ölförderung die Zeit des leicht zu gewinnenden Erdöls vorbei. Parallel dazu beginnen sich die Probleme im Zusammenhang mit dem Klimawandel spürbar zu verschärfen. Die beiden zusammenwirkenden Entwicklungen – Verknappung der Ressourcen und Klimawandel – gefährden weltweit die wirtschaftliche Entwicklung und die regionale und die globale Sicherheit. Wissenschaft, Wirtschaft und Politik suchen nach soliden Antworten, wobei drei Massnahmen im Vordergrund stehen:

- Einsparungen bei den bisher genutzten, mehrheitlich nichterneuerbaren Ressourcen;
- erhöhter Einsatz erneuerbarer Ressourcen;
- Effizienzsteigerungen in den herkömmlichen Wertschöpfungsprozessen.

Das NFP 66 will vor allem zur Umsetzung der zweiten Massnahme beitragen. Dabei ist das NFP in ein vielfältiges Umfeld eingebettet, bei dem drei Bereiche und ihre Stakeholder besonders wichtig sind:

Holzverfügbarkeit und -bereitstellung

Der Schweizer Wald und das daraus gewonnene Bau- und Energieholz geniessen ein **hervorragendes Image**. Dies kann bei der Markteinführung neuer, holzbasierter Produkte und bei der Kompensation der Mehrkosten, die durch die spezifische schweizerische Topografie und die spezifischen Eigentumsverhältnisse entstehen, unterstützend wirken. Die zusätzliche Mobilisierung von Schweizer Holz stösst aber an Grenzen: Weil in der Schweiz ein sehr **kleinteiliger Waldbesitz** vorherrscht und viele Waldeigentümer nicht den wirtschaftlichen Erfolg suchen, bleiben auch wirtschaftlich attraktive Waldflächen teilweise unternutzt. Sowohl ein Vor- wie ein Nachteil kann die

disperse Verteilung von Holz sein. Transporte kleiner Mengen über kurze Strecken sind problemlos möglich. Sind aber grosse Holzmengen an einem bestimmten Ort gefragt, ist die Logistik ein bedeutender Kostenfaktor. Die **disperse Verteilung** hemmt teilweise auch die an sich sinnvolle Kaskadennutzung. In vielen Regionen wären zwar höhere Erntemengen möglich. Im Mittelland ist vor allem der kleinparzellierte Waldbesitz ein Hindernis für eine grössere Holzernte, dazu kommen **Nutzungskonflikte mit Erholungssuchenden** und Sporttreibenden. In Bergregionen, wo viele Wälder eine Schutzfunktion haben, sind die Erntekosten häufig so hoch, dass die Holznutzung defizitär ist. Nur die Notwendigkeit der **Schutzwaldpflege** führt dazu, dass in diesen Lagen überhaupt Holz für die industrielle Verwertung geerntet wird. Dabei verändert der **Klimawandel** die Zusammensetzung des Waldes – von der Fichte, dem langjährigen «Brotbaum» der Wald- und Bauwirtschaft, hin zu Laubhölzern, die zurzeit vor allem zur Verbrennung genutzt werden. In Zukunft wird sich dieser Wandel noch verstärken, wie auch das «Forschungsprogramm Wald und Klimawandel» 2016 nachweist. Denn zusätzlich setzt sich eine naturnähere Waldbewirtschaftung immer mehr durch.

Wertschöpfung in Gewerbe und Industrie

Die **hohen Produktionskosten** der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft reduzieren die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Importen. Seit der Aufhebung des festen Frankenkurses gegenüber dem Euro ist Schweizer Holz im Vergleich zu Importware noch teurer geworden, gleichzeitig haben sich die Exportmöglichkeiten für verarbeitete Produkte weiter verschlechtert. Verschiedene weitere Faktoren beeinflussen die industrielle Nutzung von Schweizer Holz. In Bereichen, wo Holz und Holzprodukte mit erdölbasierten Produkten im Wettbewerb stehen (Energie, Stahl, Kunststoffe, Chemikalien), ist der Erdölpreis ein massgeblicher Einflussfaktor; ein **tiefer Erdölpreis** reduziert die Attraktivität von Holz und hemmt Investitionen.

Juristische und politische Rahmenbedingungen

Im Bereich Bau wirken die neuen **Brandschutzbestimmungen** unterstützend. So ist Holz als Baustoff seit einigen Jahren auch für mehrgeschossige Bauten und alle Tragwerke zugelassen. In der Wärmebereitstellung nimmt Holz im Rahmen der **Energiestrategie 2050** eine wichtige Stellung ein und wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Auf diesen Rahmenbedingungen aufbauend, müssen die Schweizer Wald- und Holzwirtschaft sowie allenfalls weitere Branchen die Weichen für die Zukunft stellen. Um die Waldressourcen ökologisch und effizient zu nutzen und dabei im internationalen Wettbewerb zu bestehen, braucht es neue Ansätze. Das NFP 66 hat solche innovativen Wege identifiziert und in einzelnen Projekten abgeklärt. Diese Wege müssen eingebettet sein in **bestehende Strategien und Programme** wie Waldpolitik 2020 des Bundes, Ressourcenpolitik inklusive Aktionsplan Holz, Swiss Wood Innovation Network (S-WIN), Energiestrategie 2050 und Integrierte Produktpolitik (IPP).

Steigende Holzvorräte – Potenzial für zusätzliche Nutzung

Wie das Forschungsprojekt «MOBSTRAT: Strategien zur Holzmobilisierung aus Schweizer Wäldern» aus dem Dialogfeld «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung» des NFP 66 berechnete, werden dank der Nutzung von Holz in der Schweiz pro Jahr gegenwärtig 2,2 Millionen Tonnen CO₂ eingespart. Dies, weil statt des Holzes sonst energieintensivere Materialien – etwa Stahl oder Beton – und Brennstoffe wie Erdöl eingesetzt würden. Hinzu kommen noch etwa 2,5 Millionen Tonnen CO₂, die im Durchschnitt der letzten zehn Jahre in wachsenden Bäumen und in Holzprodukten gespeichert wurden. Von den 2014 geernteten 4,9 Millionen Kubikmetern fester Holzsubstanz wurden 37 Prozent als Energieholz genutzt und weitere 11 Prozent als Industrielholz, das hauptsächlich für die Herstellung von Papier und Platten Verwendung fand; der grösste Teil, nämlich 52 Prozent wurde im Bausektor sowie für die Herstellung von Möbeln und Verpackungsmaterialien eingesetzt. Damit ist aber das Potenzial des Schweizer Holzes noch nicht ausgeschöpft. Würde der Holzzuwachs stärker genutzt, liessen sich die CO₂-Einsparungen gegenüber heute um ein knappes Drittel erhöhen, nämlich um bis zu 0,9 Millionen Tonnen CO₂.



Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Summer School 2014 des NFP 66 besuchen die Holz Trub AG in der Napfregion.

DIE ZIELE DES NFP 66

Bereits heute wird Holz in der Schweiz im Baubereich und zur Energiegewinnung im grossen Stil eingesetzt. Das NFP 66 Ressource Holz verfolgte das Ziel, die Anwendungen für den Holzbau zu erweitern, Grundlagen für eine holzbasierte Bioraffinerie zu schaffen und die Entwicklung innovativer Holzwerkstoffe voranzutreiben. Die Basis dafür sind verbesserte Strategien zur nachhaltigen Bereitstellung von Holz.

Das NFP 66 erarbeitete wissenschaftliche Grundlagen und praxisorientierte Lösungsansätze für eine bessere Verfügbarkeit und breitere Nutzung der erneuerbaren Ressource Holz. Die Ziele im Einzelnen sind:

- Weiterentwicklungen im Holzbau: Steigerung der Attraktivität des Holzeinsatzes bei Gebäuden und Tragwerken durch wettbewerbsfähige Fertigungsprozesse und verbesserte Materialeigenschaften dank neuer Technologien.
- Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie: Grundlagen und Technologien zur industriellen Nutzung der Biomasse Holz für Chemikalien und Treibstoffe.
- Innovative holzbasierte Materialien: Entwicklung neuartiger Materialien mit hervorragenden Eigenschaften und geeigneten Prozesstechnologien zur industriellen Herstellung und Verwendung.
- Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung: Vertieftes Verständnis holzbasierter Stoffflüsse und des Schweizer Holzmarktes im Interesse einer besseren Verfügbarkeit und einer nachhaltigeren Nutzung von Holz.

Das NFP 66 leistet damit einen Beitrag dafür, dass die spezifischen Forschungskapazitäten und Fertigkeiten in der Schweiz ausgebaut, Innovationsschübe in der Wirtschaft ausgelöst sowie die holzbasierte Wertschöpfung und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Industrie gestärkt werden.

Die 30 ausgewählten Forschungsprojekte widerspiegeln das breite Spektrum neuer Holznutzungsansätze in der Chemie, der Materialtechnologie, dem Bau- und dem Energiesektor. Als Querschnittsthema wurden auch die Verfügbarkeit von Rohholz erforscht sowie Stoffflüsse von Holz im Hinblick auf eine Optimierung seines Lebenszyklus analysiert.

