



HOLZBESCHAFFUNG UND NACHHALTIGE HOLZNUTZUNG

Nationales Forschungsprogramm NFP 66 **Ressource Holz**

Lucienne Rey und Philippe Thalmann



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 Die Forschung im Spannungsfeld der Wald- und Holzpolitik
- 13 Warum wird Holz nicht stärker genutzt?
- 21 Was braucht es, damit Wald und Holz stärker genutzt werden?
- 26 Offene Fragen und Wissenslücken?
- 28 Empfehlungen
- 29 Literaturangaben
- 32 Das NFP 66 in Kürze

EDITORIAL



Manch ein Forstarbeiter kann ein Lied davon singen, wie heftig Spazierende oder Sporttreibende zuweilen reagieren, wenn sie in unseren Wäldern auf Absperrungen, Motorsägenlärm oder gar einen Harvester stossen. Der Holzschlag draussen steht bekanntlich nicht in bestem Ruf. Obschon dann drinnen viele ihre Eichenparkett, die Hüsler-Betten und die Wärme aus der Schnitzelfeuerung oder dem Kamin sehr mögen. Dieses Paradox ist nicht länger haltbar. In einer nachhaltigen Ressourcenwirtschaft für unsere Breitengrade sollte Holz schon längst eine wichtigere Rolle spielen, als es der nachwachsende Rohstoff heute tut. Die inneren Vorbehalte dem Holzschlag gegenüber gehören also abgebaut. Gerade in Zeiten steigender Holzvorräte hier und endlicher Rohstoffquellen dort.

Zum Glück bestätigt das NFP 66, dass sich bei uns die Holzgewinnung – umsichtige Erntemethoden vorausgesetzt – mit den anderen Waldfunktionen meist verträgt. Wie etwa mit der Biodiversität, dem Klimaschutz oder mit dem Wald als attraktivem Erholungsraum. Mehr «Bewirtschaftungsgeist» vonnöten ist auch bei den nicht weniger als 250 000 Waldeigentümern in unserem kleinen Land. Allzu viele, ob private oder öffentliche, bewirtschaften ihre Vorräte wenig effizient. Erträge haben etwelche gar nicht nötig, die Defizite decken nicht selten andere. Der Fall scheint klar: Der Schweizer Wald braucht erheblich grössere Bewirtschaftungseinheiten und professionell aufgestellte Forstbetriebe, um Anbau, Ernte und Vermarktung künftig profitabler zu gestalten. Stetes Klagen über tiefe Holzpreise, zu viel Ökoauflagen oder karge Subventionen bringen Wald und Holz wenig. Mehr Staatsstützen für besondere Waldleistungen sind hier und dort zwar denkbar. Sie tragen jedoch die Gefahr ungewollter Strukturerehaltung oder blosser Mitnahmeeffekte in sich. Das wirksamste Mittel für eine bessere Holzmobilisierung ist nachgelagert eine starke und diversifizierte Verarbeitungsindustrie, so der Tenor aus den vielen NFP 66-Diskussionen.

Was braucht es dazu? Antwort: Vieles. Sägereien, die sich zu umfassenden Grundstoff-erzeugern wandeln. Dazu ein fortschreitender Holzbau und neue holzbasierte Bau- und Kunststoffe für allerlei Anwendungen. Aber auch erste Bioraffinerien, die hölzerne Biomasse zu Chemikalien, Treibstoffen oder anderem veredeln. Dies alles in der Absicht, gerade für das viele Laubholz in unseren Wäldern die nötigen Technologien für eine nachhaltige stoffliche Verwertung zu schaffen, anstatt es vorschnell zu verbrennen. Was wünsche ich mir noch? Genau: Unternehmen, Verbände und Behörden, die ihre zu engen Stammplätze verlassen und diese ganzheitliche Sicht auf die Ressource Holz durchsetzen helfen.

Das NFP 66 zeigt vielfältige Wege in die besagte Richtung auf. Gehen wir sie! Allen, die an den Forschungsarbeiten, den vielen Dialogveranstaltungen und zum Schluss an diesem Synthesebericht persönlich mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Dr. Martin Riediker

Präsident Leitungsgruppe NFP 66 Ressource Holz

DIE FORSCHUNG IM SPANNUNGSFELD DER WALD- UND HOLZPOLITIK

Der Schweizer Wald ist ebenso vielfältig wie die Schweiz als solche. Entsprechend ist eine undifferenzierte Betrachtung wenig sinnvoll: Es gilt, die Nutzungsziele und Bewirtschaftungsprinzipien optimal auf die einzelnen Wälder abzustimmen – nicht zuletzt, um damit auch allfällige Konflikte zwischen den verschiedenen Funktionen des Waldes zu entschärfen.

Der Wald ist ein prägendes Element der hiesigen Landschaft, und Holz hat als Baumaterial und Energieträger in der Schweiz eine lange Tradition. In seiner Waldpolitik 2020 legt der Bund fünf Hauptziele fest, die einen nachhaltigen Umgang mit dem Wald gewährleisten sollen (siehe «Die Multifunktionalität des Waldes» S. 10). An erster Stelle steht dabei der Grundsatz, das Potenzial des nachhaltig nutzbaren Holzes sei auszuschöpfen. Ausserdem soll der Wald zur Minderung der Klimaerwärmung beitragen. Auch sollen seine Schutzleistung gesichert, die Biodiversität erhalten bzw. gezielt verbessert, sein Beitrag zur Erholung der Bevölkerung gewährleistet und schliesslich die Waldfläche erhalten bleiben.

Der vorliegende Synthesebericht setzt die Ergebnisse der Forschungsprojekte aus dem NFP 66 und des Dialogfelds «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung» in Beziehung zur wald- und holzpolitischen Zielsetzung des Bundes. Mehrere Projekte aus diesem Dialogfeld tragen dazu bei, diese Ziele präziser zu formulieren und gegeneinander abzuwägen; einige der Untersuchungen geben auch Aufschluss darüber, ob bzw. wie gut sie bereits erreicht wurden bzw. warum nicht. Die Synthese ermöglicht damit einen Überblick über das System «Waldwirtschaft und Holznutzung» und die Herausforderungen, die sich ihm stellen.

In ihrem Aufbau orientiert sich die hier vorliegende Synthese an den politischen Zielsetzungen zur Waldbewirtschaftung und Holznutzung und am Dialog mit verschiedenen Interessengruppen. Sie bezieht zudem Ergebnisse aus anderen Forschungsarbeiten sowie Erkenntnisse ein, die in fünf Plattformanlässen gewonnen wurden, in deren Rahmen von 2014 bis 2016 die Forschenden mit Vertretern aus der Wald- und Holzwirtschaft und der Verwaltung ins Gespräch kamen. Wer eine nach Forschungsprojekten strukturierte Übersicht über deren Ansätze und Ergebnisse wünscht, findet sie in den wissenschaftlichen Projektberichten.

Der Schweizer Wald und die gegenwärtige Nutzung von Holz

Rund 31 Prozent der Schweizer Landesfläche sind bewaldet. Gemäss dem Schweizerischen Landesforstinventar (LFI) betrug der Holzvorrat aller lebenden Bäume im Jahr 2013 419 Mio. m³ (BAFU 2016). Zwischen 2006 und 2014 hat er um rund 6 Mio. m³ oder um 1,5 Prozent zugenommen. Um eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes sicherzustellen, sollten sich Zuwachs und Ernte von Holz langfristig die Waage halten. Vorübergehende Abweichungen vom Gleichgewichtszustand sind aber die Regel; so könnte nach über 140 Jahren der Unternutzung vieler Schweizer Wälder durchaus

einige Jahrzehnte lang mehr Holz daraus entnommen werden als nachwächst (Projekt MOBSTRAT).

Projekt «MOBSTRAT: Strategien zur Holzmobilisierung aus Schweizer Wäldern»

Projektverantwortliche: **Peter Brang**, Edgar Kaufmann, Roman Rudel, Esther Thürig

MOBSTRAT zielte darauf ab, Hindernisse und Möglichkeiten für eine Nutzungssteigerung des Holzvorrats im Schweizer Wald aufzuzeigen. Dazu wurde das Waldentwicklungsmodell Massimo3 weiterentwickelt und Szenarien zur waldbaulichen Umsetzung einer erhöhten Nutzung modelliert. Damit konnten deren langfristige Folgen für die Nutzungsmengen, den zukünftigen Zuwachs sowie für Ökosystemleistungen in drei Fallstudien abgeschätzt werden. In einer Fallstudie im Tessin wurden die Managementszenarien mit Experten und Stakeholdern in einer partizipativen multikriteriellen Analyse bewertet.

Dank der Nutzung von Holz werden in der Schweiz pro Jahr gegenwärtig 2,2 Millionen Tonnen CO₂ eingespart. Dies, weil sonst statt des Holzes energieintensivere Materialien – etwa Stahl oder Beton – und Brennstoffe (z.B. Erdöl oder Kohle) eingesetzt würden (Suter et al. 2016). Hinzu kommen noch etwa 2,5 Millionen Tonnen CO₂, die im Durchschnitt der letzten zehn Jahre in wachsenden Bäumen und in Holzprodukten gespeichert wurden (BAFU 2016). Von den 2014 geernteten 4,9 Mio. m³ fester Holzsubstanz wurden 37 Prozent als Energieholz genutzt und weitere 11 Prozent als Industrieholz, das hauptsächlich für die Herstellung von Papier und Platten Verwendung fand; mit 52 Prozent der grösste Teil wurde im Bausektor und für die Herstellung von Möbeln und Verpackungsmaterialien eingesetzt (BAFU 2016).

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, nämlich um bis zu 0,9 Millionen Tonnen CO₂, erhöhen. Der Begriff der Nachhaltigkeit stammt aus der Forstwirtschaft (Grober 2010). Er besagt, dass dem Wald nur so viel Holz entnommen werden darf wie nachwächst. Das Waldgesetz formuliert den Bewirtschaftungsgrundsatz wie folgt: «Der Wald ist so zu bewirtschaften, dass er seine Funktionen dauernd und uneingeschränkt erfüllen kann (Nachhaltigkeit)» (Art. 20 WaG). Damit ist klar, dass der Wald und seine Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktionen erhalten bleiben müssen. Eine unverhältnismässige Erhöhung der Holznutzung würde diese Funktionen beeinträchtigen. Es bedarf stets

einer Güterabwägung – denn dass der Wald überall nach den gleichen Kriterien bewirtschaftet wird, ist keine sinnvolle Zielsetzung. Auch gibt es ausser beim Schutzwald keine Bewirtschaftungspflicht. Es gilt also zunächst, die Frage zu beantworten, wieso es aus integraler Sicht sinnvoll ist, mehr Holz zu nutzen. Das NFP 66 sollte somit den Mehrwert und die erfolgversprechenden Wege einer verstärkten Holznutzung aufzeigen.

Potenzial der nachhaltigen Holzgewinnung

Zwischen 2007 und 2013 betrug der jährliche Holzzuwachs 10,1 Mio. m³, davon wurden jährlich 7,2 Mio. m³ genutzt. Die wald- und holzpolitische Zielsetzung des Bundes liegt bei 8,2 Mio. m³/Jahr (Waldpolitik 2020, Ressourcenpolitik Holz, BAFU)¹. Die letzte Studie zum Holznutzungspotenzial des Schweizer Waldes wurde 2015/2016 durchgeführt. Sie zeigt auf, dass das biologische Potenzial gleich bleibt, dass aber unter den aktuellen ökonomischen Rahmenbedingungen eine Ausschöpfung des nachhaltig nutzbaren Potenzials schwieriger geworden ist (Taverna et al. 2016). Das Erntepotenzial bleibt über 8 Mio. m³ Holz pro Jahr, unter der Annahme, dass eine steigende Nachfrage für Nadel-, Energie- und Industrieholz (welches künftig auch für chemische Zwecke genutzt werden könnte) die zunehmenden Erntekosten deckt (Stadelmann et al. 2016). Die Holznutzungspotenziale wurden mit dem Waldentwicklungsmodell Massimo3 der WSL berechnet. Mit diesem Modell wurden die Schätzungen für die Kantone Aargau und Graubünden verfeinert (Temperli et al. 2017a und 2017b). Es zeigte sich, dass in vielen Bergwäldern die heutigen Erntemengen über mehrere Jahrzehnte verdoppelt werden könnten. Im Mittelland geht jedoch eine Steigerung der Erntemenge mit einer Verringerung des künftigen Zuwachses einher und steht mit Biodiversitätszielen in Konflikt.

Fazit 1

In den Schweizer Bergwäldern gibt es einen beträchtlichen und wachsenden Holzvorrat, der einer Nutzung zugeführt werden könnte. Die wirtschaftliche Holzbereitstellung stellt in diesen Gebieten allerdings eine Herausforderung dar.

¹ Alle Zahlen von der Webpage des BAFU: <http://www.bafu.admin.ch/umwelt/indikatoren/08606/11406/index.html>.

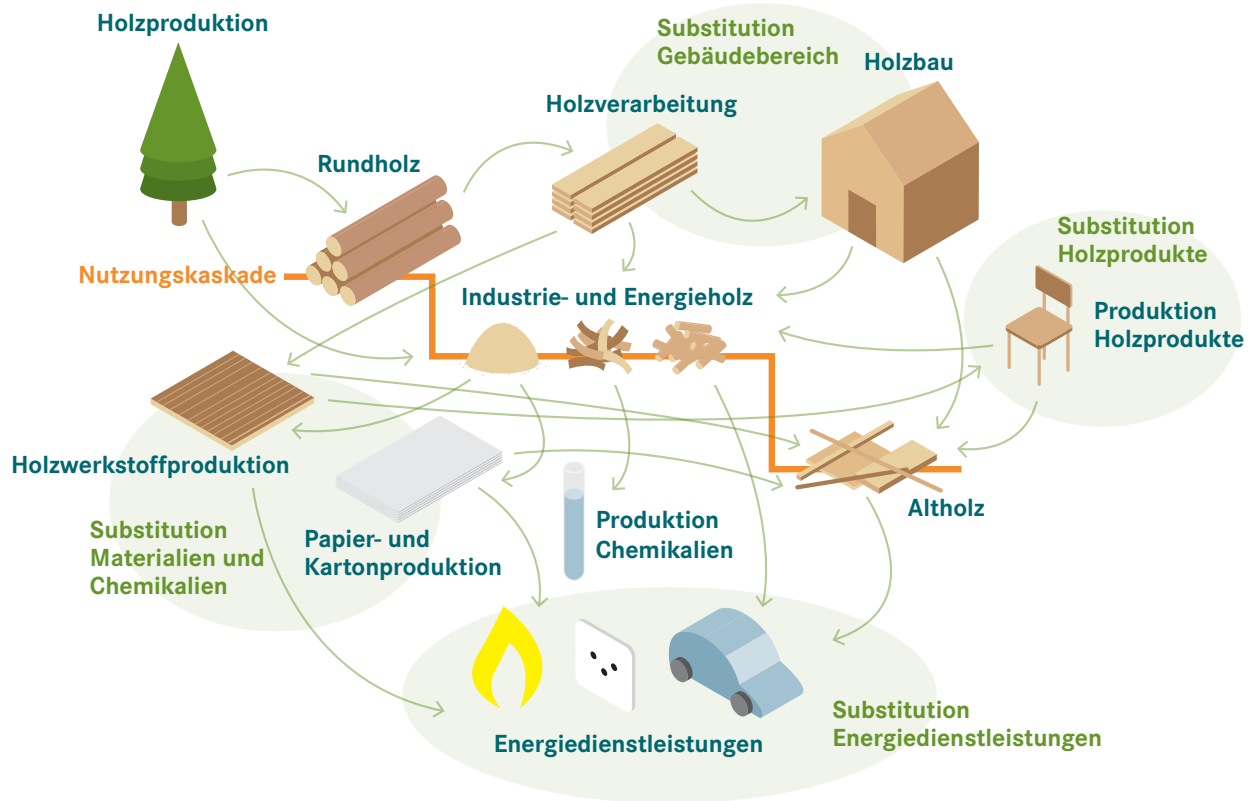


Abb. 1 Verschiedene Verwendungsmöglichkeiten von Holz (Quelle: Steubing et al. 2015)

Verschiedene Verwendungsmöglichkeiten von Holz

Holz ist ein vielseitig verwendbarer Rohstoff (Steubing et al. 2015). So vermag er andere Rohstoffe zu ersetzen und damit den ökologischen Fussabdruck der Produktion und des Konsums zu senken.

