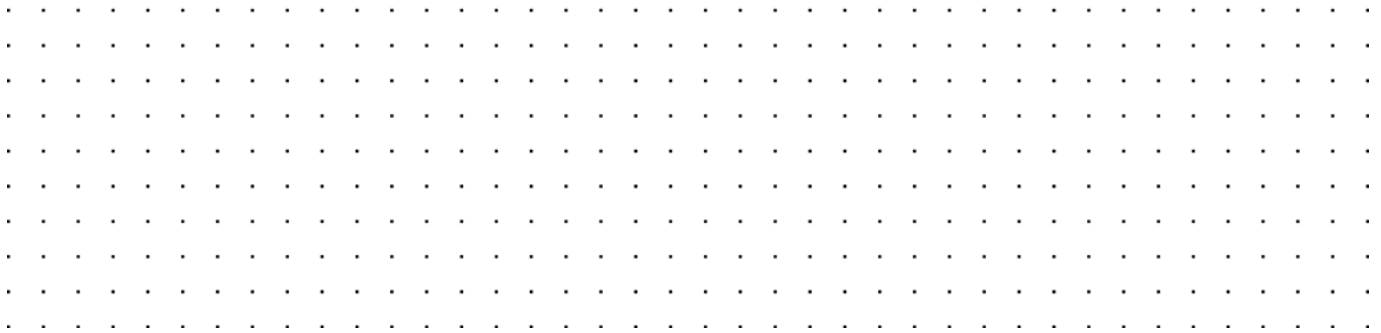
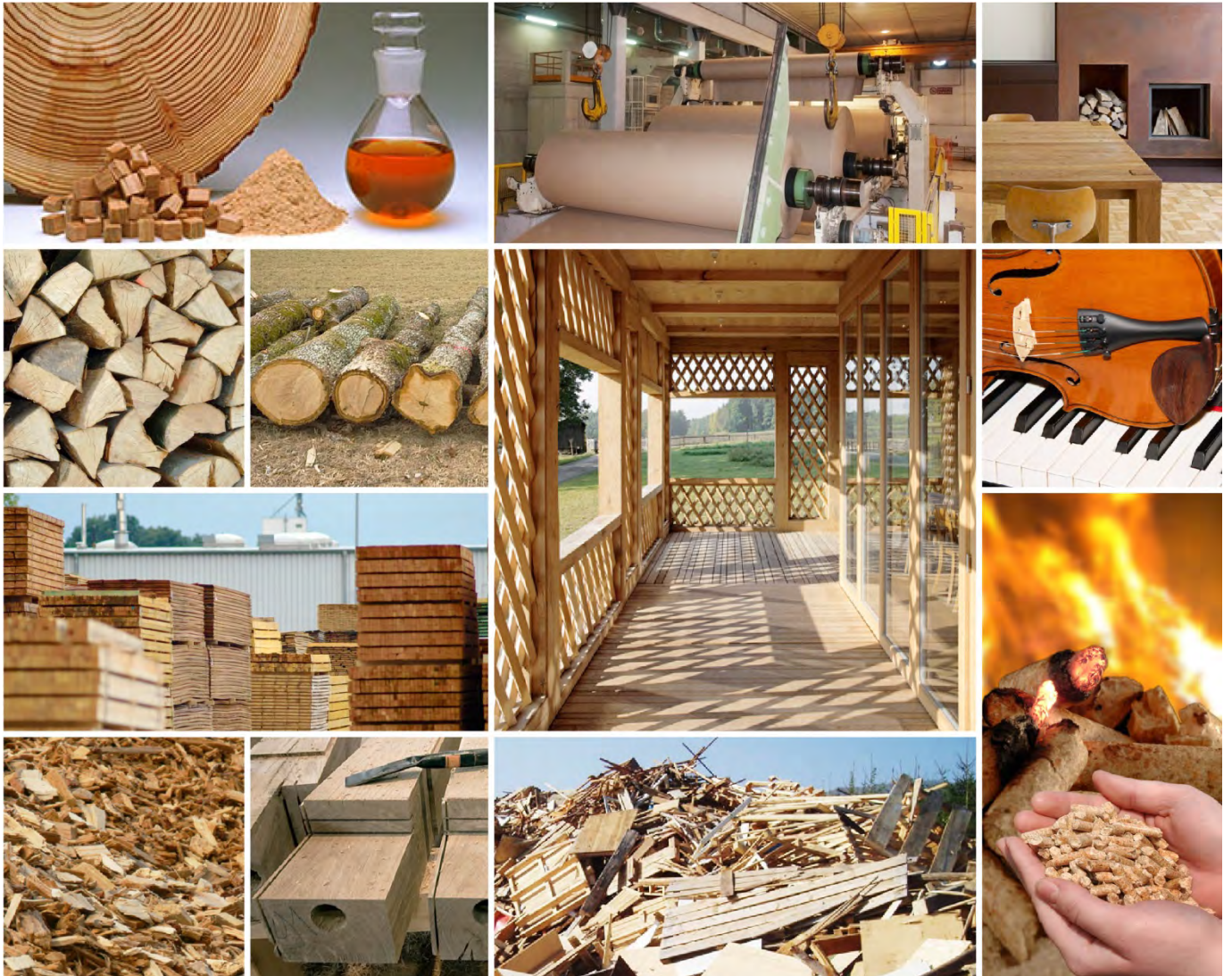