Das NFP 66 gruppierte die 30 Forschungsprojekte in vier thematische Dialogfelder. Für jedes wurde eine eigene Dialogplattform eingerichtet: Hier wurden an Workshops die Erwartungen und Einschätzungen der Stakeholder diskutiert. Diese Inputs flossen in die vier Teilsynthesen ein und sind zudem detailliert auf der Webseite www.nfp66.ch hinterlegt.

ZIELE UND ERKENNTNISSE AUS DEN DIALOGFELDERN

In 30 Forschungsprojekten, strukturiert in vier Dialogfelder, erarbeitete das NFP 66 eine Vielzahl neuer Erkenntnisse. Die Mehrheit der Forschungsergebnisse lässt sich auf dem Weg zur vermehrten industriellen Holznutzung direkt in neue Technologien umsetzen. Andere Erkenntnisse helfen, verbesserte Grundlagen für nachhaltige Versorgungsketten für Holz aufzubauen.

Aufgrund dieser Ausgangslage widmeten sich die vier Dialogfelder spezifischen Fragestellungen, welche die Forschungsprojekte beantworten sollten.

«Weiterentwicklungen im Holzbau» (DF 1)

Die Forschungsprojekte im vorliegenden Dialogfeld hatten folgende Ziele:

- Gesteigerte Attraktivität des Holzeinsatzes im Bauwesen
- Nachweis für Nachhaltigkeitsvorteile von Holz gegenüber anderen Bauten
- Grundlagen für einen vermehrten Laubholzeinsatz (insbesondere Buche) als Baumaterial
- Verbesserung von Akustik und Erdbebensicherheit von Holzbauten
- Sicherung und Verbesserung der Materialeigenschaften von Holz dank neuer Technologien zur Modifikation von Holz
- Neu- und Weiterentwicklung von holzbasierten (Verbund-)Baustoffen
- Wettbewerbsfähige Fertigungsprozesse im Holzbau
- Industrialisierung und Digitalisierung der Fertigungs-/Konstruktionsprozesse
- Grundlagen zur Weiterentwicklung von Klebverbindungen und alternativen Verbindungstechnologien
- Neue Technologien zur Optimierung der Oberflächen von Holzfassaden

Resultate

Bauen mit Holz hat sich in den letzten 20 Jahren von der Nische zum wichtigen Marktsegment entwickelt. Heute hat der Holzbau das Potenzial, zu einer Standardbauweise zu werden, die dem Massivbau in nichts nachsteht. Die Forschungsprojekte dieses Dialogfelds haben aufgezeigt, wie verschiedene Innovationen bei Planung, Produktentwicklung und Bau diesen Prozess unterstützen können. In mehreren Fällen gelang es bereits, Neuentwicklungen zu kommerzialisieren.

Lebenszyklus analysiert. Der Wechsel von energieintensiven zu holzbasierten Baustoffen ist wünschenswert, wie durchgeführte Lebenszyklusanalysen zeigen. Ein langlebiger Holzeinsatz in Gebäuden und Tragwerken mit einer anschließenden stofflichen oder energetischen Verwertung bindet atmosphärischen Kohlenstoff und reduziert produktionsbedingte Emissionen.

Alterungsverhalten prognostiziert. Ein neues Modell erlaubt es, die Eigenschaftsänderungen verschiedener Laubholzarten und Klebstoffe bei unterschiedlicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit in der Praxis zu erfassen und das Alterungsverhalten der Bauteile für mehrere Jahrzehnte vorauszusagen. Dies ist wichtig zur Erhöhung der Tragwerksicherheit und bildet die Grundlage für den vermehrten Laubholzeinsatz im konstruktiven Bereich.

Holz innovativ verklebt. Durch experimentelle Untersuchungen von drei Klebstoffarten (Epoxydharz, Polyurethan, Acrylharz) und ein entsprechendes Modell lässt sich heute das Tragverhalten von verklebten Holz-Holz-Verbindungen besser beschreiben. Das erhöht ihre Vorteile gegenüber mechanischen Verbindungen und die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus insgesamt.

Mit Buchenholz konstruiert. Neu entwickelte Bemessungsgrundlagen erlauben eine abgesicherte und wirtschaftliche Anwendung von Buchenholz im Ingenieurholzbau. Eine darauf basierende Rahmenkonstruktion aus Laubholz und eine neuartige Verbunddecke aus Buchenholz und Beton kamen erstmals im House of Natural Resources der ETH Zürich zur Anwendung.

Holzdecken optimiert. Eine für mehrgeschossige Wohn- und Bürobauten neu entwickelte, gedübelte Brettstapeldecke aus Buchenholz zeigt mit Stahlbetondecken vergleichbare, gute Trittschalleigenschaften im Tieftonbereich; gleichzeitig wurden Fortschritte bezüglich der Dicke von Holzdecken und unter Einhaltung der geltenden Normen erzielt.

Holzstrukturen stabilisiert. Dank neuer Erkenntnisse unter anderem aus Rüttelversuchen an einem mehrgeschossigen Holzrahmenbau konnte die für Erdbeben- und Windbeanspruchung nötige Bemessung der Aussteifungselemente weiterentwickelt werden, was die strukturelle Sicherheit und Zuverlässigkeit mehrgeschossiger Holzbauten erhöht.

Holz mit Beton kombiniert. Neue Rezepturen für Holz-Leichtbetone mit bis zu 50 Prozent Holzanteil und entsprechende Belastungsversuche bestätigen die grundsätzliche Eignung dieses Baustoffs auch für tragende Decken- und Wandelemente. Holz-Leichtbetone bieten integrierten Schall-, Wärme und Brandschutz, sind gute Wärmespeicher und können nach Gebrauch verbrannt werden.

Holzkomponenten industriell verbaut. Neue, robotergestützte Assemblierungs- und Konstruktionsverfahren ermöglichen das Bauen komplexer Strukturen mit einfachen Holzkomponenten. Bei weiteren Fortschritten in Bezug auf geeignete Klebverbindungen eröffnen sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten vor allem für Holzbauten mit freien Formen und netzförmigen Tragstrukturen.

Fassadenbeständigkeit verbessert. Neue Grundlagen- und anwendungsbezogene Forschungsar-

beiten zur Optimierung von Holzfassaden belegen, dass sich durch gezielte und auch umweltverträgliche Vorbehandlungen die Beständigkeit und Verfärbung (UV-Stabilität) von Holzfassaden massgeblich verbessern lassen. Das sind gute Voraussetzungen für eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit von Holzfassaden beziehungsweise Aussenisolationen mit Holz.

Fazit

Der Holzbau ist in der Schweiz insgesamt gut unterwegs; er ist und bleibt der **wichtigste Abnehmer von Holz**. Gleichzeitig belegen die durchgeführten Lebenszyklusanalysen, dass der Holzbau beziehungsweise die breite Verwendung des nachwachsenden Holzes als **Baustoff ressourcen- und klimapolitisch wünschenswert** ist. Im Rahmen des NFP66 wurden zu allen Zielsetzungen betreffend die «Weiterentwicklungen des Holzbaus» Grundlagen für weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten geschaffen sowie praxisorientierte Lösungen erarbeitet. Die aktuellen **Herausforderungen der Holzbau- und Planungsbranche in Richtung der weiteren Industrialisierung und Digitalisierung** werden von Forschung und Wirtschaft erkannt und in einer Reihe von aktuellen Forschungsprojekten berücksichtigt.

«Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie» (DF 2)

Die Forschungsprojekte im vorliegenden Dialogfeld hatten folgende **Ziele**:

- Entwicklung von Know-how und Technologien für neue Wege der chemischen Nutzung der Biomasse Holz
- Bessere Grundlagen für eine industrielle Umwandlung und möglichst vollständige Nutzung von Holz in Bioraffinerien
- Identifizierung und Weiterentwicklung von Prozessketten
- Entwicklung von Technologien zur Gewinnung von holzbasierten Chemikalien und speicherbaren Energieträgern (Gase/Treibstoffe)
- Entwicklung von Technologien zur effizienteren Verbrennung von Holz
- Instrumente zur ökologischen und wirtschaftlichen Beurteilung der Vor- und Nachteile sowie des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der verschiedenen Verwertungsoptionen

Resultate

Die Realisierung einer holzbasierten Bioraffinerie steht in der Schweiz erst am Anfang. Entsprechend widmeten sich die Projekte einzelnen Verfahrensschritten. Die Fortschritte betreffen die Vorbehandlung von Holz, die physikalische und chemische Zerlegung der Holzbestandteile, die maximierte Ausbeute der gewünschten Chemikalien und Entwicklungen im Bereich energetische Nutzung. Ein zentrales Projekt schliesslich entwickelte ein Instrument, um aufgrund verschiedener Parameter verschiedene Bioraffineriekonzepte miteinander zu vergleichen und ihre wirtschaftliche und ökologische Wettbewerbsfähigkeit zu berechnen.