Ersatz energieintensiver Materialien

Verschiedene Studien unterstreichen das ökologische Potenzial von Holz als (Bau-)Material. Insbesondere, wenn Holz energieintensive Materialien wie Metalle, Plastik oder Beton im Bau, bei Möbeln und in der Verpackung ersetzt, trägt dies zur Reduktion des klimatischen Fussabdrucks bei (Suter 2016). Im Vergleich zu Massivbauten aus Beton oder Backstein stossen Gebäude aus Holz über den ganzen Lebenszyklus gesehen nur etwa halb so viel CO₂ aus. Dieser Vorteil wird auch dadurch nicht aufgehoben, dass Holzbauten über das ganze Jahr gesehen durchschnittlich 2 bis 5 Prozent mehr Heizenergie benötigen als Massivhäuser und auch eher gekühlt werden müssen (Heeren et al.

2015). Für die Verwendung von Holz als Baumaterial spricht auch sein geringes Gewicht: So eröffnet Holz die Möglichkeit, bei der Erneuerung des Gebäudebestandes die alten Fundamente zu verwenden, was den CO₂-Ausstoss beim Bauen zusätzlich senkt (Lars Tellnes, LCA-Forum, 04.12.2015). Auch bei der Verdichtung bestehender Siedlungen durch An- und Aufbau ist Holz deshalb ein vorteilhaftes und zunehmend beliebtes Baumaterial – wie insbesondere der Synthesebericht S1 «Weiterentwicklungen im Holzbau» ausführt. Im Synthesebericht S3 «Innovative holzbasierte Materialien» werden die Forschungsarbeiten vorgestellt, die für den Holzbau wichtige Eigenschaften des Holzes verbessern (Dauerhaftigkeit, Brandschutz, Schutz vor UV-Strahlung und Wetterechtheit). Vorteilhaft an der Nutzung von Holz ist zudem, dass es mehrfach verwendet werden kann (siehe Kapitel Kaskadennutzung, S. 19).

Fazit 2

Die ökologischen und technischen Vorteile von Holz als Rohstoff und Baumaterial wurden wissenschaftlich belegt.

Holz als Energieträger

Wird Holz anstelle energieintensiverer Materialien verwendet, können erhebliche CO₂-Einsparungen erzielt werden. Im Schweizer Kontext fallen die höchsten Einsparungen beim Einsatz von Holz als Energieträger an (Suter 2016). Im Jahr 2015 wurden in der Schweiz 4,15 Mio. m³ Holz energetisch genutzt (ohne Kehrichtverbrennungsanlagen), was einem Endenergieumsatz von gut 11000 GWh entspricht; davon waren rund 2,4 Mio. m³ Waldholz (BFE 2016). Das langfristige technische Potenzial an Schweizer Waldenergieholz (Derbholz und Reisig mit Rinde und Blättern) wurde je nach Nutzungsszenario auf 3,1 bis 5,1 Mio. m³ geschätzt (Thees et al. 2013). Ein Durchschnitt von 4 Mio. m³ bedeutet 10000 GWh Energie, die ohne zusätzliche Energieholzplantagen und ohne Vorratsabbau zur Verfügung stehen, und 2,2 Millionen Tonnen CO₂, die eingespart werden können.² Besonders in den Alpen und auf der Alpensüdseite wäre es möglich, mehr Energieholz kostendeckend zu nutzen; dabei könnte idealerweise das Holz vor Ort verwendet werden, um lange Transportwege zu vermeiden. Dank seiner guten Speichereigenschaften könnte dieses Holz sowohl in der Grundlastversorgung von Wärme und Strom als auch als Ausgleich für die derzeit kaum speicherbaren erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Die durch die energetische Holzverwertung erzeugten Feinstaubemissionen können durch geeignete Massnahmen wie bspw. moderne, korrekt betriebene Holzheizungen mit Qualitätssiegel reduziert werden (Nussbaumer 2013).

Die Ziele der Energiestrategie 2050 sind jedenfalls nur zu erreichen, wenn sämtliche erneuerbaren Energiequellen – also auch das Waldholz – ausgeschöpft werden. Bereits heute macht Holz im Endenergieverbrauch der Schweiz 11 Prozent der Brennstoffe zur Wärmeerzeugung aus (Jahrbuch Wald und Holz 2016, G14.1) Eine grössere vollautomatische Holz-Wärme-Kraft-Kopplungsanlage erzielt aus Sicht von Umwelt, Wirtschaftlichkeit und Effizienz die vergleichsweise beste Gesamtbilanz (Steubing 2013). Der Weg über die Umwandlung des Rohstoffs zu Gas hat ein grosses Potenzial, indes muss bei diesem Ansatz der Gesamtwirkungsgrad noch verbessert werden.

Besonders in der energetischen Verwertung des Holzes gibt es also noch grosses Verbesserungspotenzial (Biollaz 2013, Steubing 2013). Der Holzabfall sollte besser sortiert und der geeignetsten Verfeuerungstechnologie zugeführt werden. Es würde die Schweizer CO₂-Bilanz verbessern, wenn Holzabfall (Altholz) vermehrt im Land energetisch genutzt statt exportiert würde, was heute mit mehr

als der Hälfte der Holzabfälle geschieht. Eine vorangehende stoffliche Verwertung ist allerdings selbst bei Holzabfall und Energieholz vorzuziehen, weil das Holz so länger im Kreislauf bleibt (Thees et al. 2013). Ein Ziel des NFP 66 war es gerade, Wege zu einer vermehrten und verbesserten stofflichen Verwertung von Holz, und zwar auch von Holzabfall, zu entwickeln (siehe Kapitel zur Kaskadennutzung, S. 19). So wäre es eigentlich anzustreben, für die Erzeugung von Strom und Wärme andere erneuerbare Energien wie Wasser, Wind und Sonne heranzuziehen und das Holz zur Produktion von stofflichen Produkten oder Chemikalien mit einer höheren Wertschöpfung zu verwenden (siehe Syntheseberichte S2 «Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie» und S3 «Innovative holzbasierte Materialien»).

Fazit 3

Die energetische Verwertung von Holz ist sehr wichtig und wird es bleiben. Die Umwandlungsverluste werden laufend verringert, aber nach wie vor wird nur ein Teil des Potenzials genutzt. Neue Verfeuerungstechnologien erzeugen mehr Nutzenergie bei weniger Umweltbelastung. Noch besser wäre es, wenn langfristig nur noch Reststoffe, die stofflich nicht mehr verwertet werden können, energetisch genutzt würden.

Erwartungen an den Wald

Bedeutung der Schutzfunktion des Waldes

Wälder leisten einen wirkungsvollen Beitrag zum Schutz von Siedlungen und Infrastrukturen. Im Berggebiet ist der Wald vielerorts unabdingbar, um Siedlungen, Verkehrswege und andere Anlagen vor Lawinen, Murgängen und Erdbeben zu schützen. Das Bundesgesetz über den Wald bezieht sich in mehreren Artikeln (Art. 1, 19, 20, 36, 37) ausdrücklich auf die Schutzfunktion des Waldes und hält fest, die Kantone hätten dort, «wo es die Schutzfunktion erfordert» (Art. 20), eine minimale Pflege sicherzustellen.

Die Forschung hat Methoden entwickelt, um die Schutzleistung des Waldes in Geldwert umzurechnen. So wurden mit einer Ersatzkostenrechnung die Kosten für verschiedene technische Alternativen ermittelt, um ein Quartier des Dorfes Andermatt vor Lawinen zu schützen (Olschewski 2013). Diese Untersuchung belegt, dass es möglich ist, Kosten und Nutzen der Schutzleistung von Wäldern einander gegenüberzustellen und so Entscheidungshilfen für die effiziente Bereitstellung dieser Leistungen zu geben. Unter anderem zeigte

² Bei einer energetischen Nutzung ist pro m³ Festholz mit Einsparungen von ca. 0,55 Tonnen CO₂-Äquivalenten zu rechnen.

sich, dass alle technischen Schutzeinrichtungen mehr kosten als ein vorsorglicher Unterhalt der Schutzwälder und dass die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung oft höher ist als die Kosten solcher Massnahmen.

Zudem liefert die (subventionierte) Bewirtschaftung des Schutzwaldes einen wesentlichen Teil der Holzernte in Bergregionen und dürfte es auch in Zukunft tun (Temperli et al. 2017b). Zwischen dem 3. (2004–2006) und dem 4. (2009–2013) Landesforstinventar (LFI) wurden in Graubünden pro Jahr 388 000 m³ Holz geschlagen. Davon stammten 62 Prozent aus dem Schutzwald gemäss SilvaProtect, welcher 58 Prozent der Waldfläche Graubündens ausmacht. Auf die ganze Schweiz bezogen stammte die Holzernte zwischen dem 3. und dem 4. LFI zu 28 Prozent aus dem Schutzwald (44% der Waldfläche) (Abegg et al. 2014).

Fazit 4

Die Schutzwälder liefern eine wertvolle und bewertbare Leistung. Sie sind gleichzeitig wichtige und oft unterschätzte Holzlieferanten. Zudem bieten Wälder einen effizienten Schutz vor Naturgefahren, weil ihr Unterhalt weniger kostet als die Errichtung technischer Schutzeinrichtungen.

Stellenwert des Waldes in der Bevölkerung

Dass der Schutz des Waldes der Öffentlichkeit ein grosses Anliegen ist, zeigen Untersuchungen zur entsprechenden Zahlungsbereitschaft in der Bevölkerung. So ermittelte die Studie Borzykowski et al. (2017), dass Schweizer Haushalte im Durchschnitt bereit wären, 470 bis 500 Schweizer Franken pro Jahr für die Verdoppelung der Fläche der Waldreservate zu bezahlen, wo die Nutzung im Interesse der Biodiversität eingeschränkt wird (mehr dazu im Kapitel Zahlungsbereitschaft für Waldreservate, S. 25).

Der Wald ist auch als Freizeit- und Erholungsraum beliebt. Hierzulande sucht die Bevölkerung im Durchschnitt mehr als vierzigmal im Jahr einen Wald auf (Borzykowski et al. 2014). Aus den entsprechenden Ausgaben in Geld und Zeit kann für den Erholungswert des Waldes eine Zahlungsbereitschaft geschätzt werden (Reisekostenmethode). Borzykowski et al. (2016) schätzen, dass die Zahlungsbereitschaft von Waldbesuchern ihre tatsächlichen Ausgaben um 25 bis 113 Franken pro Besuch im Wald übersteigt (Konsumentenrente). Auf das Jahr hochgerechnet bedeutet dies eine Konsumentenrente von 900 Franken (für Wälder im Jura) bis

maximal 5000 Franken (für Wälder im Mittelland) pro Person. Vergleichbare Berechnungen aufgrund der zweiten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (WaMos 2) schätzen den Erholungswert des Schweizer Waldes auf mindestens 290 bis 590 Franken pro Person und Jahr (von Grüningen et al. 2014). Als entscheidende Faktoren stellten sich dabei die Distanz zwischen Wohnort und Wald, das Vorhandensein eines Ersatzerholungsgebietes, der sozioökonomische Hintergrund der Befragten sowie die Ausstattung eines Waldes mit Infrastruktur (bspw. Wegen und Bänken) heraus.

Fazit 5

Die Bevölkerung ist bereit, relativ hohe Beträge für den Schutz von Wäldern zu bezahlen, die sie als Erholungsraum nutzen kann oder die als Naturreservate dienen.

Die Multifunktionalität des Waldes und die Waldpolitik 2020

Laut Waldgesetz soll der Wald in seiner Fläche und in seiner räumlichen Verteilung erhalten bleiben. Er soll eine naturnahe Lebensgemeinschaft bilden, die ihre Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion (Waldfunktionen) erfüllen kann. Gleichzeitig ist die Waldwirtschaft zu fördern und zu erhalten. Die Waldpolitik 2020 leitet daraus elf Ziele ab, davon die fünf Schwerpunkte:

1. Das Potenzial nachhaltig nutzbaren Holzes wird ausgeschöpft
2. Klimawandel: Der Wald und die Holzverwendung tragen zur Minderung bei und die Auswirkungen auf seine Leistungen bleiben minimal
3. Die Schutzwaldleistung ist gesichert
4. Die Biodiversität bleibt erhalten und wird gezielt verbessert
5. Die Waldfläche bleibt erhalten

Hinzu kommen sechs weitere Ziele:

6. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Waldwirtschaft wird verbessert
7. Die Waldböden, das Trinkwasser und die Vitalität der Bäume sind nicht gefährdet
8. Der Wald wird vor Schadorganismen geschützt
9. Wald und Wild stehen in einem Gleichgewicht
10. Die Freizeit- und Erholungsnutzung erfolgt schonend
11. Bildung, Forschung und Wissenstransfer sind gewährleistet



Abb. 2 Der Wald ist auch als Freizeit- und Erholungsraum sehr beliebt.

Bedeutung der Holznutzung für Biodiversität und CO₂-Speicherung

Ökologische Gründe können für eine intensive Holznutzung sprechen. Namentlich im Tessin führt die Unternutzung des Waldes dazu, dass sich die nicht bewirtschafteten Bestände landschaftlich angleichen, was sich sowohl aus ästhetischer Sicht als auch mit Blick auf die Biodiversität negativ auswirken kann (Stadelmann et al. 2015). Zudem steigt die Waldbrandgefahr. Oft steht in wenig gepflegten Wäldern zu viel Starkholz, das schwierig zu verwerten ist und die Anfälligkeit der Wälder gegenüber Störungen wie Sturmschäden und Borkenkäferbefall erhöht. Mit einer erhöhten Anfälligkeit einher geht das Risiko, dass die Leistungsfähigkeit der Wälder als Schutz vor Lawinen, Steinschlag und Murgängen abnimmt. Andererseits werden dicke und auch abgestorbene Bäume von zahlreichen Insekten und Vögeln als Nistplätze oder Futterquellen genutzt.

Auch die Funktion des Waldes als CO₂-Senke spricht nicht einfach für oder gegen eine intensivere Holznutzung. Wird diese reduziert, nimmt die Senkenleistung zunächst erheblich zu. Nach einigen Jahrzehnten schwächt sich diese Wirkung aber ab, und der Wald wird zum Risikofaktor: Denn in der Zwischenzeit wächst ein grosser Holzvorrat nach, was das Risiko erhöht, dass der Wald auf Stürme und andere Waldschäden empfindlicher reagiert (Fischlin et al. 2006). Die CO₂-Senke kann so rasch zu einer Quelle werden.

Fazit 6

Eine geringere Holznutzung kann der Biodiversität sowohl dienen als auch schaden. Die grösste CO₂-Speicherung auf der bestehenden Waldfläche erhält man langfristig, wenn so viel geerntet wird wie nachwächst.

Konflikte zwischen verschiedenen Anliegen

Ein namhafter Teil der Holzressourcen bleibt ungenutzt. So hat im Tessin der Holzvorrat im Kastanienwald zwischen 1985 und 2013 um 50 Prozent zugenommen. Doch selbst dort stimmen die Akteure und Experten nur dann einer verstärkten Holznutzung zu, wenn dadurch die Biodiversität und die Landschaft nicht negativ beeinflusst werden (Stadelmann et al. 2015).

Indes zeigt die lokale und globale Betrachtung der Holznutzung, dass die Verwendung von Schweizer Holz dem Rückgang der Biodiversität entgegenwirken kann. Denn der Artenreichtum des Waldes hängt stark von der Intensität seiner Bewirtschaftung und der geografischen Lage ab: Eine Metaanalyse (Chaudhary et al. 2016a) weist nach, dass bei selektiven Bewirtschaftungssystemen, wie sie – nicht zuletzt wegen des Kahlschlagverbots – in der Schweiz praktiziert werden, kein signifikanter Rückgang in der Anzahl Arten gegenüber naturbelassenen Wäldern (unmanaged forest) beobachtet werden kann. Allerdings sind Artenverschiebungen nicht ausgeschlossen. Wenn also statt Holz aus dem Ausland – im schlimmsten Fall aus nicht nachhaltig bewirtschafteten Tropenwäldern mit einer hohen Anzahl endemischer Arten – solches aus der Schweiz verwendet wird, leistet dies auf globaler Ebene einen Beitrag zugunsten der Biodiversität, da Waldrodungen in zahlreichen Holz exportierenden Ländern mit einem hohen endemischen Artenreichtum erhebliche Biodiversitätsverluste nach sich ziehen können (Chaudhary et al. 2016b).