Inländische Wertschöpfung bei der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz

Schlussbericht
Dezember 2013



Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Wald, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autorinnen und Autoren

Ernst Basler + Partner: Katrin Bernath, Nana von Felten, Benjamin Buser

Interface – Politikstudien Forschung Beratung: David Walker

Projektleitung BAFU und Begleitgruppe

BAFU: Claire-Lise Suter, Ulrike Krafft, Tatiana Pasi, Alfred Kammerhofer, Christian Hochstrasser

BFS: Franz Murbach (BFS)

Hinweis: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Fotos Titelblatt: Roland Bernath (bernath + widmer Architekten), Fotolia, HFM TU München, Ernst Basler + Partner

Ernst Basler + Partner AG
Zollikerstrasse 65
8702 Zollikon
Telefon +41 44 395 11 11
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Druck: 4. Juli 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Projektziele und Vorgehen	1
2	Grundlagen.....	3
2.1	Begriffe.....	3
2.2	Systemabgrenzung.....	5
2.3	Übersicht über bestehende Untersuchungen	6
3	Analyse Wertschöpfungsketten: Vorgehen.....	19
3.1	Berechnungsmodell.....	19
3.2	Stufen der Wertschöpfung und Produktegruppen	20
3.3	Mengen.....	21
3.4	Ökonomische Datengrundlagen	26
4	Analyse Wertschöpfungsketten: Resultate	31
4.1	Wertschöpfung	31
4.2	Beschäftigung.....	35
4.3	Fazit Wertschöpfungsketten	36
5	Wirkungsmodell.....	43
5.1	Aufbau und Beschreibung des Wirkungsmodells.....	43
5.2	Verknüpfung des Wirkungsmodells mit der Analyse der Wertschöpfungsketten ..	47
6	Exemplarische Beurteilung anhand eines Analyserasters.....	51
6.1	Vorgehen.....	51
6.2	Auswirkungen nach Kriterien.....	53
6.3	Fazit zur Beurteilung anhand Analyseraster.....	61
7	Synthese.....	63
7.1	Zentrale Erkenntnisse.....	63
7.2	Ausblick.....	64

Anhänge

- A1 Literatur und Datengrundlagen
- A2 Wertschöpfungsstufen und Produktegruppen
- A3 Resultate nach Wertschöpfungsstufen (für 2010)
- A4 Resultate dem Wirkungsmodell zugeordnet
- A5 Relevanz der Kriterien zur Beurteilung der energetischen und stofflichen Verwendung von Holz

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Nachfrage nach Produkten der Wald- und Holzwirtschaft in Werten und Mengen (Quelle: Peter et al. 2001).....	7
Abbildung 2	Entwicklung Holzpreise 1997-2012(Quelle: BAFU 2012; Basis Holzpreisstatistik BFS) 11	
Abbildung 3	Entwicklung der Energiepreise für Produzenten und Importeure (real, indexiert) (Quelle: BFE 2011, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010)	12
Abbildung 4	Index Produzentenpreise (Basis Dez. 2010 = 100) (Quelle: BFS).....	13
Abbildung 5	Index ausgewählter Baupreise (Basis Okt. 2010 = 100) (Quelle: BFS)	14
Abbildung 6	Index Bruttoproduktionswert verschiedener Branchen (Basis 2001 = 100) (Quelle: BAFU 2011a)	15
Abbildung 7	Mengen nach Wertschöpfungsstufen getrennt nach stofflicher und energetischer Verwendung in Tausend Kubikmeter feste Holzmasse (Jahr 2010) 26	
Abbildung 8	Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Mio. CHF nach Wertschöpfungsstufen (Jahr 2010).....	32
Abbildung 9	Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Franken pro Kubikmeter feste Holzmasse nach Produktionsstufen (Jahr 2010) 33	
Abbildung 10	Direkte und indirekte Wertschöpfung der energetischen Verwendung von Holz in Mio. CHF (Basisjahr 2010)	34
Abbildung 11	Direkte und indirekte Wertschöpfung der stofflichen Verwendung von Holz in Mio. CHF (Basisjahr 2010)	35
Abbildung 12	Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) nach Wertschöpfungsstufen (Basis-jahr 2010)	36
Abbildung 13	Normatives Wirkungsmodell der Wertschöpfungsprozesse zur stofflichen und energetischen Verwendung von Holz	44
Abbildung 14	Mengen, Produktionswert, Wertschöpfung und Beschäftigung dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010).....	49
Abbildung 14	Mengen in 1'000 m ³ dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010).....	3