Verbesserte stoffliche Nutzung von Holz (Chemie)

Celluloseverzuckerung verbessert. Die Zugabe einer spezifischen Chemikalie bei der Heisswasservorbehandlung verbessert den Ertrag bei der Verzuckerung von Cellulose.

Umwandlungsprozesse kombiniert. Die Kombination eines enzymatischen und eines chemischen Umwandlungsprozesses ermöglichen es, Verfahren zur Herstellung von Chemikalien aus Holz voranzubringen.

Katalyseverfahren weiterentwickelt. Neu entwickelte Katalyseverfahren erweitern die Möglichkeiten, um Cellulose und Lignin gezielt in chemische Produkte umzuwandeln.

Vanillinausbeute erhöht. Neue Erkenntnisse zur chemischen Spaltung von Lignin ermöglichen deutlich höhere Ausbeuten an Vanillin.

Grundlagen zur Entwicklung künstlicher Proteine erarbeitet. Biokatalyse ist eine Schlüsseltechnologie zur verbesserten stofflichen Nutzung von Holz. Es wurde ein neuer Mechanismus entdeckt, durch den Enzyme molekularen Sauerstoff aktivieren und diesen zur Spaltung chemischer Bindungen verwenden können.

Verzuckerung und Fermentierung gleichzeitig umgesetzt. Die Fermentation von Buchenholz wurde so weiterentwickelt, dass bei einer gleichzeitigen Verzuckerung und Fermentation Lignin abgebaut wird, was die Ethanolausbeute erhöht.

Holzvorbehandlung optimiert. Bei der Dampfvorbehandlung von Fichtenholz konnte gezeigt werden, dass der gezielte Druckabfall die Ausbeute bei der enzymatischen Verzuckerung verdoppelt.

Verbesserte energetische Nutzung von Holz

Schadstoffausstoss gesenkt. Eine optimierte Rostfeuerung erlaubt es, Holzsortimente von niedriger Qualität zu verbrennen und dabei einen stabilen Betrieb und tiefe Stickoxidemissionen zu erzielen.

Reinigungstechnologie effizienter gemacht. Verbesserte Analysemethoden erlauben es, Filtermaterialien zur Aufreinigung von holzbasiertem Syngas zu entwickeln.

Methanisierungsreaktor modelliert. Die Entwicklung eines genauen Computermodells zur Simulation eines Wirbelschicht-Methanisierungsreaktors ermöglicht es, in einem nächsten Schritt das Verfahren zu skalieren.

Hochreinen Wasserstoff erzeugt. Ein neuartiger Prozess auf der Basis von Eisenoxid zeigt, wie aus Synthesegas mit Wasserdampf hochreiner Wasserstoff hergestellt werden kann.

Planungs- und Beurteilungstool für die Erstellung einer Bioraffinerie

Entscheidungsinstrument entwickelt. Eine Informatikplattform dient als Entscheidungshilfe, um verschiedene Bioraffinerietypen zu entwerfen und die einzelnen Prozesse nach ihrer energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Performance zu bewerten.

Fazit

Die Resultate der Forschungsprojekte des NFP66 zeigen ein **grosses Verwertungspotenzial für Holz** neben Holzbau und Verfeuerung. Gleichzeitig liefern die vielfältigen Forschungsprojekte des NFP 66 wertvolle Grundlagen für neue und verbesserte Prozesse einer holzbasierten Bioraffinerie. Dabei zeigen einige Resultate, dass gerade **auch Laubholz für die chemische Verwertung in der Bioraffinerie geeignet** ist.

Die Erforschung und Entwicklung neuer Technologien zur Umwandlung von Holz stellt eine **Chance für die Schweizer Wirtschaft** dar, um eine gewisse Technologieführerschaft aufzubauen, Arbeitsplätze im Inland zu schaffen und innovative Technologie exportieren zu können. Das NFP hat Prozesse vorwärtsgebracht, die dazu beitragen, dass sich in Zukunft eine Vielzahl von bisher aus Erdöl erzeugten Produkten auch auf Basis von Holz herstellen lassen sollten.

«Innovative holzbasierte Materialien für neue Anwendungen» (DF 3)

Die Forschungsprojekte im vorliegenden Dialogfeld hatten folgende **Ziele**:

- Erweiterter Einsatz von Holz für hochwertige Anwendungen, Entwicklung effizienter Prozesstechnologien und Berücksichtigung der Kaskadennutzung
- Fortschritte in der Modifizierung von Holz, unter anderem durch verbesserte Eigenschaftsprofile von Holz, nachhaltigen Schutz der Holzoberflächen vor UV-Strahlung und Verwitterung sowie durch Grundlagen zur Neuentwicklung von umweltverträglicheren Holzkonservierungsmitteln
- Entwicklung neuartiger Materialien mit holzbasierten Komponenten, unter anderem durch die neuartige Anwendung von Nanocellulose und durch neue Verarbeitungsmethoden
- Entwicklung von holzbasierten Klebstoffen und Holz-Biopolymer-Hybrid-Werkstoffen mit wertsteigernden Eigenschaften

Resultate

Neue Entwicklungen im Bereich Materialien basieren meist auf der Modifikation des Werkstoffs Holz und setzen heute vorwiegend im Mikro- und Nanobereich an. Die Schweiz hat gute Voraussetzungen, an diesen fortschreitenden globalen Materialentwicklungen zu partizipieren. Bereits ist absehbar, dass der Holzbau diese Innovationen in der Praxis einsetzen kann. Doch die Neuerungen haben das Potenzial, weit über die Baubranche hinaus eingesetzt zu werden.

Neue Holzschutzmittel vorangebracht. Neue Grundlagen ermöglichen die Entwicklung von nanopartikelbasierten Holzschutzmitteln zur kommerziellen Nutzung, insbesondere im Gebäude- und Bausektor.

Holzeigenschaften verbessert. Durch die Modifikation wurde Holz mit verbesserten und neuen Eigenschaften ausgestattet. Einsatzmöglichkeiten bestehen im dekorativen Bereich für hochwertige Innenausstattungen.

Holzfassaden besser geschützt. Neue Grundlagen verbessern die Voraussetzungen für die Entwicklung eines holzeigenen Witterungsschutzes von Holzfassaden durch vorgängige Delignifizierung der Oberflächen.

Holzoberflächen optimiert. Neue Ansätze unterstützen die Weiterentwicklung der Funktionalisierung von Holzoberflächen durch fotochemische Aktivierung, unter anderem für beschichtetes Holz im Aussenbereich und für Hybridmaterialien.

Fertigungsprozess ultraleichter Spanplatten entwickelt. Erste Nachweise für die Herstellung von biobasierten ultraleichten Spanplatten wurden erbracht.

Tanninproduktion entwickelt. Es wurden Grundlagen erarbeitet für eine neue Methode für die Nutzung von Tanninen aus Rinden einheimischer Nadelhölzer als Klebstoffkomponenten für Faser- und Spanplatten.

UV-Schutz optimiert. Neue Grundlagen fördern die Kenntnisse über den UV-Schutz von Holzoberflächen mithilfe von nanofibrillierter Cellulose als Additiv von Holzbeschichtungen.

Nanokomposit-Produktion verbessert. Die Optimierung des Verarbeitungsprozesses zur Herstellung von Cellulose-Nanokompositen ermöglicht verbesserte Eigenschaften dieser Produkte.

Fazit

Im Bereich **Holz- und Holzoberflächenmodifikation** konnten wichtige Grundlagen erarbeitet werden in Richtung einer hochwertigeren Verwendung der Ressource Holz. Allerdings sind bis zur Industrialisierung **noch grosse Fortschritte vor allem im Bereich der Prozesstechnologie nötig.**

Im Bereich von neuartigen, holzbasierten Materialien bestätigen die Forschungsergebnisse das **grosse Potenzial der nanofibrillierten Cellulose.** Erste Schritte zur **industriellen Umsetzung wurden eingeleitet.** So arbeitet die WICOR-Gruppe in Rapperswil an der ersten Ausbaustufe eines Naturfaserwerks zur Produktion mikrofibrillierter Cellulose.

Im Bereich **Holzplattenwerkstoffe** erfolgten die Forschungsarbeiten zu biobasierten Schaum- und Klebsystemen in Zusammenarbeit mit wichtigen Herstellern. Mit der Fortsetzung dieser erfolgreichen Kooperationen bestehen **gute Aussichten, die noch vorhandenen technologischen Lücken zu schliessen.**

«Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung» (DF 4)

Die Forschungsprojekte im vorliegenden Dialogfeld hatten folgende **Ziele**:

- Besseres Verständnis des Holzmarkts
- Analyse der Kooperationsprozesse zwischen Marktpartnern
- Entscheidungshilfen für ein nachhaltiges Management der Ressource Holz
- Verbesserte Verfügbarkeit von Rohholz in der richtigen Menge und Qualität
- Ganzheitliche Abschätzung neuer Technologien zur Holzverwertung

Resultate

Die Projekte klärten ab, in welchem Umfang zusätzliches Holz aus Schweizer Wäldern mobilisierbar ist, welche Faktoren diese Mobilisierung beeinflussen und welche Anreize zu einer höheren Verfügbarkeit führen könnten. Zudem klärten sie die Frage, welchen Stellenwert die häufig geforderte Kaskadennutzung von Holz realistischerweise haben kann. Schliesslich listen sie Massnahmen auf, die dazu beitragen, in Zukunft die spezifischen Holzsortimente zentral und in gleichbleibender Qualität für den Markt bereitzustellen.