Auch bei der Bevölkerung geniesst der Wald als Lebensraum für Tiere und Pflanzen und wegen seiner Schutzfunktion eine hohe Wertschätzung, die im Prinzip auch dem Image des Schweizer Holzes zugutekommen könnte. Der Bereitstellung von Holz allerdings kommt in der öffentlichen Wahrnehmung eine untergeordnete Bedeutung zu; diesen Befund brachte eine Pilotbefragung in Genf zutage (Baranzini et al. 2015). Eine Folgebefragung, die schweizweit durchgeführt wurde, hat diese Ergebnisse bestätigt, zugleich aber auch gezeigt, dass die Bevölkerung in der Mehrheit eine verstärkte wirtschaftliche Nutzung des Waldes wünscht. Sie sieht diese als durchaus vereinbar mit dem Schutz von Biodiversität und Landschaft, besonders, wenn dadurch importiertes Holz ersetzt wird (Borzykowski und Kacprzak 2016). Die Bewirtschaftung der Wälder nach Grundsätzen des naturnahen Waldbaus trägt zum Erhalt der Naturräume und der Artenvielfalt bei. Hier könnte man jedoch bemerken,

dass gerade diese Art der Bewirtschaftung zu höheren Erntekosten führt (Thees 2016).

Dies zeigt auch die Aargauer Fallstudie, wo ein Holznutzungsszenario modelliert wurde, das gezielt die Biodiversität fördert, indem grosse Bäume, die Pflanzen und Tieren einen Lebensraum bieten, erhalten bleiben (Temperli et al 2017b). In diesem Szenario steigen mit jedem geschützten Habitatbaum die Erntekosten um 50 Rappen pro m³, während die Erntemenge um 0,055 m³ pro Hektar und Jahr zurückgeht.

Fazit 7

In der Wald- und Holzbranche wie auch in der Bevölkerung besteht weitgehend Einigkeit, die Wälder seien so zu nutzen, dass ihre Multifunktionalität gewährleistet bleibt. Dies führt zu höheren Erntekosten und tieferen Nutzungsmengen als bei nicht multifunktionalen Wäldern, was über Einsparungen durch effizientere Prozesse und Verfahren kompensiert werden muss.

Der Dialog mit der Praxis

Im Rahmen des Wissens- und Technologietransfers haben in der Dialogplattform 4 «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung» zwischen August 2014 und April 2016 verschiedene Workshops mit Praxis- und Branchenvertretern zu folgenden Themen stattgefunden:

Workshop 1: Runder Tisch «Analyse der Wertschöpfungskette Wald und Holz in der Schweiz (A-WSK)»
SNF, Bern, 27. August 2014

Workshop 2 zum Thema «NFP 66: Forschung auf dem Holzweg?»
Neuere Forschung zur Holzbeschaffung und zur nachhaltigen Holznutzung im Lichte der Praxis
FHNW Campus Olten, 11. März 2015

60. Ausgabe des LCA-Diskussionsforums: «Holz im Brennpunkt – Möglichkeiten und Grenzen von Lebenszyklusanalysen»
ETH Zürich, 4. Dezember 2015

Workshop 3 zum Thema «Ökonomische Bewertung von Ökosystemleistungen des Waldes»
Fachhochschule für Wirtschaft Genf (HEG Genf),
29. Januar 2016

Workshop 4: Kick-off-Veranstaltung zur Programmsynthese
Seminarhotel Arte, Olten, 14. April 2016

Für Berichte und Dokumentationen zu den einzelnen Workshops siehe www.nfp66.ch

WARUM WIRD HOLZ NICHT STÄRKER GENUTZT?

Die Topografie der Schweiz erschwert vielerorts die Bewirtschaftung der Wälder. Weitere Herausforderungen für eine kostendeckende oder gar gewinnbringende Holzproduktion stellen die forstlichen Betriebsstrukturen und das hierzulande hohe Lohnniveau dar. Der gegenwärtig starke Franken schwächt die Schweizer Holzbranche im internationalen Wettbewerb zusätzlich.

Die Analyse im vorigen Kapitel hat gezeigt, dass mehr Holz aus den Schweizer Wäldern gewonnen werden könnte, jedoch nicht unbegrenzt viel und regional in unterschiedlichem Masse. Andere Erwartungen an den Wald sprechen gegen eine verstärkte Holznutzung, so z.B., wenn die Bevölkerung mehr Wälder grundsätzlich eher schützen als für die Holzproduktion nutzen möchte (siehe Kapitel Konflikte zwischen verschiedenen Anliegen, S. 12).

Es kommen aber noch wirtschaftliche Hindernisse hinzu, auf die in diesem Kapitel näher eingegangen wird. So werden für die unvollständige Ausschöpfung des Holzpotenzials immer wieder folgende Gründe angegeben:

- Wegen der natürlichen und wirtschaftlichen Bedingungen sind die Produktionskosten zu hoch.
- Die Nachfrage nach Schweizer Holz ist zu klein. Dies gilt wegen des starken internationalen Wettbewerbs in besonderem Mass.
- Es bereitet den Eigentümern Mühe, ihre Wälder kostendeckend zu bewirtschaften; in der ganzen Wertschöpfungskette gibt es Verbesserungspotenzial.

Diese Gründe sollen im Folgenden ausgeleuchtet werden. Im vierten Kapitel werden Korrekturmassnahmen vorgeschlagen.

Die hohen Erntekosten und ihre Ursachen

Wirtschaftliche Gründe verhindern, dass das Erntepotenzial ausgeschöpft wird, insbesondere in den Bergwäldern, wo hohe Erntekosten anfallen. Es entgehen dieser Beschränkung einzig Schutzwälder, deren für die Schutzwirkung unabdingbarer Unterhalt mit Abgeltungen gefördert wird. Dies führt paradoxerweise dazu, dass im Gebirge gerade diese Wälder zu den wichtigsten Holzlieferanten wurden (siehe Kapitel Bedeutung und Schutzfunktion des Waldes, S. 9).

Am tiefsten sind die durchschnittlichen Holzerntekosten, wenn billige Arbeitskraft grosse, homogene Baumbestände auf flachem Terrain kahlschlagen kann. Diese Bedingungen sind in der Schweiz allesamt nicht gegeben, weil gemäss Waldgesetz der Kahlschlag verboten ist (siehe dazu Abb. 3). Selbst im Mittelland bei besten Wachstums- und günstigsten Erntebedingungen ist die Holzproduktion vielfach defizitär (Thees 2016). Im Jura und auf der Alpensüdseite sind 45 Prozent der Fläche mit Wald bedeckt, und zwar vorwiegend auf Flächen, die für eine landwirtschaftliche Nutzung zu steil sind. Auch an der Alpennordflanke sind vor allem die steilen Berghänge bewaldet. Der Anteil Wald ist hier mit knapp 30 Prozent der Fläche aber deutlich geringer, weil dem Wald aufgrund der Höhenlage

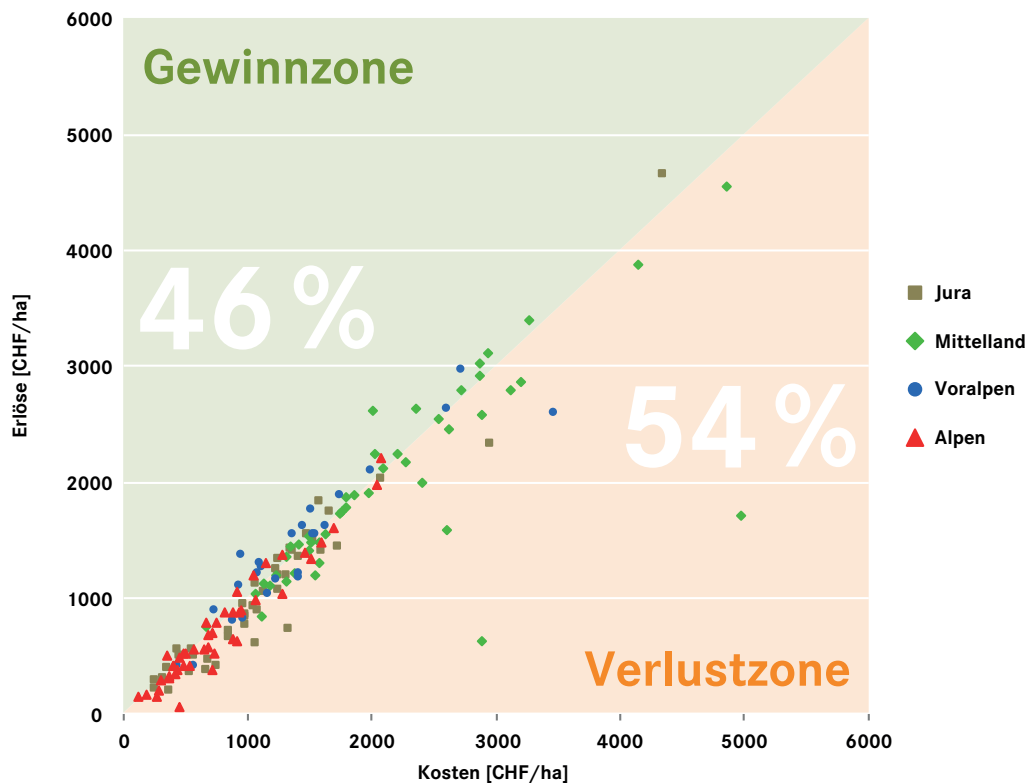


Abb. 3 Streuung der Betriebsergebnisse nach Forstzonen im TBN 2015 (Betriebe mit Kosten und/oder Erlösen >6000 CHF/ha sind nicht dargestellt) (Quelle: Wald und Holz 11/16, S. 23)

und der Alpnutzung Grenzen gesetzt sind. Soll die Holznutzung zunehmen, dann wird sie vermehrt in schwer zugänglichem und abgelegenen Terrain stattfinden, was die Erntekosten noch erhöhen wird (Projekt MOBSTRAT).

Das Projekt MOBSTRAT (Brang) analysierte verschiedene Bewirtschaftungsstrategien für den Wald. Es zielte unter anderem darauf ab, zu zeigen, unter welchen Bedingungen mehr Starkholz genutzt werden könnte, und zwar insbesondere in schlecht zugänglichen Gebieten. Allgemein stellte sich heraus, dass die Erntekosten nach Baumarten, Holzsortimenten, Geländebedingungen, Erschliessungsdichte und Erntemethode stark variieren. So hat sich beispielsweise in der Fallstudie im Aargau ergeben, dass die motor-manuelle (mit Kettensäge ausgeführte) Ernte von Laubbäumen tendenziell weniger kostet als diejenige von Nadelbäumen, weil bei Letzteren höhere Kosten für Entrindung und Entastung anfallen (Temperli et al. 2017b). Wird das Laubholz zur Energiegewinnung eingesetzt, dann entfallen noch die Sortierkosten, und bei diesem Verwendungszweck ist aufgrund seines höheren Brennwertes auch sein Verkaufserlös höher als beim Nadelholz. Für andere Verwendungen bringt Laubholz

hingegen tiefere Preise. Zudem stellen sich laut den Ergebnissen aus der Dialogplattform 3 «innovative holzbasierte Materialien» mit der Verwertung von Laubholz insofern erhebliche Herausforderungen, als es aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften und der auf die Verarbeitung von Nadelholz optimierten Prozesse nicht eins zu eins in die gegenwärtige Wertschöpfungskette integriert werden kann.

In vielen Produktemärkten reagieren Produzenten auf tiefere Preise, indem sie versuchen, ihre Herstellungskosten zu senken. Waldeigentümer brauchen dies nicht zu tun, denn sie können den Holzschlag auf später verschieben (sie tun es noch aus anderen Gründen, siehe Kapitel Forstbetriebe in einer Schlüsselposition, S. 17), in der Hoffnung, dass höhere Preise in der Zukunft die Opportunitätskosten des Zuwartens ausgleichen. Ihr Produkt bleibt nicht nur vorrätig, sondern wächst sogar weiter. Bei zu langem Zuwarten kann jedoch die Qualität des Holzes sinken. Zudem besteht die Gefahr, dass Produktionskapazitäten (Personal, Geräte) verloren gehen (Workshop vom 14.04.2016).

Die Lage der holzbasierten Industrie in der Schweiz ist nach Aufhebung des Euro-Mindestkurses im Ja-

nuar 2015 noch schwieriger geworden. Die bereits hohen Produktionskosten sind im internationalen Vergleich noch einmal stark angestiegen. Das schadet zunächst dem Export; üblicherweise verkaufen Forstbetriebe und Holzverarbeitende Unternehmen ein Viertel ihrer Produkte ins Ausland. Noch mehr zu schaffen macht ihnen aber der verstärkte Druck durch Importe. In der ersten Hälfte des Jahres 2015 gingen die Importpreise für Rundholz und Holzprodukte um 12 Prozent zurück (BFS und Martin Eichler, BAKBASEL, Wald und Holz 2/2016, S. 14)³.

Fazit 8

An vielen Orten eignet sich der Schweizer Wald nicht für eine kostengünstige Bewirtschaftung; die Holznutzung ist aufgrund topografischer/naturräumlicher und wirtschaftlicher Bedingungen teurer als im benachbarten Ausland. Insofern sind die ökonomischen Verhältnisse in der Forstwirtschaft vergleichbar mit denjenigen in der Schweizer Landwirtschaft.

Das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage

Liegt es am Angebot oder an der Nachfrage, dass nicht mehr Schweizer Holz genutzt wird? In dieser Frage sind sich die Forschenden und die Praktiker uneinig, und zwar auch untereinander (Workshop vom 14.04.2016). Einige sind der Ansicht, es werde generell zu wenig Holz nachgefragt, während andere denken, es liege am fehlenden Angebot der gewünschten Holzsorten. Tatsache ist, dass die Zahl der Klein- und Kleinstsägereien in der Schweiz stark zurückgegangen ist und heute noch rund einen Zehntel der Anzahl von 1960 beträgt. Dennoch blieb der Einschnitt konstant zwischen 2 bis 2,5 Millionen Festmeter pro Jahr; erst seit 2012 sank er unter 2 Millionen Festmeter. In Österreich, wo ebenfalls ein starker Rückgang der Sägereibetriebe zu verzeichnen ist, erhöhte sich der Einschnitt im gleichen Zeitraum um das Vierfache. In der Schweiz ist der Holzbau mit dem Problem konfrontiert, dass er nicht die Rohstoffmengen Schweizer Herkunft findet, die er brauchen würde. Denn der Endverbrauch von Holz ist angestiegen, die Zusatznachfrage wird derzeit jedoch hauptsächlich durch den Import von Halb- und Fertigfabrikaten erfüllt, und es stellt sich die Frage, wie sie mit einheimischem Holz befriedigt werden könnte. Die Nachfrage der ersten Verarbeitungsstufe – d.h. der Sägereien – ist entscheidend, um die Wertschöpfungskette Holz in Gang zu bringen. Ein Ziel des NFP 66 bestand gerade darin, neue Nutzungsmöglichkeiten zu finden, damit diese Nachfrage angekurbelt werden kann.

Von verschiedener Seite gibt man allerdings zu bedenken, es falle der Angebotsseite schwer, die tieferen Preise allein durch Effizienzsteigerung in der Waldbewirtschaftung aufzufangen. Zudem sind die verfügbaren Holzsortimente und -mengen im Wald gegeben, sie können nicht kurzfristig der Nachfrage angepasst werden. Anteilsmässig entsprechen sie heute nicht den am stärksten nachgefragten Holzsorten (z.B. Fichten- und Tannenrundholz mit Mitteldurchmesser von weniger als 40 cm).

Voten vom runden Tisch zur Diskussion der BA-FU-Studie «Analyse der Wertschöpfungskette Wald und Holz in der Schweiz (A-WSK)» (Lehner et al. 2014 und Workshop A-WSK vom 27.08.2014) lassen darauf schliessen, dass der Motor der ganzen Wertschöpfungskette im Holz besteht, das zur Verfügung gestellt wird. Würde erst einmal genügend Holz zu wettbewerbsfähigen Preisen bereitgestellt, könnten Investitionen in verarbeitende Betriebe die Nachfrage verstärken, sodass die Forstbetriebe höhere Preise erzielen könnten. So gesehen, könnte das Verfügbarmachen von Holz der Motor sein, um auch die nachgelagerten Verarbeitungsschritte bzw. die ganze Wertschöpfungskette besser in Gang zu bringen. Ihrerseits beklagen sich Waldeigentümer über mangelnde Holznachfrage. Bei grösserer Nachfrage würde sich ihre Motivation zur Waldbewirtschaftung erhöhen. Dies käme auch der Qualität der Wälder zugute. So stellt sich mit Blick auf die Qualität und Gesundheit des Waldes das Problem, dass vor allem in Bergregionen zu viel Starkholz im Wald steht. Wenn es gelänge, profitable Verwertungen von solchem Holz zu finden, könnte dies die Motivation von Waldeigentümern erhöhen, die überalterten Bestände abzubauen und damit zugleich etwas dazu beizutragen, den Motor der Wertschöpfungskette anzukurbeln.