Schweizer Holzmarkt analysiert. Aktuelle Erkenntnisse informieren über Angebot und Nachfrage des Schweizer Holzmarkts und über den Wert der Waldeleistungen zugunsten der Öffentlichkeit.

Folgen einer erhöhten Holznutzung abgeschätzt: Neue Szenarien zur waldbaulichen Umsetzung einer erhöhten Holznutzung erlauben es, die langfristigen Folgen für die Nutzungsmengen, für den Zuwachs und für die Ökosystemleistungen genauer abzuschätzen.

Zukünftige Holzverfügbarkeit prognostiziert. Ein neu entwickeltes, agentenbasiertes Modell ermöglicht Entscheidungsträgern, spezifische Szenarien für die zukünftige Holzverfügbarkeit darzustellen und auch die Wirkung ökonomischer Instrumente genauer aufzuzeigen.

Lebenszyklus untersucht. Die systematische Betrachtung des gesamten Lebenswegs von Holz ergibt neue Entscheidungsgrundlagen für Politik und Wirtschaft, insbesondere für die Bauwirtschaft.

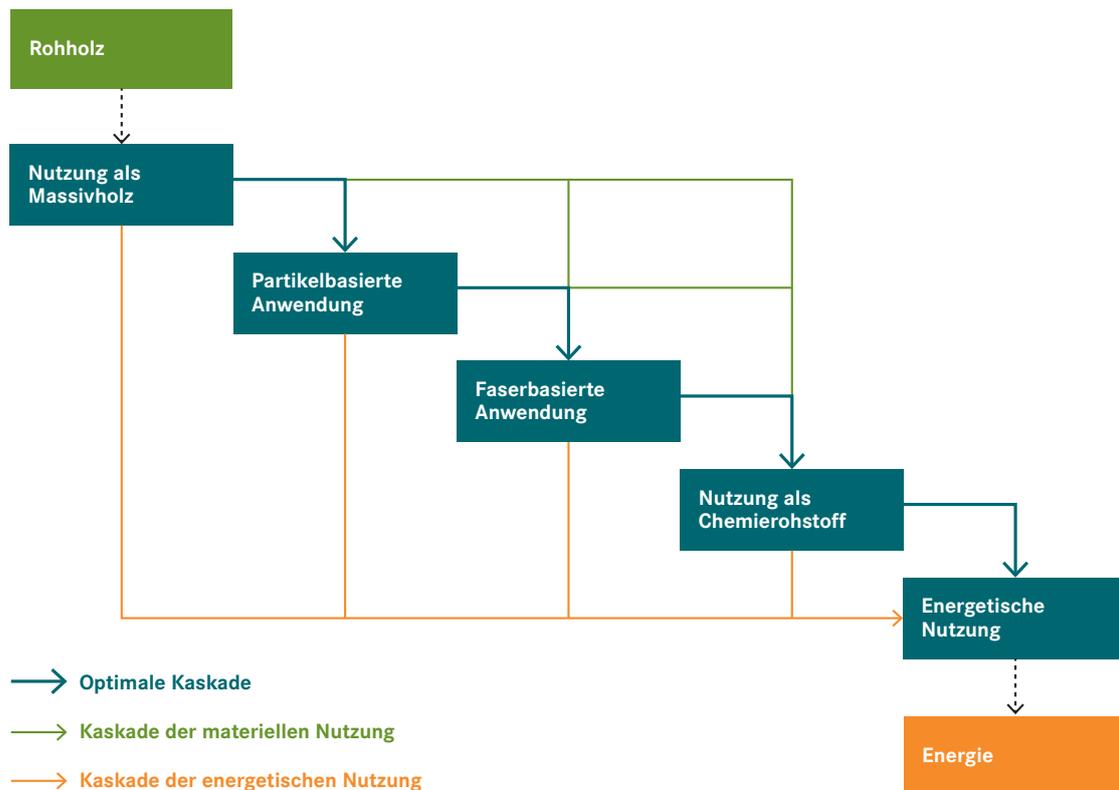
Fazit

Die Holznutzung, insbesondere das Bauen mit **Holz, hat gesamthhaft gesehen grosse ökologische Vorteile.** Wird die Holznutzung weiter erhöht, ist dies kompatibel mit den anderen wichtigen Waldfunktionen wie Biodiversität und Erholung. Allerdings sind die heutigen Besitz- und Bewirtschaftungsverhältnisse im Schweizer Wald sehr kleinteilig; nötig wären mindestens grössere Bewirtschaftungsflächen oder regionale Bewirtschaftungseinheiten und Forstreviere.

Neben der Inwertsetzung von Ökosystemleistungen sind auch zusätzliche staatliche Subventionen zum Beispiel für Ökosystemleistungen prüfenswert, bergen aber erhebliche Gefahren von Strukturzerfall und Mitnahmeeffekten in sich. Ein deutlich **wirksameres Mittel zur Holzmobilisierung in der Schweiz ist eine gesteigerte Nachfrage** nach Holz (insbesondere auch Laubholz) durch eine innovative nachgelagerte Industrie.

Möglichkeiten der Kaskadennutzung von Holz

Unter einer Kaskadennutzung versteht man die gestaffelte Verwendung eines Stoffs in unterschiedlichen Anwendungen. Auch Holz kann grundsätzlich in einer Kaskade genutzt werden. Schon heute wird ein beachtlicher Teil des Bauholzes nach der Nutzung als Gebäudeteil oder Möbel in der Plattenindustrie verwertet. Im Abschluss dieser sogenannten kurzen Kaskade steht die Verbrennung, bei der Wärme und Strom gewonnen werden. Theoretisch ist auch eine lange Kaskade denkbar, bei der an die Stelle der Verbrennung die Nutzung in einer Bioraffinerie tritt. In dieser werden chemische Stoffe und Energie gewonnen.



Möglichkeiten der Kaskadennutzung von Holz (Florian Suter, Abb. 5 aus der Teilsynthese Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung)

Der aktuelle Gebäudebestand der Schweiz umfasst 30 Millionen Tonnen Holz, das mittel- bis langfristig rückgebaut wird und somit für anderweitige Nutzungen zur Verfügung steht. Bisher wird Altholz entweder direkt in spezialisierten Anlagen oder in allgemeinen Kehrrechtverbrennungsanlagen zur Energiegewinnung eingesetzt oder im Rahmen einer kurzen Kaskade zuerst noch zu Spanplatten verarbeitet, die nach Ablauf der Lebenszeit der daraus hergestellten Möbel ebenfalls verbrannt werden. Ein im Rahmen des NFP 66 entwickeltes Bewertungsmodell, mit dem Materialfluss- und Lebenszyklusanalysen für verschiedene Holzanwendungen möglich sind, zeigt, dass die Kaskadennutzung nur dort einen ökologischen Mehrwert schafft, wo Holz am Anfang der Kaskade energieintensive Baustoffe wie Beton oder Stahl ersetzt und Holz am Ende der Kaskade optimal energetisch verwertet wird.

Während sich die kurze Kaskade heute schon bewährt, sind für die Realisierung einer sogenannten langen Kaskade mit chemischen Anwendungen folgende Herausforderungen zu meistern:

- Im Bereich Bioraffinerie ist die Vor- und Aufbereitung des Materials ein wesentlicher Kostenfaktor. Abfallholz ist meist heterogen, verschmutzt und mit Additiven wie Farben, Klebern und Lacken versetzt. Damit ist die Bereitstellung aufwendiger als bei neu geschlagenem Holz. Zudem benötigt eine Bioraffinerie eine kontinuierliche Rohstoffversorgung. Doch Altholz fällt diskontinuierlich an und kann preislich je nach Marktlage stark schwanken. Dennoch dürften Bioraffinerien neue Absatzkanäle für Altholz öffnen und damit die Kaskade verlängern.
- Der Trend im Bauwesen geht zu einer grösseren Heterogenität der Baustoffe, was langfristig die Vielfalt der Abfallstoffe erhöhen und damit eine Kaskadennutzung erschweren dürfte.
- Im ebenfalls vom NFP 66 untersuchten Bereich «Innovative holzbasierte Materialien» wird zwar die Möglichkeit einer Kaskadennutzung der so entwickelten Materialien nach ihrer ersten Nutzungsphase bejaht. Die Verwendung von bereits einmal verwendetem Holz als Basis für die Materialneuentwicklungen wurde aber nicht diskutiert.