Die Gruppe von Roland Olschewski hat sich vertieft mit dieser Problematik befasst. An Workshops mit den Akteuren der Forst- und Holzwirtschaft in den Kantonen Aargau und Graubünden hat sich gezeigt, dass die mangelnde Wirtschafts- bzw. Profitorientierung vieler Akteure, besonders von Waldeigentümern, das Holzangebot beschränken kann. In zahlreichen Gemeinden hat das Budget der Forstbetriebe eine vergleichsweise geringe finanzielle Bedeutung. Diese Faktoren schwächen die Reaktion des Angebots auf Preissignale. Dagegen konnte bei den Leitern der Forstbetriebe, die für den Verkauf des Holzes verantwortlich sind, im Rahmen von Choice-Experimenten in den Kantonen Aargau, Bern und Graubünden festgestellt werden, dass eine ganze Reihe von Faktoren den Verkaufsentscheid beeinflussen und dass dabei

³ Siehe auch zum Thema die Unterlagen der Tagung «Frankenstärke – ein Jahr danach» der Arbeitsgemeinschaft für den Wald (AfW) am 15. Januar 2016 (<http://www.afw-ctf.ch/de/runde-waldtische/frankenstaerke>).

der zu erwartende holzerntekostenfreie Erlös neben dem Vertrauen die wichtigste Rolle spielt.

Projekt «Ökonomische Analyse Schweizer Holzmärkte»

Projektverantwortliche: **Roland Olschewski**, Urs Fischbacher, Lorenz Hilty, Bernhard Pauli, Oliver Thees

In diesem Projekt wurde die Funktionsweise von Schweizer Holzmärkten anhand von Fallbeispielen analysiert und auf der Basis ökonomischer Theorie erklärt. Die Ergebnisse flossen in die Entwicklung eines agentenbasierten Modells ein. Dies ermöglichte es, Szenarien für die zukünftige Holzverfügbarkeit darzustellen und Optionen für die Einflussnahme durch ökonomische Instrumente aufzuzeigen.

In einem agentenbasierten Modell (Holm et al. 2016) hat die Gruppe von Roland Olschewski auch die Holzpreisentwicklung und die Mengenflüsse auf dem Rundholz-, dem Industrieholz- und dem Energieholzmarkt analysiert. Das agentenbasierte Modell unterscheidet drei Typen von Holzanbietern (öffentliche Forstbetriebe, private Waldeigentümer und Importeure) und vier Typen von Abnehmern (Sägereien, Energie- und Industrieholz-Nachfrager und Exporteure) sowie zwei Typen von Intermediären, nämlich Händler und Bündelorganisationen, über die ein Teil des Holzes gehandelt wird. Diese Holzmarktakteure haben die Forschenden im Modell mit den im Choice-Expe-

riment festgestellten unterschiedlichen Präferenzen ausgestattet. Hierdurch wird es möglich, den Einfluss des Verhaltens auf das Marktergebnis, insbesondere auch auf die Versorgung der Holzabnehmer, zu überprüfen. So lässt sich etwa auf empirischer Basis zeigen, wie sich ein vermehrt ökonomisches Verhalten der Betriebsleiter oder auch Fördermassnahmen bei der Waldbewirtschaftung, Waldflächenstilllegungen oder Markteintritte neuer Nachfrager etc. auswirken.

Fazit 9

Es bestehen sowohl Herausforderungen der wirtschaftlichen Effizienz als auch strukturelle Schwierigkeiten, die der Nutzung von Holz entgegenstehen. Ungünstige Topografie, mangelnde Orientierung am Markt, hohe Preisermartungen und kontradiktorische Anforderungen an den Wald gehören zu den wichtigsten Hindernissen. Um die Wertschöpfungskette zu verstärken, braucht es Massnahmen auf beiden Seiten: Angebot und Nachfrage.

Struktur und Akteure

Fragmentiertes Waldeigentum

Den Waldeigentümern kommt für die verstärkte Nutzung von Holz eine wichtige Rolle zu. Allerdings befinden sich 30 Prozent des Waldes in privater Hand, verteilt auf 250 000 Eigentümer (siehe «Wem gehört der Wald» S. 17), die zum grossen Teil den Wald in der Freizeit pflegen, ein eher geringes

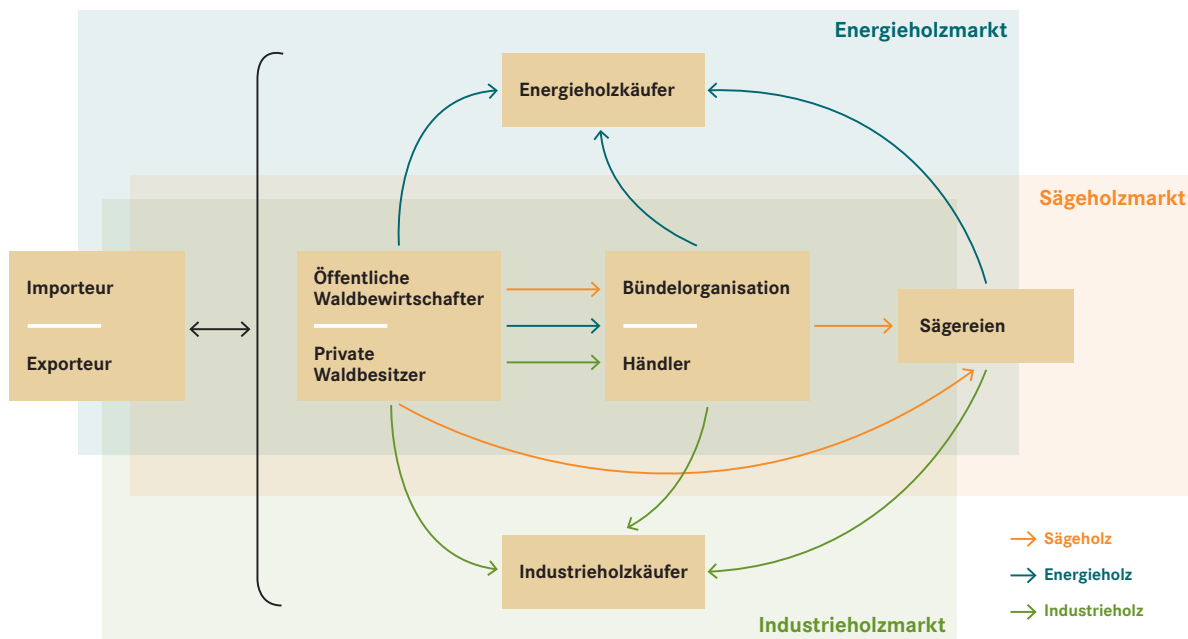


Abb. 4 Organisation und Interaktionen auf dem Holzmarkt (Team Olschewski)

ökonomisches Interesse am Wald haben und auch wenig dazu neigen, ihn an professionelle Bewirtschafter zu verpachten (Workshop vom 11.03.2015). Die grosse Anzahl dieser passiven Waldeigentümer erschwert es, Strukturen zu schaffen, die eine effizientere Bewirtschaftung des Waldes ermöglichen würden. Das BAFU will mit der «Analyse Waldeigentum Schweiz» mehr über das Verhältnis der privaten und öffentlichen Eigentümer zu ihrem Wald erfahren.

Wem gehört der Schweizer Wald?

Laut Schweizerischer Forststatistik 2015 sind 98,5 Prozent der Waldeigentümer Private. Ihnen gehören aber nur 29,4 Prozent der gesamten Waldfläche, wobei dieser Anteil zwischen weniger als 10 Prozent in den Kantonen Graubünden, Obwalden und Wallis auf über die Hälfte in den Kantonen Appenzell, Thurgau und Zürich ansteigt. Der Rest ist in öffentlicher Hand, hauptsächlich von politischen (29,5% der gesamten Waldfläche) und Ortsbürgergemeinden (29,0%). Die durchschnittliche private Waldeigentümerschaft besitzt 1,5 Hektaren Wald, der durchschnittliche öffentliche Waldeigentümer 255 Hektaren. Letztere Zahl variiert von 45 Hektaren im Kanton Luzern bis 2040 Hektaren im Kanton Glarus. Forstbetriebe stellen für grössere Waldeigentümer (oder mehrere zusammen) die Bewirtschaftung sicher.

Waldeigentümer haben die Wahl zwischen vielen Wegen, um ihr Holz auf den Markt zu bringen. Sie können es mit eigenem Personal ernten und den Sägereien verkaufen oder über Intermediäre wie Bündelungsorganisationen vermarkten. Sie können das Ernten und Vermarkten auch an Forstunternehmen auslagern. Letzteres eignet sich für kleinere Eigentümer, bedingt aber auch ein gewisses Vertrauen, denn die Forstunternehmen arbeiten dann in ihrem Wald und vermessen das geschlagene Holz (Olschewski et al. 2015, Kimmich und Fischbacher 2016). Überhaupt haben sich Vertrauen und Reputation als wichtig für die Holzbeschaffung erwiesen, denn es werden eher selten schriftliche Verträge verwendet. Der Verkäufer muss dem Sägewerk vertrauen, dass es das gelieferte Holz richtig vermisst. Der Käufer muss darauf vertrauen, dass die geforderte Menge und Qualität fristgerecht geliefert wird. Waldeigentümer, die eher ungeduldig sind oder Dritten wenig vertrauen oder die auch die Holzpreisentwicklung besonders optimistisch einschätzen, wählen eher den Direktverkauf an Sägereien, wie im Kanton Aargau üblich. Waldeigentümer, die diese Eigenschaften nicht teilen, nutzen verschiedene Absatzkanäle wie Bündelungsorganisationen oder den Verkauf ab Stock an Forstunternehmen, was in Graubün-

den gebräuchlich ist. Selbstverständlich spielen auch die Preise, welche die Waldeigentümer über die verschiedenen Kanäle für ihr Holz erhalten, eine wichtige Rolle.

Fazit 10

Der Schweizer Waldbesitz ist ausserordentlich fragmentiert. Dies behindert eine effiziente Bewirtschaftung und Vermarktung.

Forstbetriebe in einer Schlüsselposition

Forstbetriebe in öffentlicher Hand bewirtschaften 70 Prozent des Schweizer Waldes (siehe «Wem gehört der Wald»). Sie stehen deshalb im Fokus mehrerer Analysen. Es wurde eine optimale Bewirtschaftungsgrösse in einer Bandbreite von 700 bis 1200 Hektaren ermittelt, also mehr als die dreifache Fläche des durchschnittlichen Schweizer Forstbetriebs (Krähenbühl 2016). Da Forstbetriebe aber oft mehrere Waldeigentümer betreuen, wird die hier geforderte Gesamtbewirtschaftungsgrösse zum Teil bereits erreicht. Ein Potenzial zur Effizienzsteigerung durch Grössenvorteile gibt es vor allem bei Kleinst- und Kleinbetrieben.

In der Diskussion mit den Praktikern wurde die deutliche Aussage zur optimalen Bewirtschaftungsgrösse stark in Frage gestellt. Auch das Produktionsvolumen wurde aus der Praxis als möglicherweise missverständlicher Indikator bemängelt, da grosse Volumina auch für Übernutzung stehen könnten (Workshop vom 11.03.2015). Die minimale Grösse für einen kostendeckenden Forstbetrieb, ausgehend von der kleinsten Beschäftigtenzahl, die ein organisatorisch und sicherheitstechnisch korrektes Funktionieren gewährleistet, wird aufgrund von Erfahrungswerten aus der Praxis auf 1500 ha geschätzt (Brügger 2016). Aus Sicht der Praxis sollten ggf. weitere Kenngrössen ermittelt werden, um über die Effizienz eines Betriebs Aufschluss zu erhalten. Auch gilt es zu berücksichtigen, dass Forstbetriebe oft unterschiedliche Betriebsziele verfolgen: So kann ein Betrieb, der noch andere Dienstleistungen anbietet oder die Eingliederung schwer vermittelbarer Arbeitskräfte anstrebt, keine Gewinnmaximierung im Fokus haben und beschäftigt unter Umständen mehr Angestellte, als es aus wirtschaftlichen Gründen angezeigt wäre. In Österreich arbeitet die Forstwirtschaft kostendeckend, weil dort der Wald hauptsächlich grossen privaten Eigentümern gehört, bei denen eine wirtschaftliche Zielsetzung im Vordergrund steht und nicht die Biodiversität oder die Erholung der Bevölkerung (Workshop A-WSK, 27.08.2014).

Eine statistische Analyse hat auch gezeigt, dass Schweizer Forstbetriebe überraschenderweise weniger Holz anbieten, wenn sie dafür einen höheren Preis erhalten (Krähenbühl 2015). Dies gilt besonders für kleinere Forstbetriebe. Solches Verhalten wurde in anderen Bereichen beobachtet, wo die Wirtschaftssubjekte nicht ihren Gewinn maximieren, sondern ein bestimmtes Einkommen anpeilen (Farsi und Krähenbühl 2015). In diesem Fall könnten auch die anderen Funktionen des Waldes eine Rolle spielen: Erhalten die Forstbetriebe mehr Kostenbeiträge oder Abgeltungen für andere Dienstleistungen, dann sind sie eher bereit, tiefere Abnahmepreise von den Sägereien zu akzeptieren. Das Holz hätte dann eher den Charakter eines Nebenproduktes ihrer sonstigen Aktivitäten (Krähenbühl 2015). Diese Ergebnisse entsprechen dem «inversen Angebotsverhalten», was bedeutet, dass die Holznachfrage, die im Normalfall bei steigenden Preisen abnimmt, das Erntevolumen bestimmt (Olschewski und Thees 2015a).

Schliesslich hat die Forschung noch einen weiteren Vorteil grösserer Betriebe hervorgebracht: Verhandlungsmacht. Die statistische Analyse von fast 2000 Forstbetrieben über die Jahre 2004 bis 2010 belegt, dass grössere Betriebe für ihr Holz höhere Preise erzielen, besonders, wenn sie in privater Hand sind. Die Vermutung liegt nahe, dass diese Betriebe den Markt konsequenter ausreizen können. Mit 10 Prozent mehr Waldfläche erhalten öffentliche Forstbetriebe 1,04 Prozent mehr pro Kubikmeter Holz und die Privaten sogar 1,53 Prozent (Farsi und Krähenbühl 2015).

Fazit 11

Bei den Forstbetrieben besteht Rationalisierungspotenzial. Würden sie grössere Waldflächen bewirtschaften, könnten sie von Skalengewinnen und einer beständigeren Auslastung profitieren und so ihre durchschnittlichen Erntekosten senken. Zudem nimmt ihre Verhandlungsmacht zu, sodass sie bessere Preise erzielen könnten.

Andere Akteure der Forst- und Holzwirtschaft

Forstunternehmen

Skaleneffekte in der Holzernte gibt es nur, wenn ein grosses Volumen in einem relativ begrenzten Gebiet und Zeitrahmen geerntet werden kann. Bei fragmentierten Waldeigentumsverhältnissen bedingt dies, dass mehrere benachbarte Waldeigentümer ihr Holz gemeinsam oder koordiniert vom gleichen Forstunternehmen schlagen lassen. Vermehrt werden Schweizer Forstunternehmen auch im benachbarten Ausland tätig. Eine in der Zeitschrift «Wald und Holz» 2/2016 (S. 15) festge-

haltene Aussage stellt fest, dass Schweizer Forstunternehmen dort zwar pro Festmeter weniger als im Inland verdienen, dafür aber grössere Aufträge ausführen können, was gegenüber den Hieben in Schweizer Wäldern den durchschnittlichen Arbeitsaufwand und damit die Stückkosten senkt. Hier liegt vielleicht eine Lösung für die Schwierigkeit, das Volumen in der Schweiz auf die Grösse auszuweiten, die für die Skaleneffekte (Rationalisierung) optimal wäre.