RESULTATE DES NFP 66

Die 30 Projekte des NFP 66 und der intensive Dialog mit den jeweiligen Betroffenen brachten Resultate hervor, die ein breites Spektrum von der Grundlagenforschung bis zur praktischen Umsetzung abdecken. Dabei zeigte sich, dass für Holz beträchtliche Potenziale zur zusätzlichen Nutzung existieren. Allerdings ist der Reifegrad der Technologien sehr unterschiedlich.

- Im Bereich Beschaffung und nachhaltige Holznutzung liegen neue Entscheidungsgrundlagen für Politik, Industrie und Forstwirtschaft zur Optimierung der Holznutzung in der Schweiz vor. Weiter liegen vertiefte Erkenntnisse über den Holzmarkt und die Einflussmöglichkeiten der Akteure vor. Zudem wurde belegt, dass hierzulande die gesteigerte Holzgewinnung nicht mit dem Erhalt der anderen Waldfunktionen in Widerspruch steht.
- Der Holzbau ist schon heute gut unterwegs. Die gewonnenen Erkenntnisse zu Schallschutz, Erdbebensicherheit und Holzverbindungen sowie materialeitige Fortschritte (Holz-Leichtbeton, Holz-Oberflächenbehandlung etc.) erlauben in Zukunft einen breiteren Einsatz von Holz (auch Laubholz) bei Gebäuden und Tragwerken. Zudem ermöglichen robotergestützte Assemblierungs- und Konstruktionsverfahren das Bauen komplexer Strukturen mit einfachen Holzkomponenten.
- Die Projekte zum Thema holzbasierte Bioraffinerie lieferten sowohl Grundlagen- als auch Praxiswissen zu verschiedenen Umwandlungsverfahren von Holz (katalytisch, biochemisch, thermochemisch) und zu einer Vielzahl von Produkten (HMF, Aromaten, Ethanol, Methan, Wasserstoff, Wärme), die sowohl stofflich (zum Beispiel zur Herstellung von Kunst- und Klebstoffen) als auch energetisch genutzt werden können. Zusätzlich wurde ein Auslegungs- und Optimierungstool für holzbasierte Bioraffinerien entwickelt.
- Bei der Holzmodifizierung konnte bestätigt werden, dass es ein hohes Potenzial für eine Vielzahl neuer Materialeigenschaften für naturbelassenes Holz gibt. Bei neuartigen Materialien aus Nanocellulose und holzbasierten Hybridmaterialien wurden in Kooperation mit Herstellern erste Umsetzungen realisiert.
- Es gelang dem NFP 66, angrenzende, bisher nicht auf Holz fokussierte Forschungsgruppen für das Thema Ressource Holz zu gewinnen, junge Forschende auszubilden und die Forschenden zu vernetzen.
- Mehrere Projekte aus dem NFP 66 konnten erfolgreich in ein von der KTI finanziertes Kooperationsprojekt mit der Industrie überführt werden. Wichtige Lücken in der Wertschöpfungskette wurden durch die Gründung von Start-ups geschlossen.
- Es gelang, mit thematischen Dialogveranstaltungen eine grosse Anzahl von Industrievertretern für das Thema Forschung und Innovation im Bereich Holz zu interessieren.



An der Programmtagung 2013 werden die ersten Projektergebnisse diskutiert.

Technologieentwicklung im internationalen Kontext

Sowohl beim Rohstoffangebot als auch beim Projekt einer Bioraffinerie steht die Schweiz im Vergleich mit dem Ausland unter hohem Kostendruck. Der starke Franken und das hohe Lohnniveau bewirken, dass ausländische Hölzer günstig importiert, hiesige Holzprodukte dagegen kaum exportiert werden können. Bereits ab 2009 kam die Schweizer Holzbranche währungsbedingt unter hohen Druck. Jahrzehntlang fanden einheimisches und ausländisches Holz etwa zu gleichen Teilen den Weg ins Schweizer Bauwesen. Doch 2011 machte der Anteil von Schweizer Holz nur noch 37 Prozent aus. Mit der Aufhebung der Franken-Euro-Untergrenze vor zwei Jahren sank der Preis von ausländischem Holz noch einmal schlagartig um zehn Prozent. Das Dialogfeld «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung» liefert Erklärungen, warum die Schweizer Holzwirtschaft immer weniger konkurrenzfähig ist und wie Wirtschaft und Staat gegensteuern können. Aktuell etwa wird das Labelling von Schweizer Holz unterstützt, zudem läuft 2017 die Sensibilisierungskampagne «Woodvetia».

Allerdings: Auch das Ausland arbeitet an Impulsen für die Verwertung nachwachsender Rohstoffe. Dazu kommen regionenspezifische Faktoren, die gewisse Weltregionen für einzelne Technologien begünstigen. So bestehen zum Teil nationale Bioökonomiestrategien mit entsprechenden Fördergeldern und günstigen gesetzlichen Leitplanken (Deutschland, Österreich, Niederlande, Finnland, USA). Hinzu kommt, dass die Rohstoffverfügbarkeit vielerorts deutlich grösser ist als in der kleinräumigen Schweiz (Holz

in Skandinavien, Eukalyptus und Zuckerrohr in Brasilien). In einigen Ländern existieren industrielle Cluster mit Holzlieferanten, Verarbeitern, Grossverbrauchern und einer Logistikaufbaustruktur wie Hochseehäfen. Oder es liegt eine grosse Technologieerfahrung aufgrund einer starken Zellstoffindustrie vor, was den Schritt zu Pilotprojekten und praktischen Anwendungen deutlich erleichtert (Deutschland, Österreich, Skandinavien). In den Niederlanden wiederum dürfte die starke chemische Industrie dazu beigetragen haben, dass das Land punkto Bioraffinerien deutlich weiter ist als die Schweiz. Im Bereich Klebstoffe und Bauchemikalien hingegen sind in der Schweiz international führende Unternehmen wie Sika, Collano, BASF Schweiz (Käufer der früheren Ciba Spezialitätenchemie AG), Lonza und Clariant angesiedelt. Bei neuen Anwendungen wie Verbindungen oder Holzmodifikation verfügt die Schweiz deshalb über eine innovative Industrielandschaft, die Kooperationen mit Forschungsprojekten ermöglicht.

Während im Bereich Holzbau und neue Materialien neben der Verfahrensentwicklung auch die Produktion für das In- und Ausland denkbar ist, muss das Ziel im Bereich Bioraffinerie nicht zwingend eine inländische, kommerziell funktionierende Anlage sein. Stattdessen könnte man – etwa in einem Kompetenzzentrum mit einer Pilotanlage – auch die Technologie für einzelne Verfahrensschritte oder ganze Raffinerien entwickeln und das Know-how dann exportieren. Eine weitere Option besteht darin, das Entwickeln von Nischenerzeugnissen mit besonders hoher Wertschöpfung voranzutreiben. Solche hochpreisigen Produkte könnten hierzulande trotz der oben beschriebenen Standortnachteile wettbewerbsfähig hergestellt werden.

FAZIT DES NFP 66

In vielen Bereichen ist die holzbasierte Industrie in der Schweiz gut aufgestellt. Allerdings bestehen weiterhin Lücken, denen mit neuen, fokussierten Forschungsplattformen, verstärkten Anstrengungen im Bereich Bildung und effizienterer Waldbewirtschaftung sowie einem stärkeren Engagement von Verwaltung und Politik begegnet werden soll.

Die Voraussetzungen für ein aktives Engagement der verschiedenen Stakeholder für das Thema Holz und Wald sind gut. Die Schweizer Bevölkerung identifiziert sich in hohem Mass mit dem Wald und seinen Funktionen. Die Nutzung von Holz kann hierzulande nicht nur auf eine lange Tradition zurückblicken, sondern gewinnt angesichts des Klimawandels und der Verknappung fossiler Ressourcen an Bedeutung. Der ökologische Rohstoff Holz kann energieintensive Baumaterialien wie Beton und Stahl ersetzen. Vor allem im Gebirgswald besteht ein beträchtlicher, ständig anwachsender Holzvorrat. Das NFP 66 weist nach, dass dieses Holz genutzt werden könnte, ohne die Wirksamkeit der Schutzwälder zu schmälern. Eine solche Erhöhung der Holzentnahme wäre zudem ohne Abstriche bei der Nachhaltigkeit möglich. Der Beitrag des Waldes für die Erhalten und Stärkung der Biodiversität etwa wäre weiterhin gewährleistet. Darüber hinaus bestätigt das NFP 66, dass man langfristig auf der bestehenden Waldfläche die grösste CO₂-Speicherung erzielt, wenn so viel geerntet wird wie nachwächst.

Allerdings wird heute die zusätzliche Nutzung von Holz aus verkehrstechnisch schlecht erschlossenen Regionen durch die relativ hohen Ernte- und Transportkosten erschwert. Teuer ist auch die Bewirtschaftung multifunktionaler Wälder, also jene Art von Wald, die sich die Schweizer Bevölkerung eigentlich wünscht. Um das Kostendilemma zu lösen, sind Einsparungen in der Waldbewirtschaftung gefragt. Die heutige Fragmentierung des Waldbesitzes und das Beharrungsvermögen der Branche erweisen sich allerdings als Hemmschuh für eine effizientere Waldbewirtschaftung und Holzvermarktung.

Verbesserungen sind auch bei der Holzverwendung möglich. Heute wird rund ein Drittel des geernteten Holzes der direkten energetischen Nutzung zugeführt. Diese Energiegewinnung kann durch technische Verbesserungen optimiert werden. Bei der Kaskadennutzung wird Holz im Anschluss an eine bauliche oder chemische Verwendung erst in Form von Reststoffen oder Altholz für die Energiegewinnung eingesetzt. Das NFP zeigt, dass die Verwendung von Holz als Konstruktionsmaterial technisch verbessert und volumenmässig vergrössert werden kann. Ein beträchtliches, bisher aber kaum entwickeltes Potenzial hat Holz auch als Ausgangsstoff für die Herstellung chemischer Produkte in sogenannten Bioraffinerien sowie als Basis zur Erzeugung neuartiger holzbasierter Materialien. Die Verbrennung sollte aus der Optik der Nachhaltigkeit erst nach dieser stofflichen Nutzung erfolgen. Das NFP 66 zeigt allerdings, dass eine möglichst lange Kaskade, wie sie aus ökologischen Gründen wünschbar ist, aus ökonomischen Gründen zurzeit teilweise schwierig realisierbar ist.

Dennoch könnte der Ausbau solcher Verarbeitungsmöglichkeiten vom Bau bis zur Energiegewinnung den ökologischen Fussabdruck der Schweiz reduzieren und gleichzeitig die Wertschöpfung im Inland erhöhen. Die stärkere Entwicklung neuer holzbasierter Nutzungen wäre auch ein Beitrag zur Erfüllung verschiedener Ziele der «Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung»: Industrie, Innovation und Infrastruktur (Ziel 9), Verantwortungsvoller Konsum und Produktion (Ziel 12) und Massnahmen zum Klimaschutz (Ziel 13).



Die Exkursion im Wald der Burggemeinde Biel im April 2013 gibt den Forschenden und den Leitungsgruppenmitgliedern einen Einblick in die Praxis der Schweizer Waldwirtschaft.

EMPFEHLUNGEN DES NFP 66

Auf der Basis der Resultate der 30 Forschungsprogramme hat die Programmleitung die Empfehlungen der vier Dialogfelder bewertet, aggregiert und folgende Empfehlungen formuliert:

Stärken pflegen

- Die Technologien aus den Projekten sollen zur Marktreife weiterentwickelt werden.
- Das aktuell vorhandene Know-how muss vertieft und die Forschungsförderung weitergeführt werden.
- Dabei soll konsequent auf weitere material- und konstruktionsseitige Fortschritte sowie auf die Industrialisierung und Digitalisierung im Holzbau hingearbeitet werden.

Lücken schliessen

- Holz ist neu auch als Rohstoff für Produkte und Energie und nicht mehr nur als Bau- und Brennstoff zu nutzen.
- Unter der Beteiligung der Wirtschaft sollen ein «Kompetenzzentrum» und eine Demonstrationsanlage Bioraffinerie etabliert werden.
- Ein neues «Technikum Holzinnovationen Schweiz» soll mithelfen, die Hürde zur Markteinführung gewisser Technologien zu nehmen. Dieses Technikum kann in Kooperation mit der regionalen Wirtschaftsförderung aufgebaut werden und soll der Schweiz zu einer internationalen Profilierung im Bereich Holzinnovationen verhelfen.

Offene Chancen wahrnehmen

- Zusammenschlüsse und Kooperationen von Waldeigentümern und gemeinsame Holz-Vermarktungsorganisationen sind zu fördern, um eine professionellere Bewirtschaftung zu erreichen.

- Holzindustrie und Nicht-Holz-Industrie sind aufgefordert, über die klassischen Holzanwendungen hinaus zu investieren, sich an entsprechenden Kompetenzzentren zu beteiligen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Aus- und Weiterbildung stärken

- Ein «Lehrgang Bioraffinerie» soll auf Hochschulniveau aufgebaut werden.
- Die Sicherung und der Aufbau von Kompetenzen in den Bereichen Holzbau sowie digitales Planen und Bauen müssen in der Berufs- und Hochschulbildung Priorität erhalten.

Rahmenbedingungen verbessern

- Eine «Schweizer Bioökonomiestrategie» ist zu verabschieden; zu ihrer Umsetzung wird eine «Schweizerische Bioökonomieforschungskommission» eingesetzt.
- Die Förderung der Holzforschung in den Bereichen Bioraffinerie und innovative Materialien soll Priorität erhalten.
- Die Ressortforschung und andere Förderinstrumente wie zum Beispiel der «Aktionsplan Holz» müssen auf der Grundlage der genannten Empfehlungen überprüft und gegebenenfalls justiert werden.
- Die Schweiz soll bei der Entwicklung von europäischen Normen für den Holzbau aktiv mitwirken.
- Die Rahmenbedingungen für eine ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes und eine nachhaltige Nutzung von Holz sind zu verbessern, möglicherweise mit einer verstärkten Unterstützung durch die öffentliche Hand.

PROJEKTE DES NFP 66

DAS NFP 66 IN KÜRZE

Die Nationalen Forschungsprogramme (NFP) leisten wissenschaftlich fundierte Beiträge zur Lösung dringender Probleme von nationaler Bedeutung. Sie erfolgen im Auftrag des Bundesrates und werden vom Schweizerischen Nationalfonds durchgeführt. Die NFP sind in der Abteilung IV «Programme» angesiedelt (www.snf.ch).

Nationales Forschungsprogramm «Ressource Holz»

Im Dialog mit der Wirtschaft und den Behörden liess das Nationale Forschungsprogramm «Ressource Holz» (NFP 66) wissenschaftliche Grundlagen und Lösungsansätze erarbeiten, um die Verfügbarkeit und Nutzung von Holz in der Schweiz zu optimieren. Das mit der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) koordinierte Programm hatte einen Finanzrahmen von 18 Millionen Schweizer Franken, die Forschung dauerte von 2012 bis Ende 2016. Beteiligt waren 30 Forschungsteams aus der Schweiz.

Die **30 Forschungsprojekte** des NFP 66 widerspiegeln das breite Spektrum neuer Ansätze der Holznutzung und zeigen Lösungswege für eine bessere Ressourcenverfügbarkeit und ein nachhaltiges Management des Stoffkreislaufs. Ende 2013 definierte die Leitungsgruppe vier thematische Dialogfelder. Diese decken die wesentlichen Bereiche der Wald-Holz-Wertschöpfungskette ab und wurden im Austausch mit Wirtschaft, Verbänden und Behörden im Rahmen der Dialogplattformen weiterentwickelt. Die Ergebnisse aus Forschung und Dialog münden in die vier vorliegenden Teilsynthesen.

Weitere Informationen: www.nfp66.ch



Dialogfeld und Synthese 1: Weiterentwicklungen im Holzbau

Neuartige, zuverlässige Tragwerke aus Buchenholz

Frangi Andrea, ETH Zürich

Buchenholz wird bisher vor allem als Energieholz genutzt. Das Projekt hatte zum Ziel, neuartige, hochwertige und zuverlässige Tragwerke aus Buchenholz zu entwickeln, für die Praxis nutzbar zu machen und so der Vision eines Baustoffs näherzukommen, der stark und zuverlässig wie Stahl und nachhaltig wie Holz ist. Solche Tragwerke können energieintensive Baumaterialien ersetzen und inländische Ressourcen nutzen.

Robotergestützte Assemblierung komplexer Holztragwerke

Kohler Matthias, ETH Zürich

Roboter können komplexe Holztragwerke aus einfachen Grundelementen präzise und ressourcenschonend zusammensetzen. Das Projekt untersuchte anhand mehrerer 1:1-Prototypen, wie sich digitale Entwurfs- und Fabrikationsprozesse auf den konstruktiven Holzbau der Zukunft auswirken. Damit leistet das Projekt einen Beitrag, den Einsatz solcher Holztragwerke kostengünstiger und damit attraktiver zu gestalten.

Akustisch optimierte Deckenkonstruktion aus Hartholz

Krajči Lubos, Soundtherm GmbH

Der Schallschutz ist im Holzbau häufig ein Problem. Das Projekt entwickelte eine neue Holzde-

ckenkonstruktion mit verbesserten Schallschutzeigenschaften im Tieftonbereich. Das Produkt ist für mehrgeschossige Wohn- und Bürobauten vorgesehen und kann eine Alternative zu den konventionellen, massiven Deckenkonstruktionen sein.