Bündelungs- und Vermarktungsorganisationen

Bündelungs- und Vermarktungsorganisationen sind Intermediäre, die Holz bei mehreren Waldeigentümern beschaffen und es in grösseren Mengen für Abnehmer (z.B. Sägereien) bereitstellen. Sie führen insgesamt nicht unbedingt zu mehr Holzeinschlag (ausser vielleicht bei niedrigen Marktpreisen), aber sie können eine grössere Menge von homogenem Holz anbieten. Dadurch erhöht sich potenziell die Marktmacht der vielen kleinen Schweizer Holzanbieter gegenüber der Nachfrageseite. Diese Organisationen werden zum Teil öffentlich gefördert.

Sägereien

Die Sägereien nehmen bei der Bereitstellung von Schweizer Holz eine wichtige Position ein, sind aber offenbar nur schwer zu bewegen, Zahlen über ihren Geschäftsgang offenzulegen. Ihre wirtschaftliche Verhaltensweise und Bedeutung konnte im Rahmen des NFP nicht umfassend geklärt werden. Gemäss Aussagen im Workshop A-WSK vom 27.08.2014 liegt ein Vorteil der Schweiz auch darin, dass selbst Sägereien von geringerer Kapazität (60 000 Festmeter) profitabel betrieben werden könnten – sofern sie Produkte mit hoher Wertschöpfung anbieten, die auf dem hiesigen Markt gefragt sind.

Förster und Forstdienste

Förster und Forstdienste scheinen die grösste Sensibilität für die Multifunktionalität des Waldes aufzuweisen und Anliegen wie den Schutz der Biodiversität und der Landschaft oder die Waldleistung als Erholungsraum hoch zu gewichten. Sie nehmen sich eher als «Bewahrer» des Waldes wahr denn als «Ausbeuter» in dem Sinne, dass sie eine grösstmögliche Holznutzung anstreben würden. Sie verstehen sich nicht als Dienstleister der Holzindustrie. Waldbewirtschaftung nach festgesetzten Umtriebszeiten und Zieldurchmessern hat keinen Vorrang (Fallstudie Tessin, Workshop A-WSK vom 27.08.2014 und Austausch mit Verbänden der Wald- und Forstwirtschaft vom 02.03.2015).

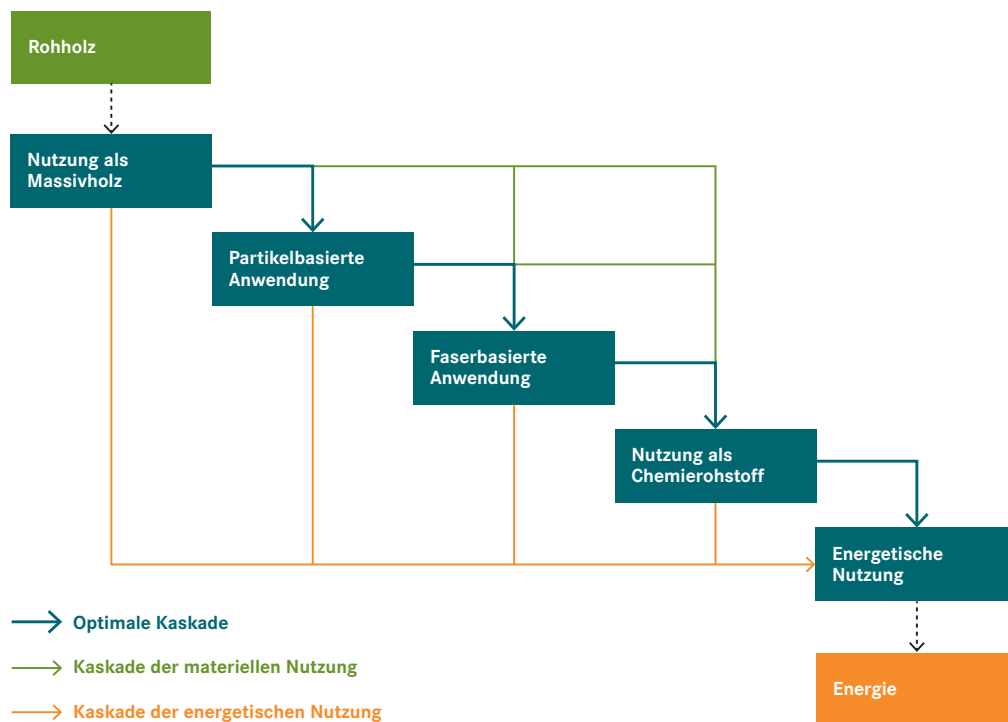


Abb. 5 Möglichkeiten der Kaskadennutzung von Holz (Florian Suter)

Die Kaskadennutzung und ihre Schwierigkeiten

Holz ist ein wertvoller und dauerhafter Rohstoff, der so lange wie möglich genutzt werden sollte. Dies spricht für eine Kaskadennutzung. Das bedeutet im Idealfall, dass Holz zuerst als Baustoff für Gebäude, Innenausbauten oder Möbel verwendet wird, dann als Werkstoff bspw. für Spanplatten, anschliessend als Chemierohstoff und erst, wenn es stofflich nicht mehr verwertet werden kann, wird Holz energetisch verwertet. Abbildung 5 stellt eine optimale mehrstufige Kaskade dar, zeigt aber auch, dass diese viel kürzer sein kann.

Die Weiterverwertung von Holz wird an Wichtigkeit zunehmen. Der aktuelle Gebäudebestand beinhaltet etwa 31 Millionen Tonnen Holz (Heeren und Hellweg 2016). Mit der natürlichen Alterung dieses Bestandes wird der Ausschuss von Altholz, das als Sekundärmaterial genutzt werden kann, in den nächsten 20 Jahren um mindestens 10 Prozent bis fast 100 Prozent zunehmen. Eine solche Weiterverwertung hat den zusätzlichen Vorteil, dass das Holz schon die 30 bis 40 Prozent Wasser verloren hat, die Waldholz beinhaltet, und somit ressourcengünstiger transportiert werden kann.

Bedingungen für die Kaskadennutzung

Eine ökonomisch effiziente Kaskadennutzung von Holz stellt eine grosse Herausforderung dar, denn das Holz darf auf jeder Stufe nur so verändert und eingesetzt werden, dass es sich noch für die nächste Nutzung eignet.

Insbesondere gilt es, der Behandlung von Holz rechtzeitig grosse Aufmerksamkeit zu schenken: Zwar sollen die positiven Effekte der Behandlung in der Regel während der Gebrauchsphase zum Tragen kommen; die Modifikation des Holzes als solche geschieht aber in der Produktionsphase, und die Umweltbelastung fällt möglicherweise erst bei der Entsorgung an. Luftreinhaltsbestimmungen verhindern, dass Holzprodukte am Ende ihres Lebenswegs in alten Holzschnitzelanlagen unsachgemäss zur Energiegewinnung verwendet werden; stattdessen werden sie noch zu oft in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt. Dennoch besteht Hoffnung, dass Modifikationen des Holzes, wie sie im Dialogfeld 3 «Innovative holzbasierte Materialien» entwickelt wurden, dem Holz die für jede Anwendung gewünschten Eigenschaften verleiht, ohne Folgenutzungen zu beeinträchtigen, was die Kaskadennutzung vereinfachen sollte (siehe Synthese S3).

Wenn die Umweltfolgen von behandeltem Holz ermittelt werden sollen, gilt es also, die ganze Nutzungskaskade zu berücksichtigen. Für die Praxis – z.B. für den Einsatz im Bau – wäre es wichtig, anerkannte Labels zu haben, um Produkte auswählen zu können, die auf möglichst umweltfreundliche Weise behandelt wurden. Derzeit finden Diskussionen statt, um entsprechende Standards zu entwickeln, die eine einheitliche Zertifizierung der Produkte ermöglichen würden (LCA-Forum vom 04.12.2015, Beitrag A. Kutnar).

Im Projekt Hellweg wurde ein Bewertungsmodell entwickelt, mit welchem vielfältige Auswirkungen der Holzverwendung auf die Umwelt entlang vieler möglichen Wertschöpfungsketten bewertet werden können (Steubing et al. 2016, Suter et al. 2016). Dieses Modell vereint Materialfluss- und Lebenszyklusanalyse. Unter anderem wurde es verwendet, um die neuartigen Holzverwertungsmöglichkeiten, die im NFP 66 entwickelt wurden, nach ökologischen Kriterien zu beurteilen.

Die Analyse anhand dieses Modells hat gezeigt, dass die Kaskadennutzung der Umwelt dann einen Mehrwert erbringt, wenn Holz andere «High-Impact-Produkte», insbesondere energieintensive Baustoffe, zu ersetzen vermag (Suter 2016). Zudem braucht es eine genügend grosse Rezyklierungsrate, d.h., es sollte möglichst wenig Holz beim Übergang von einer Nutzung zur nächsten verloren gehen. Langlebige Holzeinsätze – z.B. in Gebäuden – mit einer anschliessenden weiteren stofflichen oder energetischen Verwendung sind für das Klima besonders vorteilhaft.

Projekt «Ökologische Nutzung der Holzressourcen in der Schweiz»

Projektverantwortliche: **Stefanie Hellweg**, Michael Bösch, An De Schryver, Peter Hofer, Holger Wallbaum

In diesem Projekt wurden umweltpolitische Entscheidungsgrundlagen für Politik, Industrie und Forstwirtschaft erarbeitet, um die Holznutzung in der Schweiz zu optimieren. Dabei wurde der gesamte Lebensweg von Holz von der Forstwirtschaft über den Transport und die Herstellung sowie (die z.T. mehrfache) Verwendung von Holzprodukten (Kaskadennutzung) bis zur energetischen Verwertung oder Entsorgung betrachtet. Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf Holz im Gebäudebestand gelegt.

Fazit 12

Die ökologischen Vorteile der Kaskadennutzung von Holz kommen zum Tragen, wenn das Holz am Anfang der Kaskade energieintensive Baustoffe ersetzt und wenn es am Ende der Kaskade energetisch optimal verwertet wird. Ökonomisch betrachtet, stellt die Realisierung der Kaskade grosse Herausforderungen an die Holzwirtschaft, besonders wenn die Nachfrage für Zwischenprodukte tief ist und diejenige nach Energieholz weiter zunimmt.

Die realen Möglichkeiten der Kaskadennutzung sind geringer als das theoretische Potenzial

In den letzten Jahrzehnten sind grosse Schweizer Zellstoffwerke bzw. Papierfabriken verschwunden, sodass zumindest im Inland die Möglichkeiten zur Kaskadennutzung erheblich abgenommen haben. Energiewerke, die Altholz verfeuern, kombinieren es mit Waldholz, um die Versorgung sicherzustellen. Tatsächlich ist das Angebot von vorverwendetem Holz durch seine eigenen konjunkturellen Faktoren bestimmt, was es für die energetische Verwertung problematisch macht. Aus heutiger Sicht stehen der Kaskadennutzung innerhalb der Schweiz hohe Hindernisse im Weg: Die Angebots- und Nachfragemengen passen nicht, die erforderlichen Qualitäten stimmen nicht überein, die derzeitigen Preise bieten keine wirtschaftlichen Anreize (Workshop vom 14.04.2016). Es gibt kein Geschäftsmodell für die verschiedenen Stufen, sodass gegenwärtig bestenfalls eine kurze Kaskade, von der Erstverwertung als Baustoff zur energetischen Verwertung, besteht. Im nahen Ausland existieren hingegen Werke, die das Holz in den Zwischenstufen der Kaskade verwerten. Sie können über Altholzannahme- und -sortierplätze wie dem in Muttenz beliefert werden.

Zudem dürften die im Dialogfeld 2 «Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie» entwickelten Modelle verschiedenster Typen von Bioraffinerien neue Absatzkanäle öffnen (siehe Synthese S2).

Fazit 13

Die Bedingungen für eine vollständige Kaskadennutzung in der Schweiz sind gegenwärtig schwierig, weil wichtige Abnehmer auf mehreren Stufen fehlen (Zellstoff, Altholz). Verbesserungen müssen in kleinen Schritten angegangen werden.

WAS BRAUCHT ES, DAMIT WALD UND HOLZ STÄRKER GENUTZT WERDEN?

Die ökologischen Vorteile von Schweizer Holz sind unbestritten, und auch seine Materialeigenschaften eröffnen vielversprechende Potenziale. Entscheidend wird letztlich sein, dass sowohl die Öffentlichkeit als auch die Endverbraucher gewillt sind, die Bewirtschaftung der Wälder zu unterstützen respektive den ökologischen Mehrwert der Produkte aus Schweizer Holz durch eine entsprechende Zahlungsbereitschaft zu honorieren.

Denkanstösse zur Senkung von Bewirtschaftungs- und Erntekosten

Grössere Bewirtschaftungsflächen

Die Grösse der Bewirtschaftungsfläche hat direkte Folgen für die Wirtschaftlichkeit (Krähenbühl 2016), und die meisten Wälder, die an einem Stück demselben Eigentümer gehören, erreichen die in der Studie als optimal geschätzte Bewirtschaftungsfläche bei Weitem nicht. Eine verstärkte Zusammenarbeit von benachbarten Waldeigentümern wäre erforderlich, wie sie in einzelnen Kantonen schon gefördert wird (z.B. Luzern und Wallis). Andernorts muss noch viel Aufklärungsarbeit geleistet werden.

In der Landwirtschaft wurde dieses Problem durch Landumlegungen (Meliorationen) angegangen. Die Kantone unternehmen beträchtliche Anstrengungen, um beim Wald vergleichbare Strukturverbesserungen zu erreichen; entsprechend werden die Bewirtschaftungsflächen seit Jahren immer grösser. Im Privatwald gibt es – etwa durch die Bildung regionaler Bewirtschaftungsorganisationen oder Forstreviere – vergleichbare Bestrebungen. Diese Ansätze werden zum Teil durch kantonale Forstdienste unterstützt (durch Anschubfinanzierung, Beratung, Erfahrungsaustausch o.Ä.). Ansonsten

kann die Ernte an ein Forstunternehmen ausgelagert oder gar die gesamte Waldbewirtschaftung einem Forstbetrieb anvertraut werden.

Forstliche Dienstleistungen

Spezialgeräte für eine kosteneffiziente Holzern- te sind teuer und sollten ausgelastet werden. Das Outsourcing bestimmter Arbeitsgänge könnte ggf. die Effizienz der Forstbetriebe steigern – zumal sich Gemeinden als Waldeigentümerinnen offenbar aus Tradition mit grenzüberschreitender Zusammenarbeit schwertun (Workshop A-WSK vom 27.08.2014) und kostspielige Geräte oft ausserhalb ihrer finanziellen Möglichkeiten liegen.

Spezialisierung und Qualitätssteigerung

Wegen der eingeschränkten Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer «Holzkette» ist die Entwicklung von marktfähigen Qualitätsprodukten besonders gefragt, die den relativ hohen Preis rechtfertigen und keine sehr grossen Rohholzmengen benötigen. Das BAFU hat bereits zwei Felder mit Wachstumschancen identifiziert: Laubholz und Brettschichtholz. Wenn infolge des Klimawandels Nadelbäume in der Schweiz zurückgedrängt werden und Laub- bäume an Terrain gewinnen, gilt es, diese Heraus-

forderungen anzunehmen und zum Beispiel solche innovativen Möglichkeiten der Holzverwendung weiterzuentwickeln.

Mehrere Projekte im NFP 66 haben neue Verwertungsmöglichkeiten für Laubholz, insbesondere Buche (im Bau, siehe Synthesebericht S1; in der Materialwirtschaft, siehe Synthese S3), aufgezeigt. Andere haben Verfahren entwickelt, mit denen die Eigenschaften von Holz verbessert werden können, was den Weg für hochpreisige Holzprodukte eröffnet (siehe Synthese S3).

Ausbildung

Die betriebswirtschaftliche Ausbildung der angehenden Forstfachleute ist zu verbessern. Es braucht zudem mehr Ausgebildete und die Aussicht auf eine attraktive Entlohnung. Für die Waldbewirtschaftungsstrategien, die im Projekt MOBSTRAT betrachtet wurden, fehlen oft schlicht die Arbeitskräfte. In den Bergkantonen konzentrieren sich die Ressourcen vielerorts auf die Schutzwälder, weil deren Instandhaltung Vorrang hat, wodurch die Kräfte fehlen, um die anderen Bergwälder zu bewirtschaften.