Kleberverbindungen in Tragwerkelementen aus Laubholz

Niemz Peter, ETH Zürich

Um Laubholz im konstruktiven Holzbau stärker einzusetzen, sind zuverlässige Kleberverbindungen unerlässlich. Das Projekt untersuchte die besonders herausfordernde Anwendung bei Laubholz, wo höhere Eigenspannungen als bei Fichte entstehen. Damit kann Laubholz in Zukunft bei Tragwerkelementen zur interessanten Alternative für Nadelholz werden.

Erdbebengerechtes Holztragwerk für mehrgeschossige Bauwerke

Steiger René, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)

Die Gefährdung von Bauwerken durch Erdbeben ist in der Schweiz in den letzten Jahren stärker in den Fokus geraten; auch der Holzbau muss sich dieser neuen Sensibilität stellen. Das Projekt untersuchte das Verhalten von Verbindungen und Wandelementen sowie eines Gebäudes bei Horizontalkräften, wie sie bei Erdbeben oder starkem Wind auftreten. Auf Basis der Resultate können Empfehlungen für ein optimiertes Holztragwerk für mehrgeschossige Holzbauten und für geeignete Bemessungsmethoden gegeben werden.

Bemessung geklebter Verbindungen im Holzbau

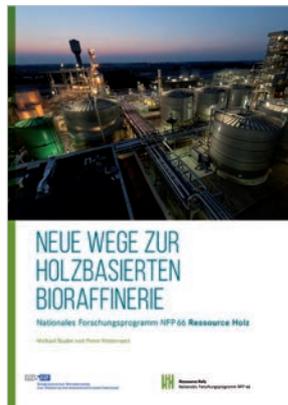
Vasilopoulos Anastasios, EPF Lausanne

Geklebte Holz-Holz-Verbindungen machen eine grössere Formenvielfalt möglich und können so die Wettbewerbsfähigkeit des Holzbaus erhöhen. Im Rahmen des Projekts entwickelte man neue solche Anschlüsse, erarbeitete grundlegende Daten und ein Bemessungskonzept. Mit diesen Erkenntnissen ist ein vertieftes Verständnis des Tragverhaltens von Holz möglich.

Holz und Holz-Leichtbeton als Baustoffe der Zukunft?

Zwicky Daia, Hochschule für Technik und Architektur

Neben reinem Holz sind auch Hybridmaterialien denkbar, welche die Stärken der verschiedenen Baustoffe kombinieren. Ziel des Projekts war die Entwicklung neuer Grundlagen für tragende Bauteile, die aus Holz und Holz-Leichtbeton bestehen. Neben der erforderlichen statischen Tragfähigkeit bieten diese neuartigen Bauelemente auch wirtschaftliche, ökologische und bauphysikalische Vorteile.



Dialogfeld und Synthese 2: Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie

Heissgasreinigung macht die Umwandlung von Holz in Gas wirtschaftlicher

Biollaz Serge, Paul Scherrer Institut (PSI)

Heute wird Holz in der Regel direkt zur Gewinnung von Wärme und Strom verfeuert. Das Projekt untersuchte, wie Holz mittels Vergasung in ein brennbares Gas umgewandelt werden und dieses für eine höherwertige Nutzung gereinigt werden kann. Im Vergleich zur bisherigen Kaltgasreinigung kann die im Projekt untersuchte Heissgasreinigung die Wirtschaftlichkeit der Holzvergasung stark verbessern.

Aufspaltung von Lignin zur Herstellung aromatischer Verbindungen

Corvini Philippe, Fachhochschule Nordwestschweiz

Lignin bietet ein grosses Potenzial für die Herstellung wertvoller Chemikalien. Das Projekt untersuchte die Kombination von chemischen und biologischen Umwandlungsprozessen. Aufgrund der Struktureigenschaften von Holz verspricht das Verfahren mehr Erfolg als die bisher angewendeten Vorgehensweisen.

Simultane Umwandlung von Holz in chemische Grundprodukte

Dyson Paul, EPF Lausanne

Holzbiomasse kann in vielen Bereichen Erdöl ersetzen. Das Projekt untersuchte, wie dies durch die Entwicklung hocheffizienter Nanokatalysatoren sowie durch den Einsatz multifunktionaler Katalysesysteme möglich ist. Damit ist die Grundlage geschaffen, um Holz in wertvolle chemische Produkte umzuwandeln.

Wood2Chem: Eine Informatikplattform für die Entwicklung der Bioraffinerie

Maréchal François, EPF Lausanne

Für das Design einer Bioraffinerie existieren heute zahlreiche Konzepte. Die im Rahmen dieses Pro-

jekts entwickelte Informatikplattform ermöglicht die Konzeption innovativer Verfahren für die Verwertung des Rohstoffs Holz in einem ganzheitlichen und integrierten Ansatz. Damit wird es möglich, je nach Ausgangsmaterial und gewünschten Produkten eine technisch, ökologisch und wirtschaftlich optimale Anlage zu planen.

Herstellung von hochreinem Wasserstoff aus Holz

Müller Christoph, ETH Zürich

Mit einem neuartigen Prozess soll hochreiner Wasserstoff aus Holz gewonnen werden. Der Prozess basiert auf den Redoxreaktionen von Eisenoxid. Dieses Verfahren trägt dazu bei, die Abhängigkeit des Verkehrs- und Elektrizitätssektors von fossilen Energieträgern zu verringern.

Optimierte Rostfeuerungen für Holzbrennstoffe

Nussbaumer Thomas, Hochschule Luzern

Holz fällt häufig in einer heterogenen Stückgrösse und in schlechter Qualität an. Das Projekt untersuchte zusammen mit einem Industriepartner die Möglichkeiten zur Optimierung von Rostfeuerungen für Holzbrennstoffe. Damit wird es möglich, auch schlechte Holzsortimente mit einem hohen Wirkungsgrad und tiefen Stickoxidemissionen zu verbrennen.

Kombinierte Herstellung von Treibstoffen und Chemikalien aus Holz

Rudolf von Rohr Philipp, ETH Zürich

Ein zentraler Schritt, um Holz in einer Bioraffinerie zu verwerten, ist die Vorbehandlung. Im Mittelpunkt des Projekts steht ein neuartiger Ansatz, um Holz mit einer Kombination von Heisswasseraufschluss und dem Einsatz sogenannter Radikalfänger vorzubehandeln. Der Verfahrensschritt trägt dazu bei, dass Holz attraktiver für die Produktion von Treibstoffen und Chemikalien wird.

Prozessoptimierung für synthetisches Erdgas aus Holz

Schildhauer Tilman, Paul Scherrer Institut (PSI)

Bisher war die Methanisierung von Holz noch wenig entwickelt. Das Projekt untersuchte nun die katalytische Wirbelschicht-Methanisierung. Die so gewonnenen Erkenntnisse helfen, den Betrieb und das Design einer kommerziellen Anlage zu optimieren.

Entwicklung künstlicher Proteine für eine bessere chemische Nutzung von Holz

Seebeck Florian, Universität Basel

Das Potenzial von Holz als Grundmaterial für chemische Synthesen wird bisher nicht ausgeschöpft.

Das Projekt entwickelte deshalb geeignete biokatalytische Methoden zur Modifikation von Lignocellulose. Dieser Verfahrensschritt erschliesst neue Wege zur Nutzung der Biomasse Holz.

Ethanol als Benzinersatz: Wie Treibstoff effizient aus Holz gewonnen werden kann

Studer Michael, Berner Fachhochschule

Bioethanol aus Holz könnte eine Alternative zu fossilen Treibstoffen sein, denn es emittiert bei der Verbrennung nur geringe Mengen des klimaschädlichen CO₂. Das Projekt fokussierte auf die Verbesserung des Verfahrens. Der Verfahrensschritt trägt dazu bei, diesen Ersatztreibstoff industriell und wirtschaftlich herzustellen.

Freie Radikale im Lignin als Schlüssel zur Herstellung «grüner» Chemikalien

Vogel Frédéric, Paul Scherrer Institut (PSI)

Freie Radikale im Lignin stellen vermutlich den Schlüssel zu seiner chemischen Zerlegung in wertvolle Chemikalien dar. Das Projekt prüfte, wie Art und Anzahl dieser Radikale beeinflusst werden können. Dies kann zu neuen Verfahren für die Herstellung von «grünen» Chemikalien führen.



Dialogfeld und Synthese 3: Innovative holzbasierte Materialien

Holz und Holzwerkstoffe mit verbesserten Eigenschaftsprofilen für den Holzbau

Burgert Ingo, ETH Zürich

Holz ist ein exzellenter Werkstoff, seine vielseitige Verwendung wird aber teilweise durch nachteilige Eigenschaften eingeschränkt. Das Projekt hatte zum Ziel, Holz und Holzwerkstoffen durch die Veränderung von Zellwänden und Faseroberflächen mittels Polymerchemie und nanotechnologischer Verfahren zu verbessern. Von einer solchen Entwicklung profitiert der Holzbau.