Fazit 14

Das Schweizer Holz kann wohl nur dann zu geringeren Kosten und in grösseren, konstanten Mengen mobilisiert werden, wenn grössere Bewirtschaftungseinheiten die jeweils am besten geeigneten Erntemethoden einsetzen können. Es braucht also eine gewisse Konzentration, wenn nicht im Waldeigentum, so zumindest in der Bewirtschaftung. Ein erster Schritt für die Bewirtschaftung grösserer Waldflächen an einem Stück würde darin bestehen, dass Waldeigentümer ihr Nutzungsrecht an einzelne externe Bewirtschafter abtreten würden.

Die Holzmobilisierung anspornen

Wenn mehr Holz aus Schweizer Wäldern generiert werden soll, ist es wichtig, die Einstellung der privaten und öffentlichen Waldeigentümer zu erhöhter Holznutzung positiv zu beeinflussen. Zudem müsste die Schweizer Bevölkerung über die Zusammenhänge aufgeklärt werden, denn sie legt Wert auf den Erhalt der Wälder als Naturreservate und Erholungsräume (siehe Kapitel Stellenwert des Waldes in der Bevölkerung, S. 10).

Ein möglicher Weg, die Holzernte wirtschaftlicher zu gestalten, wäre eine stärkere Interessenbündelung entlang der Wertschöpfungskette Wald/Holz, also wenn Waldeigentümer und Rundholzvermarkter und -nutzer Interessengemeinschaften bilden

würden. Dies könnte auch das Problem der aktuell z.T. noch negativen Preiselastizität des Holzangebots entschärfen (Workshop vom 14.04.2016). Eine breite Umfrage unter den öffentlichen Forstbetrieben in den Kantonen Aargau und Graubünden hat jedoch gezeigt, dass sie mehrheitlich am Status quo ihrer Liefer- und Geschäftsbeziehungen festhalten wollen (Olschewski et al. 2015). Sie bestätigt zudem, dass die Waldeigentümer eher kurzfristige Verträge, aber doch langfristige Geschäftsbeziehungen vorziehen. Mit den kurzfristigen Verträgen können sie dann verkaufen, wenn die Preise hoch sind. Sie reservieren trotzdem einen Teil ihres Holzes für Stammkunden, auch ohne einen Vertrag abgeschlossen zu haben (Olschewski und Thees 2015b).

Fazit 15

Es gäbe Möglichkeiten, die Holzmobilisierung effizienter und dynamischer zu organisieren. Sie stossen jedoch oft auf konservative Strukturen.

Finanzielle Unterstützung für Waldeigentümer

Ausgleichszahlungen für ungünstige Produktionsbedingungen

An den hohen Arbeitskosten und dem vielerorts ungünstigen Terrain lässt sich wenig ändern. So sollte zum einen wenigstens das Holz, das sich relativ günstig ernten lässt, effizient beschafft werden. Zum anderen gibt es technische Lösungen und Infrastrukturen, die dazu beitragen, die Erntekosten auf schwierigem Gelände zu senken. Werden diese zudem vorzugsweise von mehreren Waldeigentümern genutzt, können die technischen Hilfsmittel und die entsprechenden Verfahren von der öffentlichen Hand gefördert werden.

Wäre es möglich, präzise zu schätzen, wie viel die nachhaltige Nutzung des nachwachsenden Potentials kosten würde, liesse sich auf dieser Grundlage ggf. auch der Bedarf an Subventionen bzw. an staatlichem Stützungsaufwand errechnen, der die Differenz zwischen den Kosten für den Ernteaufwand und dem Verkaufserlös decken müsste (Workshop vom 11.03.2015). Dieser Ansatz kommt heute schon beim Schutzwald zum Zug. Eine Ausdehnung auf andere Wälder im schwierigen Terrain wäre denkbar, in Anlehnung an die Unterstützungszahlungen für Landwirtschaftsbetriebe im Berggebiet.

Die Rolle der öffentlichen Hand wurde anlässlich der Workshops verschiedentlich hinterfragt.

So haben Zahlungen der öffentlichen Hand, bspw. in Form von subventionierten Eingriffen im Schutzwald mit Helikoptern, dazu geführt, dass Kosten der Betriebe nicht als solche in der Betriebsrechnung auftauchen oder gar als Gewinn verbucht werden. Teilweise haben Subventionen also Druck von den Betrieben genommen, sich in Richtung vermehrter Wettbewerbsfähigkeit umzustrukturieren. Das ist eine wohlbekannt Gefahr von Subventionen: Sie erlauben es, den notwendigen Strukturwandel und die Effizienzsteigerungen hinauszuzögern. Subventionen könnten sogar zu geringeren Erntemengen führen, wenn sich Eigentümer nach einem Einkommensziel richten statt nach der Gewinnmaximierung (siehe Kapitel Forstbetriebe in einer Schlüsselposition, S. 17). Schliesslich können sie dazu führen, dass Holz produziert wird, das auf dem Markt gar nicht nachgefragt wird.

Man kann argumentieren, dass Ausgleichszahlungen angebracht sind, wenn öffentliche Auflagen für höhere Erntekosten verantwortlich sind. Wälder dürfen nicht kahlgeschlagen werden. Die Bevölkerung erwartet eine Bewirtschaftung, die mit dem Erhalt der Biodiversität und der Landschaft vereinbar ist, was zu höheren Erntekosten führt. Hinzu kommen Auflagen wie freies Betretungsrecht, Jagdregal und Wasserregal. Die Zusatzkosten sollten eigentlich von den Nutzern, z.B. vertreten durch die öffentliche Hand, übernommen werden.

Abgeltungen für Ökosystemleistungen

Während staatliche Zuschüsse für die Holzproduktion auf Skepsis stossen (siehe Kapitel Ausgleichszahlungen, S. 22), ist die Abgeltung anderer Waldleistungen weniger kontrovers. Waldeigentümer erhalten heute schon Abgeltungen für den angemessenen Unterhalt von Schutzwäldern. Ohne diese Subventionen wären Einbussen bei der Schutzwirkung dieser Wälder zu erwarten.

Auch ein Vergleich mit der Landwirtschaft würde eine Abgeltung der Ökosystemleistungen durch Direktzahlungen nahelegen (Projekt Zarin). Überhaupt haben die Forst- und die Landwirtschaft vieles gemeinsam. Beide sollen erhalten bleiben, obschon ihre Produkte zu einem grossen Teil erheblich billiger aus dem Ausland eingeführt werden können. Beide erbringen eine Vielzahl an Leistungen für die Öffentlichkeit, für die sie auf den Märkten kein Geld erhalten. Die unterschiedliche Betriebsstruktur von Land- und Forstwirtschaft dürfte allerdings verhindern, dass das Modell der staatlichen Unterstützung für die

Agrarwirtschaft auf die Forstwirtschaft übertragen werden kann, weil es bei letztgenannter nicht darum geht, Familienbetriebe zu erhalten (Workshop vom 14.04.2016).

Projekt «Den Holzmarkt verstehen: zwischen Versorgung und Multifunktionalität»

Projektverantwortliche: **Milad Zarin**, Andrea Baranzini, Mehdi Farsi

Das Hauptziel des Projekts war die Analyse der Nachfrage nach Waldleistungen und des Angebots von Holz, unter Berücksichtigung der Multifunktionalität des Waldes. Auf der Nachfrageseite wurden die unterschiedlichen Erwartungen der Bevölkerung an die Wälder untersucht. Auf der anderen Seite wurden die Effizienz der Forstbetriebe und ihr Angebotsverhalten ausgeleuchtet.

Eher vertretbar ist die Abgeltung von anerkannten Ökosystemleistungen, wenn gezeigt werden kann, dass Wälder diese Leistungen viel günstiger erbringen als entsprechende künstliche Einrichtungen, z.B. Kläranlagen oder Schutzbauten. Ein Workshop an der Fachhochschule für Wirtschaft Genf (HEG Genf) am 29.01.2016 hat aufgezeigt, wie präzise die Wissenschaft die durch Wälder erbrachten Ökosystemleistungen zu bewerten vermag. Die Schwierigkeit besteht darin, dass es in unserem Rechtssystem nicht üblich ist, eingesparte Investitionen (Ersatzkosten) denjenigen auszahlungen, dank denen diese Kosten vermieden werden konnten. Auch die Abgeltung der Leistung des Waldes als CO₂-Senke wurde von Bundesrat und Parlament abgelehnt.

Eine grössere Akzeptanz für Abgeltungen könnte wohl erreicht werden, wenn sie sich auf Kosten beschränkt, die selbst bei optimal effizient wirtschaftenden Betrieben – den «best in class» – nicht abgedeckt sind.

Fazit 16

Bei Zuschüssen der öffentlichen Hand ist Vorsicht geboten: Wenn sie nicht gezielt Ökosystemleistungen abgelten, sind sie oftmals kontraproduktiv. Sie sollten so gestaltet werden, dass sie das Unternehmertum fördern.

Neue Instrumente zur Abgeltung von Waldleistungen

Es gibt nebst der öffentlichen Hand auch andere Akteure, die von den Leistungen des Waldes profitieren. So könnte erwogen werden, Versicherungen für die finanzielle Unterstützung der Schutzwaldleistung heranzuziehen.

In einzelnen Kantonen wurden zudem Modelle umgesetzt, um einzelne Nutzergruppen des Waldes an den Kosten seiner Pflege zu beteiligen. Der Kanton Genf etwa beschränkt das Radfahren und Reiten auf bestimmte Wege, an deren Unterhalt sich die interessierten Sportvereine finanziell beteiligen. Im Kanton Solothurn wiederum erheben die Gemeinden einen sogenannten «Waldfüßler», um die Forstbetriebe für ihren Einsatz für die Pflege des Waldes und damit für die Sicherung seiner Wohlfahrtsfunktionen zu entschädigen. Auch Parkplatzgebühren könnten vermehrt erhoben werden. Solche Modelle könnten nicht nur aus Sicht der Waldwirtschaft sinnvoll sein, sondern auch dazu beitragen, in der Öffentlichkeit das Bewusstsein dafür zu schärfen, dass natürliche Ressourcen ein begrenztes, mithin nicht «kostenloses» Gut sind. So vertritt WaldSchweiz, der Dachverband der kantonalen und regionalen Waldeigentümerverbände, neu das Bild des Waldeigentümers als Gastgeber, dessen Leistungen durch den Gast zu bezahlen sind. Eine entsprechende Zahlungsbereitschaft in der Bevölkerung scheint erwiesen (siehe Kapitel Stellenwert des Waldes in der Bevölkerung, S. 10).

Fazit 17

Die Wälder erbringen eine Vielzahl von Leistungen, die von den Nutzern und Begünstigten nicht direkt entgolten werden. In der Bewertung dieser Leistungen wurden grosse Fortschritte gemacht, sodass eine wissenschaftlich abgestützte, angemessene Abgeltung möglich wäre. Sie könnte dazu beitragen, die durch Vorgaben erhöhten Holzgewinnungskosten auszugleichen. Konkret könnte das Regime der Schutzleistungsfinanzierung durch Abgeltungen für andere Ökosystemleistungen, wie bereits bei Waldreservaten, ergänzt und auf alle Wälder ausgedehnt werden, die diese Leistungen erbringen.

Verbesserungen bei der Vermarktung und den Absatzkanälen

Je nach Holzsortiment funktionieren die Märkte unterschiedlich. So ist Energieholz ein Massengeschäft, das innerhalb der Region oder allenfalls national stattfindet (rund 98% des in der Schweiz genutzten Energieholzes stammt aus der Schweiz; Quelle: WSK); die Anbieter sind dort kaum der Konkurrenz oder Währungsturbulenzen ausgesetzt. Anders ist es beim Industrie- und Rundholz, und auch das Starkholz hat mit je eigenen Problemen zu kämpfen (Workshop vom 11.03.2015).

Aufgrund der kleinteiligen Struktur der Wald- und Holzwirtschaft wird der Rohstoff Holz zwar dezen-

tral angeboten, jedoch in recht unterschiedlichen Qualitäten und meist ungenügenden Mengen eines bestimmten Sortimentes. Das ist nebst den hohen Gesteungskosten eines der Kernprobleme auf der Angebotsseite. Abhilfe könnten neue Informationstechnologien anbieten, also IT-gestützte Ernte-, Beschaffungs- und Bündelungsverfahren (Stichwort «Wald und Holz 4.0», Thees und Lemm 2009). Das im Projekt MOBSTRAT weiterentwickelte Waldszenariomodell Massimo3 wurde von Entscheidungsträgern in der Waldpolitik als nützlich beurteilt, weil es Rückschlüsse darauf zulässt, ob die eingeschlagenen Entwicklungspfade in die richtige Richtung gehen und wie sich ggf. andere Strategien der Waldbewirtschaftung auf den Wald auswirken (Workshop vom 11.03.2015). Im Team Olschewski wurde ein agentenbasiertes Modell entwickelt, mit dem das Verhalten der massgeblichen Akteure im Holzmarkt der Kantone Aargau, Bern und Graubünden nachgebildet wurde. Damit lassen sich verschiedene Holzmarktsituationen, bspw. infolge veränderter Marktstrukturen und veränderten Marktverhaltens, simulieren und die Folgen für die Holzversorgung der Abnehmer analysieren. Dies führt zu einem wesentlich besseren Verständnis des Holzmarktgeschehens und erlaubt es, Massnahmen zu seiner Beeinflussung zu beurteilen und zu optimieren. Die Erwartungen der Praxis an Modelle, mit denen mögliche Szenarien abgeschätzt werden können, sind hoch (Kostadinov et al. 2014). Diese Erwartungen konnten insofern berücksichtigt werden, als sich die Auswirkungen politischer Massnahmen frühzeitig in einer Simulation abklären lassen sollten oder auch indem bereits im Vorfeld die Folgen von ökonomischen Veränderungen abgeschätzt werden könnten (Workshop vom 14.04.2016). Aus Sicht der Praxis wurde ferner gewünscht, dass auch Daten aus weiteren Kantonen und ggf. auch regionale bis gar lokale Differenzierungen in das Modell einfließen (Workshop vom 11.03.2015). Auch diesem Anliegen konnte durch den Einbezug des Kantons Bern als weitere Fallstudienregion mit hohem Anteil von Privatwald Rechnung getragen werden. Um das agentenbasierte Modell vermehrt nutzen zu können, wird ausserdem angestrebt, eine bedienerfreundliche Oberfläche zu schaffen.

Fazit 18

Holz ist ein zu heterogenes Gut, als dass es nur einen optimalen Vermarktungsweg geben kann. Dies bedeutet aber auch, dass es für die Verarbeiter schwierig ist, die benötigten Mengen stetig zu beschaffen. Ökonomische Modelle können helfen, mögliche Auswirkungen künftiger Entwicklungen abzuschätzen.

Die Nachfrage nach Schweizer Holz stimulieren

Die Vorzüge von Holz als Baumaterial ausnutzen

Das NFP 66 festigt den guten Ruf von Holz als Baumaterial; Berichte über innovative Holzbauten – auch solchen mit mehreren Stockwerken – tun ein Weiteres. Von Bedeutung wird sein, die entsprechenden Akteure im Baugewerbe für die ökologischen Vorteile von Schweizer Holz zu sensibilisieren (z.B. Klimaneutralität oder keine Gefährdung der Biodiversität durch Holzschlag im hiesigen Wald) und darzulegen, dass der vergleichsweise höhere Preis von Schweizer Holz gerechtfertigt ist («Wald als Arbeitgeber», kürzere Transportwege und daher zusätzlich umweltfreundlich). Hilfreich wären auch Vorzeigeprojekte der öffentlichen Hand, mit denen die Vorzüge innovativer Holzbauten belegt werden könnten.

Produkte der Kaskadennutzung marktfähig machen

Angesichts der im Abschnitt auf Seite 19 dargelegten Schwierigkeiten muss eine Förderung der Kaskadennutzung sehr breit angelegt sein. Durch eine Sensibilisierung der Endkunden soll die Nachfrage nach Produkten aus einer inländischen Kaskadennutzung (z.B. Brettschichtholz) gesteigert werden. Ist eine entsprechende Preis-Sensitivität vorhanden, dürfte sich der Markt dementsprechend anpassen und neue Glieder der Holzketten in der Schweiz (wieder) entstehen. Zudem braucht es wieder mehr Betriebe, die vorverwendetes Holz verwerten könnten, auch solches, das bearbeitet wurde, und die auch flexibel genug sind, weil aus der vorangegangenen Nutzung kaum je die richtige Menge Holz für die nachfolgende Nutzung anfällt.

Fazit 19

Schweizer Holz hat auf dem Markt dann eine Chance, wenn die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile der lokalen Beschaffung vom Käufer resp. Endverbraucher erkannt werden.

Zahlungsbereitschaft für Waldreservate

Um die Artenvielfalt im Wald besser zu schützen, werden gewisse Waldgebiete unter besonderen Schutz gestellt (siehe «Waldreservate»). Die Waldeigentümer werden dafür je nach Lage mit 20 bis 60 Franken pro Hektar und Jahr entschädigt. Hochgerechnet waren dies im Jahr 2012 1,6 Millionen Franken, ein Betrag, der bis 2030 auf 3,4 Millionen Franken ansteigen könnte (Borzykowski et

al. 2017). Dass dieser Betrag nicht zu hoch ist, zeigt eine Umfrage im Rahmen des NFP 66, laut welcher die Zahlungsbereitschaft der befragten Bevölkerung für solche Reservate bei Weitem höher ausfällt (Borzykowski et al. 2017).

Wie oben erwähnt, hat diese Studie gezeigt, dass Schweizer Haushalte im Durchschnitt bereit wären, jährlich 470 bis 500 (je nach Modellspezifikation) Franken für die Verdoppelung der Waldreservate zu bezahlen.⁴ Man kann aber nicht ausschliessen, dass diese hohe Zahlungsbereitschaft auf einem Mangel an Wissen über die Vorteile, die die Waldbewirtschaftung für Biodiversität und Sicherheit bringt, beruht. Eine Aufklärung in diesem Sinne wäre wünschenswert.

Die Studie zeigt auch noch, dass die Zahlungsbereitschaft in der Stadtbevölkerung grösser ist als auf dem Land. Eine Umfrage durch dasselbe Team im Kanton Genf hatte schon gezeigt, dass die dortige Bevölkerung für Waldreservate in der ganzen Schweiz mehr zu zahlen bereit wäre als für solche im eigenen Kanton. Dies unterstützt die Mitfinanzierung der Reservate durch den Bund (Borzykowski et al. 2015).

Waldreservate

Es handelt sich um Waldflächen, bei denen der Schutz der Biodiversität allen anderen Funktionen vorangestellt wird. Naturwaldreservate werden der Natur vollständig überlassen. In Sonderwaldreservaten wird gezielt eingegriffen, um bedrohte Arten zu fördern, z.B. solche, die viel Licht und Wärme benötigen. Die Holznutzung ist in Sonderwaldreservaten nur unter strengen Bedingungen möglich, wenn sie der Artenvielfalt dient. Freizeitaktivitäten sind in Waldreservaten gestattet, solange sie der Biodiversität nicht schaden. Den Schutz stellt ein langfristiger (in der Regel 50, möglicherweise bis 99 Jahre währendender) Vertrag zwischen Eigentümer und Kanton sicher. Heute sind 4,8 Prozent der Waldfläche der Schweiz Waldreservate, 56 Prozent davon als Naturwälder und 44 Prozent als Sonderwälder. Der Anteil der Waldreservate soll unter der Waldpolitik 2020 gemäss Vereinbarung mit den Kantonen bis 2030 auf 10 Prozent zunehmen.

Fazit 20

Waldreservate sind in der breiten Bevölkerung beliebt, anscheinend besonders bei nicht direkt Betroffenen, und es besteht auch eine allgemeine Zahlungsbereitschaft für die Entschädigung der Waldeigentümer. Ein gewisser Widerspruch zum Ziel der verstärkten Holznutzung ist nicht von der Hand zu weisen, aber er ist klein, solange lediglich schwer zu bewirtschaftende Wälder unter Schutz gestellt werden.

⁴ Ökonomen nennen diese Zahlungsbereitschaft einen «Existenzwert», weil die Personen bereit sind, etwas für die Existenz der Reservate zu zahlen, ohne diese je selbst nutzen bzw. betreten zu wollen.

OFFENE FRAGEN UND WISSENSLÜCKEN

Das NFP 66 «Ressource Holz» hat viele Fragen rund um das Potenzial der Produktion und Verwendung von Schweizer Holz beantwortet. Doch es ist absehbar, dass sich im Mass, mit dem sich die gegenwärtigen Bedingungen ändern, neue Herausforderungen stellen werden. Insbesondere der Klimawandel wird den Wald als Lebensraum und Holzlieferant stark verändern.

Das NFP 66 «Ressource Holz» trägt dazu bei, die Wald- und Holzwirtschaft und das ökonomische wie auch ökologische Potenzial von Holz besser zu verstehen. Das forstwirtschaftliche System bzw. seine aktuell prägenden Marktmechanismen wird sich weiter verändern: Der Klimawandel macht sich bereits seit mehreren Jahren bemerkbar, und seine Auswirkungen auf den Wald dürften beträchtlich werden. So dürften im Mittelland, das sich durch günstige Bedingungen für eine wirtschaftliche Holzernte auszeichnet, die höheren Temperaturen und trockeneren Sommer für die – wirtschaftlich besonders nachgefragten – Fichten problematisch werden. Unter Umständen wird die Schweiz mit erheblichen Verschiebungen bei der Verfügbarkeit der Holzsortimente konfrontiert sein (Rigling et al. 2016⁵). Die im NFP 66 entwickelten Modelle könnten dabei helfen, geeignete Bewirtschaftungs- und Vermarktungsstrategien zu entwickeln, zumal das NFP 66 einem langfristigen und strategischen Fokus verpflichtet ist.

Eine weitere Wissenslücke eröffnet sich bei der Bewertung resp. Bilanzierung des in Biomasse gebundenen CO₂. Die zeitliche Lücke zwischen dem Nachwachsen der Bäume, mithin der Bindung von CO₂, und dem Freisetzen ist schwer zu handhaben bzw. zu berechnen. Kommt hinzu, dass die Systemgrenzen weitere Fragen aufwerfen, weil oftmals unklar ist, was mit Holz und Holzprodukten geschieht, die ins Ausland exportiert werden.

Die in dieser Synthese behandelten Projekte beruhen vornehmlich auf der detaillierten Analyse einzelner Fallbeispiele; bei den systemischen und

schweizweit durchgeführten Untersuchungen traten gewisse Unschärfen zutage. Gefragt wäre daher eine (nach einheitlichen Kriterien durchgeführte) Analyse über die ganze Schweiz, und zwar ausgehend von der Frage, welche Rahmenbedingungen die Holzmobilisierung erleichtern. Gleichzeitig müsste eine Analyse der Holzmobilisierung in der Schweiz regional differenzieren, weil Mentalitäten und Arbeitsweisen, die sich im Verhalten auf dem Holzmarkt niederschlagen, stark von der Region abhängen (Workshop vom 11.03.2015).

Interessant wäre ferner, zu erfahren, welche Faktoren im Holzverkauf neben dem Preis/Erlös entscheidend sind. Welches Gewicht hat bspw. der Service, etwa die Schnelligkeit, mit der bezahlt oder das Holz weggeräumt wird? Wie schwer wiegen Informationen darüber, was mit dem «entstellten» Wald geschieht? (Workshop vom 11.03.2015) Das Team Olschewski ist einigen dieser Fragen nachgegangen.

Auch wäre zu überlegen, welche Indikatoren ein gutes Mass für die Effizienz eines Forstbetriebs abgeben (nebst der Produktionsmenge, z.B. Bereitstellung von Ökosystemleistungen).

Mit Blick auf das Verhalten der Waldeigentümer, z.B. hinsichtlich ihrer Gründe für die jeweils gewählten Verkaufsstrategien, sind noch viele Fragen offen. Auch war es bisher schwierig, zwischen privaten und öffentlichen Waldeigentümern zu unterscheiden. Ferner gibt es wenig Informationen über Waldeigentümer, die ihren Wald gar nicht bewirtschaften. Schliesslich wäre es interessant, die



Abb. 6 Der Transport spielt für die Ökobilanz der Holzbeschaffung eine entscheidende Rolle.

Situation in der Schweiz mit derjenigen in Österreich, Bayern oder Savoyen zu vergleichen.

Im Verlauf der Forschung kamen verschiedene Vorschläge und Empfehlungen für Hilfs- oder Fördermassnahmen durch die öffentliche Hand auf. Sie sind auch in dieser Synthese dargestellt, denn es ist offensichtlich, dass die Waldwirtschaft eine gewisse Unterstützung benötigt. Es blieb aber bei relativ allgemeinen Vorschlägen, denn die Komplexität des betrachteten Systems liess die Erarbeitung von konkreten Vorschlägen zu einzelnen Teilaspekten zur Herausforderung werden.

Es gelang den Forschenden, mit Modellen die vielschichtige Wirklichkeit auf eine Weise abzubilden, die auch der Erfahrung der Praktiker entspricht. Dadurch stossen auch «kritische» Ergebnisse auf

Akzeptanz oder zumindest auf Interesse in der Praxis. Die Arbeit mit Fallbeispielen und/oder ein zu grober Massstab haben indes einen schweren Stand, weil hier die Repräsentativität fraglich ist. Gleichwohl sind sie nützlich, um Probleme zu untersuchen und Lösungen zu entwickeln.

Fazit 21

Die Forschenden haben nicht alle Fragen beantworten können, die sich der Wald- und Holzwirtschaft stellen; doch die erzielten Ergebnisse sind lehrreich und wurden auch von den Praktikern im regen Austausch schliesslich anerkannt. Überhaupt haben sich die vielen Workshops mit diesen als wertvoll erwiesen, indem sie dazu beitragen, dass die Forschung den wichtigen Fragen nachging und machbare und überzeugende Lösungen erarbeitet hat.

EMPFEHLUNGEN

Das NFP 66 «Ressource Holz» liefert stichhaltige und gut untermauerte Argumente, die für die verstärkte Verwendung von Schweizer Holz sprechen. Die Holzgewinnung kann regional erheblich erhöht werden, ohne die Nachhaltigkeit der Waldnutzung zu gefährden. Durch den Ausbau von Verarbeitungskapazitäten könnte Holz in mehreren Phasen vom Bau bis zur Energiegewinnung einen wichtigen Beitrag zur Verringerung des ökologischen Fussabdrucks der Schweiz beitragen.

Diese Erkenntnisse, die auch dem Aktionsplan Holz Pate standen, werden die Wald- und Holzwirtschaft nicht von einem Tag auf den anderen aus ihrer schwierigen Lage befreien. Dafür braucht es Anstrengungen aller. Hinweise auf Massnahmen haben die Projekte in diesem Programmteil gegeben, besonders in Richtung unternehmerisches Denken und professionelle Organisation.

Empfehlungen an die Waldeigentümer

Die Leistung der Schweizer Waldwirtschaft sollte gewürdigt werden; im internationalen Vergleich steht die Schweiz mit ihren ökologisch nachhaltigen Waldbewirtschaftungsmodellen und qualitativ hochwertigen Holzprodukten sehr gut da. Doch viele private und öffentliche Waldeigentümer nehmen ihren Wald nicht als ökonomische Grösse wahr. Eine Professionalisierung in der Bewirtschaftung der Wälder und grössere Effizienz beim Vertrieb sind unabdingbar.

Alle Waldeigentümer, private und öffentliche, sollten ihren Wald auch als ökonomische Ressource wahrnehmen und entsprechend bewirtschaften. Das bedingt auch strukturelle Anpassungen zu grösseren Bewirtschaftungsflächen.

Empfehlungen an die Holzindustrie

Das NFP 66 hat viele neue Wege gezeigt, wie Holz, insbesondere Laubholz, verstärkt genutzt werden und damit nicht nachhaltige Rohstoffe ersetzen kann (Syntheseberichte S1 bis S3). Diese Erkenntnisse sind schon auf dem Markt angekommen: Der Endverbrauch von Holz nimmt zu, aber die Nachfrage nach Schweizer Rohholz geht zurück. Die Vorteile von Schweizer Holz müssen besser ausgenutzt werden. Es ist immer schade, stoffliche Sortimente sofort energetisch zu verwerten. Wün-

schenswert sind neben der verstärkten Nutzung von Massivholz als Baumaterial auch der Aufbau von Kapazitäten für andere stoffliche Verwertungen, insbesondere in «Bioraffinerien», damit wieder eine Kaskadennutzung möglich wird.

Besonders vorteilhaft beim Schweizer Holz ist, dass es – im allfälligen Unterschied zu solchem, das aus entfernten Ländern oder gar aus den Tropenwäldern eingeführt wird – Umwelt und Biodiversität nicht beeinträchtigt. Anbieter von Holz und Holzprodukten sollten diese Erkenntnisse nutzen, um für die Verwendung von Schweizer Holz zu werben und das Verständnis für die vergleichsweise höheren Preise zu wecken.

Es gilt, überzeugende und konkurrenzfähige Produkte zu entwickeln, die die Nachfrage nach Schweizer Holz zu stimulieren vermögen; insbesondere mit Blick auf das Laubholz sind stoffliche Verwertungsmöglichkeiten zu schaffen, damit dieses mehrstufig verwendet werden kann.

Empfehlungen an die Politik

Die Rahmenbedingungen für eine ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftung können noch verbessert werden, möglicherweise mit einer verstärkten Unterstützung durch die öffentliche Hand. Die Wald- und Holzbranche erbringt der Allgemeinheit viele Dienstleistungen, die nur zum Teil abgegolten werden. Die Bevölkerung ist verstärkt über die Vorteile einer naturnahen Bewirtschaftung der Wälder für Artenvielfalt und Schutz vor Naturgefahren aufzuklären, damit sie den positiven Einfluss der Holzproduktion auf die Schweizer Natur erkennt.

Die Affinität zum Schweizer Wald sollte sich verstärkt auch in der Vorliebe für Schweizer Holzprodukte in ihren unterschiedlichen Ausprägungen niederschlagen.

LITERATURANGABEN

Abegg, Meinrad, Brändli, Urs-Beat, Cioldi, Fabrizio, Fischer, Christoph, Herold-Bonardi, Anne, Huber Markus, Keller, Markus, Meile, Rolf, Rösler, Erik, Speich, Simon, Traub, Berthold, Vidondo, Beatriz (2014), Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnistabelle Nr. 196345, Jährliche Nutzung, und Nr. 207470, Waldfläche., Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. (doi:10.21258/1040871 und 10.21258/1057000)

BAFU, Bundesamt für Umwelt BAFU (2016), Jahrbuch Wald und Holz 2015, Bern.

Baranzini, Andrea, Borzykowski, Nicolas, Maradan, David (2015), La forêt vue par les Genevois: perceptions et valeurs économiques de la forêt, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166(5), September/Oktober, S. 306–313. (Forschungsteam Zarin)

BFE, Bundesamt für Energie (2016), Schweizerische Holzenergiestatistik, Erhebung für das Jahr 2015, Bern

Biollaz, Serge (2013), Stand der Technik und Trend bei der Erzeugung von Strom und Treibstoffen aus Holz, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 164(2), 368–407.

Borzykowski, Nicolas, Baranzini, Andrea, Maradan, David (2014), Enquête sur la perception de la forêt par la population suisse, mimeo, décembre. (Forschungsteam Zarin)

Borzykowski, Nicolas, Baranzini, Andrea, Maradan, David (2015), «Scope effects in contingent valuation: does the statistical distribution assumption matter?», Cahier de recherche No HES-SO/HEG-GE/C-15/1/1-CH, Genève: Haute école de gestion de Genève. (doi: 10.2139/ssrn.2663289) (Forschungsteam Zarin)

Borzykowski, Nicolas, Baranzini, Andrea, Maradan, David (2016), A travel cost assessment of the demand for recreation in Swiss forests, mimeo, 25 August. (Forschungsteam Zarin)

Borzykowski, Nicolas, Baranzini, Andrea, Maradan, David (2017), Y a-t-il assez de réserves forestières en Suisse? Une évaluation contingente, Economie Rurale 359. (Forschungsteam Zarin)

Borzykowski, Nicolas, Kacprzak, Alicja (2016), «Multifonctionnalité et production de bois suisse: entente ou conflit?», mimeo. (Forschungsteam Zarin)

Brügger, Joseph (2016), Was ist die kleinste autonom funktionierende Forstbetriebseinheit?, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 167(4), 213–216.

Bürgi, Patric, Pauli Bernhard, Burri Roland (2016) Sinkende Erlöse wegen Frankenschock. Methoden und Ergebnisse Forstwirtschaftliches Testbetriebsnetz 2015. Wald und Holz. 11/16: 22–24.