Nanotechnologie im Dienste der Holzkonservierung

Fink-Petri Alke Susanne, Universität Freiburg

Die Nanotechnologie hat ein grosses Potenzial für den Holzschutz. Um die Möglichkeiten abzuschätzen, untersucht das Projekt systematisch, wie klar definierte, ultrakleine Partikel auf Holz einwirken, und klärt gleichzeitig mögliche gesundheitliche Fragen. Die Erkenntnisse dienen dazu, die Nanotechnologie in Zukunft verstärkt für den Holzschutz einzusetzen.

Behandlung von Holzoberflächen mithilfe von Photoinitiatoren

Grützmaier Hansjörg, ETH Zürich

Die Alterung von Holzoberflächen ist zentral für den Entscheid für oder gegen Holz. Das Projekt modifiziert die Oberflächen von Massivholz oder Holzpartikeln so, dass neue Verbundwerkstoffe entstehen. Die Oberflächenmodifikation mittels neuer Photoinitiatoren führt zu einem breiteren Einsatz von Holz am Bau.

Extraktion von Tanninen aus Rinden heimischer Nadelhölzer

Pichelin Frédéric, Berner Fachhochschule

Tannine können als Komponenten von Klebstoffen bei der Herstellung von formaldehydfreien Holzwerkstoffen eingesetzt werden. Das Projekt untersuchte, ob Tannine aus Rinden heimischer Nadelhölzer gewinnbringend genutzt werden können. Die Ergebnisse führen dazu, dass die gefragten Komponenten in Zukunft mindestens teilweise im Inland hergestellt werden können.

Ultraleichte biobasierte Holzwerkstoffplatte mit Schaumkern

Thoemen Heiko, Berner Fachhochschule

Moderne Möbelplatten sind strukturoptimierte Werkstoffe in Bezug auf ihre mechanischen Eigenschaften und auf ihr Gewicht. Das Projekt entwickelte eine biobasierte Sandwichplatte mit Spandecklagen und einem Schaumkern. Mit diesen leichteren Produkten wird die Verwendung holzbasierter Baustoffe attraktiver.

UV-Selbstschutz von Holzoberflächen durch Cellulosefasern

Volkmer Thomas, Berner Fachhochschule

Holzoberflächen werden unter Einwirkung von Sonnenlicht und Niederschlag rau und verfärben sich. Dieses Projekt untersuchte Methoden, wie Holz gegen UV-Strahlung widerstandsfähiger gemacht werden kann. Wird das Verwittern von Holz verhindert oder zumindest hinausgezögert, wird sein Einsatz im Aussenbereich gegenüber anderen Werkstoffen wettbewerbsfähiger.

Neue Verarbeitungsmethoden für Cellulose-Nanokomposite

Weder Christoph, Universität Freiburg

Hochfeste Cellulose-Nanofasern weisen attraktive mechanische Eigenschaften wie hohe Steifigkeit und Zugfestigkeit auf. Das Projekt entwickelte neue, skalierbare Produktionsverfahren für Cellulose-Nanokomposite. Das ist die Voraussetzung, damit solche Cellulose-Nanofasern auch industriell hergestellt werden können.

Nanofibrillierte Cellulose (NFC) in Holzbeschichtungen

Zimmermann Tanja, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)

Holz ist ein beliebtes Baumaterial für den Aussenbereich. Das Projekt untersuchte nanofibrillierte Cellulose als neues Additiv für holzschützende Beschichtungen. Dort kann sie als multifunktionale Komponente eine wichtige Rolle zum Schutz vor Witterungseinflüssen und Mikroorganismen übernehmen.



Dialogfeld und Synthese 4: Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung

MOBSTRAT: Strategien zur Holzmobilisierung aus Schweizer Wäldern

Brang Peter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)

Wie, zu welchen Kosten und mit welchen Folgen lässt sich mehr Schweizer Holz nutzen? Das interdisziplinäre Projekt mit Forschenden der Natur- und Sozialwissenschaften sowie Vertreterinnen und Vertretern aus der Waldbranche ging dieser Frage nach. Die Erkenntnisse zeigen Optionen zur stärkeren Nutzung von Holz auf.

Ökologische Nutzung der Holzressourcen in der Schweiz

Hellweg Stefanie, ETH Zürich

Vom Baum über die Schreinerei bis zur Nutzung als Möbel und als Brennmaterial: Holz hat häufig einen langen Lebensweg. Das Projekt untersuchte diesen Prozess mit dem Ziel, die Ressource Holz optimal zu nutzen. Die Erkenntnisse dienen als Grundlage für Entscheidungen in Politik, Industrie und Forstwirtschaft.

Ökonomische Analyse Schweizer Holzmärkte

Olschewski Roland, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)

Die Schweizer Holzproduktion könnte wirtschaftlich effizienter werden. Das Projekt untersuchte den Schweizer Holzmarkt anhand von Fallbeispielen und erklärte diese auf der Basis wirtschaftswissenschaftlicher Theorien. Daraus entstand ein agentenbasiertes Modell, um verschiedene Holzmarktszenarien zu analysieren und Möglichkeiten aufzuzeigen, wie die Marktverfügbarkeit von Holz verbessert werden kann.

Den Holzmarkt verstehen: zwischen Versorgung und Multifunktionalität

Zarin-Nejadan Milad, Universität Neuenburg

Der Schweizer Holzmarkt ist äusserst kleinteilig organisiert. Das Projekt untersucht die Faktoren, welche die Funktionsweise und die Performance des Holzmarkts beeinflussen. Die entwickelten Instrumente können dazu dienen, die Funktionen des Waldes besser zu berücksichtigen.

IMPRESSUM

Redaktion:

Pieter Poldervaart, Pressebüro Kohlenberg, Basel
in Zusammenarbeit mit der Leitungsgruppe NFP 66

Empfohlene Zitierweise:

Leitungsgruppe NFP 66 (2017): Programmresümee des Nationalen Forschungsprogramms NFP 66 «Ressource Holz», Schweizerischer Nationalfonds, Bern.

Erarbeitet und publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 66 «Ressource Holz».

Layout und Grafik:

cR Kommunikation, Zürich;
Alber Visuelle Kommunikation, Zürich

Übersetzung: Trad8, Delémont

Bilder:

Urs-P. Twellmann, Münsingen/Lignum (Titelbild);
Marco Finsterwald Fotografie

Für die erwähnten Forschungsergebnisse sind die jeweiligen Forschungsteams verantwortlich, für die Teilsynthesen und deren Empfehlungen die Autorentteams, für das Programmresümee die Leitungsgruppe, deren Auffassung nicht notwendigerweise mit derjenigen des Schweizerischen Nationalfonds übereinstimmen muss.



Ressource Holz
Nationales Forschungsprogramm NFP 66



SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

Leitungsgruppe:

Dr. Martin Riediker (Präsident); Prof. Charlotte Bengtsson, Skogforsk (the Forestry Research Institute of Sweden), Uppsala, Schweden; Prof. Alain Dufresne, École d'ingénieurs en sciences du papier, de la communication imprimée et des biomatériaux, PAGORA, Institut Polytechnique de Grenoble, Frankreich; Prof. Birgit Kamm, Forschungsinstitut Bioaktive Polymersysteme, Teltow, Deutschland; Prof. Jakob Rhyner, Universität der Vereinten Nationen (UNU), Bonn, Deutschland; Prof. Liselotte Schebek, Institut IWAR, Technische Universität Darmstadt, Deutschland; Prof. Alfred Teischinger, Institut für Holzforschung, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Österreich; Prof. Philippe Thalman, Lehrstuhl für Städte- und Umweltökonomie, EPF Lausanne.

Delegierte der Abteilung IV des Nationalen Forschungsrats:

Prof. Nina Buchmann, ETHZ (bis Ende 2015);
Prof. Claudia Binder, EPF Lausanne (ab 2016)

Bundesvertreter:

Rolf Manser, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

Programmkoordinatorin:

Dr. Barbara Flückiger Schwarzenbach, Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Bern

Leiter Wissens- und Technologietransfer:

Thomas Bernhard, IC Infraconsult, Bern; Dr. Krisztina Beer-Toth, IC Infraconsult, Bern (Mai 2015 bis Februar 2017)

Holz hat das Potenzial, für die Schweiz das Erdöl des 21. Jahrhunderts zu werden. Das NFP 66 Ressource Holz hat gezeigt, dass die bisherigen Anwendungen von Holz im Bau und bei der Bereitstellung von Energie weiterentwickelt und ausgebaut werden können. Darüber hinaus kann Holz als Werkstoff für innovative Produkte in weiteren Branchen eingesetzt werden. Insbesondere lässt sich Holz als Rohstoff für Bioraffinerien nutzen, um chemische Stoffe zu erzeugen, die bisher auf Erdöl basierten. Dank dieser vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten kann Holz zum Innovationstreiber werden und der Schweizer Wirtschaft mit ihrem hoch entwickelten Know-how in den Bereichen Chemie, Werkstoffe, Bauwesen und Anlagenbau neue Impulse geben.