Caduff, Marloes, Huijbregts, Mark A.J., Köhler, Annette, Althaus, Hans-Jörg, Hellweg, Stefanie (2014), Scaling Relationships in Life Cycle Assessment: The Case of Heat Production from Biomass and Heat Pumps, Journal of Industrial Ecology 18(3), 393–406. (doi: 10.1111/jiec.12122). (Forschungsteam Hellweg)

Chaudhary, Abhishek (2015), Towards Improved Assessment of Environmental Impacts Embodied in Agricultural and Forestry Products, PhD. Dissertation Nr. 23119, ETH Zurich, Switzerland. (Forschungsteam Hellweg)

Chaudhary, Abhishek, Hellweg, Stefanie (2014), Including Indoor Off-gassed Emissions in the Life Cycle Inventories of Wood Products, Environ. Sci. Technol 48(24), 14607–14614. (doi: 10.1021/es5045024) (Forschungsteam Hellweg)

Chaudhary, Abhishek, Verones, Francesca, de Baan, Laura, Hellweg, Stefanie (2015), Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity: Combining Species-Area Models and Vulnerability Indicators, Environ. Sci. Technol. 49(16), 9987–9995. (doi: 10.1021/acs.est.5b02507) (Forschungsteam Hellweg)

Chaudhary, Abhishek, Burivalova, Zuzana, Koh, Lian Pin, Hellweg, Stefanie (2016a), Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs, Scientific Reports 6, Nr. 23954. (doi: 10.1038/srep23954). (Forschungsteam Hellweg)

Chaudhary, Abhishek, Pfister, Stefan, Hellweg, Stefanie (2016b), Spatially Explicit Analysis of Biodiversity Loss due to Global Agriculture, Pasture and Forest Land Use from a Producer and Consumer Perspective, Environ. Sci. Technology 50(7), 3928–3936. (10.1021/acs.est.5b06153) (Forschungsteam Hellweg)

Farsi, Mehdi, Krähenbühl, Géraud (2015), L’approvisionnement en bois brut dans un marché de concurrence imparfaite, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 166(5), 299–305. (doi: 10.3188/szf.2015.0299) (Forschungsteam Zarin)

Fischlin, Andreas, Buchter, Bernhard, Matile, Luzi, Hofer, Peter, Taverna, Ruedi (2006), CO₂-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft – Anrechnung im Rahmen des Kyoto-Protokolls, Umwelt-Wissen Nr. 0602, Bundesamt für Umwelt, Bern.

- GEO-Partner AG (2011), Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald – Berechnung des nutzbaren Potenzials nach Szenarien 2007–2036, Technischer Bericht im Auftrag des BAFU, 8. August.
- Grober, Ulrich (2010), Die Entdeckung der Nachhaltigkeit – Kulturgeschichte eines Begriffs, Verlag Antje Kunstmann, München.
- von Grünigen, Stefan, Montanari, Daniel, Ott, Walter (2014), Wert der Erholung im Schweizer Wald. Schätzung auf Basis des Waldmonitorings soziokulturell (WaMos 2), Umwelt-Wissen Nr. 1416, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Heeren, Niko, Mutel, Christopher L., Steubing, Bernhard, Ostermeyer, York, Wallbaum, Holger, Hellweg Stefanie (2015), «Environmental Impact of Buildings – What Matters?» Environ. Sci. Technology 49, no. 16, 9832–9841. (doi: 10.1021/acs.est.5b01735) (Forschungsteam Hellweg)
- Heeren, Niko, Hellweg, Stefanie (2016), Tracking construction material over space and time: Prospective and geo-referenced modeling of building stocks and flows, mimeo, Submitted. (Forschungsteam Hellweg)
- Höglmeier, Karin, Steubing, Bernhard, Weber-Blaschke, Gabriele, Richter, Klaus (2015), LCA-based optimization of wood utilization under special consideration of a cascading use of wood, Journal of Environmental Management 152, 158–170. (doi: 10.1016/j.jenvman.2015.01.018) (Forschungsteam Hellweg)
- Holm, Stefan (2011), Design und Implementierung eines agentenbasierten Modells des Schweizer Energieholzmarktes, Masterarbeit Universität Zürich, Informatics and Sustainability Group. (Forschungsteam Olschewski)
- Holm, Stefan, Lemm, Renato, Thees, Oliver, Hilty, Lorenz (2016), Enhancing agent-based models with discrete choice experiments, Journal of Artificial Societies and Social Simulation, 19(3). (Doi: 10.18564/jasss.3121) (Forschungsteam Olschewski)
- Kimmich, Christian, Fischbacher, Urs (2016), Behavioral determinants of supply chain integration and coexistence, Journal of Forest Economics 25, 55–77. (Forschungsteam Olschewski)
- Kostadinov, Fabian, Holm, Stefan, Steubing, Bernhard, Thees, Oliver, Lemm, Renato (2014), Simulation of a Swiss wood fuel and roundwood market: An explorative study in agent-based modeling, Journal of Forest Policy and Economics 38, 105–118. (Forschungsteam Olschewski)
- Krähenbühl, Géraud (2015), Supply analysis of the forest industry, Working paper, University of Neuchâtel. (Forschungsteam Zarin)
- Krähenbühl, Géraud (2016), Multi-Output Cost Analysis of the Swiss Forest Industry, Working paper, University of Neuchâtel. (Forschungsteam Zarin)
- Lehner, Ludwig, Kinnunen, Hiltrud, Weidner, Ulrich, Lehner, Jakob (2014), Analyse und Synthese der Wertschöpfungskette (WSK) Wald und Holz in der Schweiz, Technischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, finanziert durch den Aktionsplan Holz, Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Mack, J. Alexander K. (2015), Une analyse non paramétrique de l'efficacité technique des exploitations forestières suisses, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166(2), 97–103. (doi: 10.3188/szf.2015.0097) (Forschungsteam Zarin)
- Niederer, Ruedi, Bill, Marc (2015), Entwicklung der Rohholzpreise und der Lohnkosten in der Forstwirtschaft: Eine Zeitreihe von 1919/1939 bis 2014, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt mit Unterstützung von Waldwirtschaft Schweiz, Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Wirtschaft, Olten.
- Nussbaumer, Thomas (2013), Entwicklungstrends der Holzenergie und ihre Rolle in der Energiestrategie 2050, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 164(2), 389–397.
- Olschewski, Roland (2013), How to value protection from natural hazards – a step-by-step discrete choice approach, Natural Hazards and Earth System Sciences 13(4), 913–922.
- Olschewski, Roland, Schaller, Markus, Dittgen, Alexandra, Lemm, Renato, Kimmich, Christian, Markovic, Jelena, Thees, Oliver (2015), Marktverhalten öffentlicher Forstbetriebe in Graubünden und im Aargau, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166(5), 282–290. (doi: 10.3188/szf.2015.0282) (Forschungsteam Olschewski)
- Olschewski, Roland, Thees, Oliver (2015a), Anbieterverhalten auf dem Holzmarkt, Bündner Wald 4, 47–49. (Forschungsteam Olschewski)
- Olschewski, Roland, Thees, Oliver (2015b), «Wie lässt sich die Holzversorgung in der Schweiz verbessern?», Berner Wald 4, 15–16. (Forschungsteam Olschewski)
- Ostermeyer, York, Nägeli, Claudio, Heeren, Niko, Wallbaum, Holger (2016), Building Inventory and Refurbishment Scenario database development for Switzerland, Journal of Industrial Ecology, accepted. (Forschungsteam Hellweg)
- Rigling, Andreas, Bugmann, Harald, Rebetz, Martine, Körner, Christian (2016), Wald, in: Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hrsg.), Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven, Kap. 2.9, Swiss Academies Reports, Bern, 106–110.
- Stadelmann, Golo, Herold, Anne, Didion, Markus, Vidondo, Beatriz, Gómez, Andrés, Thürig, Esther (2016), Holzertepotenzial im Schweizer Wald: Simulation von Bewirtschaftungsszenarien, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 167(3), 152–161. (doi: 10.3188/szf.2016.0152) (Forschungsteam Brang)
- Stadelmann, Golo, Temperli, Christian, Conedra, Marco, Gómez, Andrés, Brang, Peter (2015), Möglichkeiten zur Holzmobilisierung im Tessiner Kastaniengürtel, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166(5), 291–298. (doi: 10.3188/szf.2015.0291) (Forschungsteam Brang)
- Steubing, Bernhard (2013), Die Ökobilanz der energetischen Holzverwertung: Faktoren für einen hohen ökologischen Nutzen, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 164, 408–419. (Forschungsteam Hellweg)

Steubing, Bernhard, Suter, Florian, Heeren, Niko, Chaudhary, Abhishek, Ostermeyer, York, Hellweg, Stefanie (2015), Welches sind die ökologischsten Holzverwendungen?, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 166(5), 335–338. (doi: 10.3188/szf.2015.0335) (Forschungsteam Hellweg)

Steubing, Bernhard, Mutel, Christopher L., Suter, Florian, Hellweg, Stefanie (2016), Streamlining scenario analysis and optimization of key choices in value chains using a modular LCA approach, The International Journal of Life Cycle Assessment 21, 510–522. (Forschungsteam Hellweg)

Suter, Florian (2016), To use or not to use: Environmental effects of wood utilization in Switzerland. Dissertation No. 23753, ETH Zürich. (Forschungsteam Hellweg)

Suter, Florian, Steubing, Bernhard, Hellweg, Stefanie (2016), Life Cycle Impacts and Benefits of Wood along the Value Chain: The case of Switzerland, accepted by Journal of Industrial Ecology. (Forschungsteam Hellweg)

Taverna Ruedi, Gautschi, Michael, Hofer, Peter (2016), Das nachhaltig verfügbare Holznutzungspotenzial im Schweizer Wald, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 167(3), 162–171.

Temperli, Christian, Stadelmann, Golo, Thürig, Esther Brang, Peter (2017a), Silvicultural Strategies for Increased Timber Harvesting in a Mountain Landscape, European Journal of Forest Research, in revision.

Temperli, Christian, Stadelmann, Golo, Thürig, Esther Brang, Peter (2017b), Balancing Timber Mobilization and Biodiversity Conservation in Low Elevation Mixed Forests in Switzerland: An Inventory-Based Scenario Analysis, European Journal of Forest Research, in review.

Thees, Oliver, Lemm, Renato (Hrsg.) (2009), Management Zukunftsfähige Waldnutzung. Grundlagen, Methoden und Instrumente, Vdf Verlag, Zürich.

Thees, Oliver, Kaufmann, Edgar, Lemm, Renato, Bürge, Anton (2013), Energieholzpotenziale im Schweizer Wald, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 164(2), 351–364. (Forschungsteam Olschewski)

Thees, Oliver (2016), «Migros-Wald» oder Märchenwald?, Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 167(4), 200–204. (Forschungsteam Olschewski)

Verones, Francesca, Huijbregts, Mark A., Chaudhary, Abhishek, de Baan, Laura, Koellner, Thomas, Hellweg, Stefanie (2015), Harmonizing the assessment of biodiversity effects from land and water use within LCA, Environ. Sci. Technol. 49(6), 3584–3592. (doi:10.1021/es504995r) (Forschungsteam Hellweg)

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

Robotergestützte Assemblierung komplexer Holztragwerke

Kohler Matthias, ETH Zürich

Akustisch optimierte Deckenkonstruktion aus Hartholz

Krajčiči Lubos, Soundtherm GmbH

Kleberverbindungen in Tragwerkselementen aus Laubholz

Niemz Peter, ETH Zürich

Erdbebengerechtes Holztragwerk für mehrgeschossige Bauwerke

Steiger René, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)

Bemessung geklebter Verbindungen im Holzbau

Vasilopoulos Anastasios, EPF Lausanne

Holz und Holz-Leichtbeton als Baustoffe der Zukunft?

Zwicky Daia, Hochschule für Technik und Architektur, Freiburg



Dialogfeld und Synthese 2: Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie

Heissgasreinigung macht die Umwandlung von Holz in Gas wirtschaftlicher
Biollaz Serge, Paul Scherrer Institut (PSI)

Aufspaltung von Lignin zur Herstellung aromatischer Verbindungen
Corvini Philippe, Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz

Simultane Umwandlung von Holz in chemische Grundprodukte
Dyson Paul, EPF Lausanne

Wood2Chem: Eine Informatikplattform für die Entwicklung der Bioraffinerie
Maréchal François, EPF Lausanne

Herstellung von hochreinem Wasserstoff aus Holz
Müller Christoph, ETH Zürich

Optimierte Rostfeuerungen für Holzbrennstoffe
Nussbaumer Thomas, Hochschule Luzern

Kombinierte Herstellung von Treibstoffen und Chemikalien aus Holz
Rudolf von Rohr Philipp, ETH Zürich

Prozessoptimierung für synthetisches Erdgas aus Holz
Schildhauer Tilman, Paul Scherrer Institut (PSI)

Entwicklung künstlicher Proteine für eine bessere chemische Nutzung von Holz
Seebeck Florian, Universität Basel

Ethanol als Benzinersatz: Wie Treibstoff effizient aus Holz gewonnen werden kann
Studer Michael, Berner Fachhochschule, Zollikofen

Freie Radikale im Lignin als Schlüssel zur Herstellung «grüner» Chemikalien
Vogel Frédéric, Paul Scherrer Institut (PSI)



Dialogfeld und Synthese 3: Innovative holzbasierte Materialien

Holz und Holzwerkstoffe mit verbesserten Eigenschaftsprofilen für den Holzbau
Burgert Ingo, ETH Zürich

Nanotechnologie im Dienste der Holzkonservierung
Fink-Petri Alke Susanne, Universität Freiburg

Behandlung von Holzoberflächen mit Hilfe von Photoinitiatoren
Grützmaker Hansjörg, ETH Zürich

Extraktion von Tanninen aus Rinden heimischer Nadelhölzer
Pichelin Frédéric, Berner Fachhochschule, Biel

Ultraleichte bio-basierte Holzwerkstoffplatte mit Schaumkern
Thoemen Heiko, Berner Fachhochschule, Biel

UV-Selbstschutz von Holzoberflächen durch Cellulosefasern
Volkmer Thomas, Berner Fachhochschule, Biel

Neue Verarbeitungsmethoden für Cellulose-Nanokomposite
Weder Christoph, Universität Freiburg

Nanofibrillierte Zellulose (NFC) in Holzbeschichtungen
Zimmermann Tanja, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)



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)

Ökologische Nutzung der Holzressourcen in der Schweiz
Hellweg Stefanie, ETH Zürich

Ökonomische Analyse Schweizer Holzmärkte
Olschewski Roland, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)

Den Holzmarkt verstehen: zwischen Versorgung und Multifunktionalität
Zarin-Nejadan Milad, Universität Neuenburg

IMPRESSUM

Autorenteam:

Dr. Lucienne Rey, texterey, Bern
Prof. Philippe Thalmann, EPF Lausanne

Empfohlene Zitierweise:

Lucienne Rey, Philippe Thalmann (2017): Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung, Thematische Synthese im Rahmen 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».



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

Koordinatorin der Synthese und des Dialogfeldes «Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung»:

Dr. Krisztina Beer-Toth, IC Infraconsult, Bern

Mitglieder der Begleitgruppe und des Sounding Board dieser Teilsynthese:

Prof. Stefanie Hellweg, ETHZ; Prof. Roland Olschewski, WSL; Dr. Peter Brang, WSL; Dr. Oliver Thees, WSL; Prof. Milard Zarin, Universität Neuenburg; Ulrike Krafft, BAFU; Thomas Abt; Konferenz für Wald, Wildtiere und Landschaft, Bern; Hans Gerber, Wald Schweiz, Solothurn.

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)

Layout und Grafik:

cR Kommunikation, Zürich;
Alber Visuelle Kommunikation, Zürich

Übersetzung: Trad8, Delémont

Bilder: Fotolia

Für die erwähnten Forschungsergebnisse sind die jeweiligen Forschungsteams verantwortlich, für die Synthesen und die Empfehlungen die Autorenteam, deren Auffassung nicht notwendigerweise mit derjenigen des Schweizerischen Nationalfonds, der Mitglieder der Leitungsgruppe oder der Begleitgruppen übereinstimmen muss.

Im Schweizer Wald wächst derzeit mehr Holz nach als genutzt wird. Die vorliegende Synthese zeigt auf, wie eine vermehrte Holznutzung dazu beitragen könnte, den ökologischen Fussabdruck der Schweiz gleich auf mehrfache Weise zu verkleinern – und sie belegt auch, dass hierzulande die Holzgewinnung nicht mit dem Erhalt der anderen Waldfunktionen in Widerspruch steht.