Abbildung 15 Produktionswert in Mio. CHF dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010).....	4
Abbildung 16 Wertschöpfung in Mio. CHF dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)	5
Abbildung 17 Beschäftigung in VZÄ dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010).....	6

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Stofflicher und energetischer Holzverbrauch, Entwicklung 1996 bis 2009.....	9
Tabelle 2 Wichtigste Quellen für die Berechnung der Mengen nach Wertschöpfungsstufen ..	22
Tabelle 3 Mengen nach Wertschöpfungsstufen getrennt nach stofflicher und energetischer Verwendung in Mio. m ³ feste Holzmasse.....	24
Tabelle 4 Vergleich der Wertschöpfung (in Mio. CHF) mit den Resultaten der Branchenstudie (Peter et al. 2001)	39
Tabelle 5 Übersicht über wertschöpfungsrelevante Entscheidungen mit ihren wichtigsten Einflussfaktoren	46

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BIP	Bruttoinlandprodukt
BWS	Bruttowertschöpfung
IOT	Input-Output-Tabelle
m ³	Kubikmeter
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques
VOBU	Volkswirtschaftliche Beurteilung
VZÄ	Vollzeitäquivalent

WKK Wärmekraftkopplung

ZPK Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die Nachfrage nach Holz als breit einsetzbarer Rohstoff steigt. Nebst der stofflichen Nutzung wurde Holz in den letzten Jahren zunehmend als erneuerbarer Energieträger für die Produktion von Wärme und Strom verwendet. Angesichts der aktuellen energiepolitischen Entwicklungen in der Schweiz und in der EU steigen die Bedeutung erneuerbarer Energien und damit auch die Nachfrage nach Energieholz. Auch bei der stofflichen Verwendung ist mit einem Nachfragewachstum zu rechnen, wie eine umfassende Studie zu Rohstoffaufkommen und Holznachfrage in Europa zeigt (Mantau et al. 2010). Die Nachfrage wird getrieben durch neue und verbesserte Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten sowie durch klima- und energiepolitische Regulierungen. Mit einer verstärkten stofflichen Nutzung von Holz im Bauwesen soll der Verbrauch von grauer Energie im Vergleich zum Einsatz von Stahl oder Beton reduziert werden. Die energetische Nutzung von Holz trägt zu einer Substitution fossiler Energieträger bei.

Vor diesem Hintergrund besteht das Bedürfnis, die Wertschöpfungsketten von Holz und die mit verschiedenen Verwendungen verbundene Wertschöpfung zu kennen. Für den Bund stellt sich die Frage, wie die Wertschöpfung von stofflichen und energetischen Verwendungen aus volkswirtschaftlicher Sicht zu beurteilen ist. Vor diesem Hintergrund hat die Abteilung Wald des Bundesamtes für Umwelt BAFU ein Projekt zur Erarbeitung von Grundlagen zur Wertschöpfung und der damit verbundenen Beschäftigung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Auftrag gegeben.

1.2 Projektziele und Vorgehen

Die Ziele des Projektes lauten wie folgt:

1. Die Wertschöpfung der energetischen und der stofflichen Verwendung von Holz ist abgeschätzt.
2. Einflussfaktoren, welche die Wertschöpfung in der energetischen und stofflichen Verwendung beeinflussen, sind aufgezeigt.

3. Ein Analyseraster ist entwickelt, welches es ermöglicht, die Wertschöpfung unter Einbezug weiterer Kriterien in die volkswirtschaftliche Beurteilung von stofflicher und energetischer Verwendung von Holz einzureihen.

Diese Projektziele wurden in mehreren Arbeitsschritten bearbeitet. Das Vorgehen und die Resultate dieser Schritte sind im vorliegenden Bericht dokumentiert.

Als erster Arbeitsschritt werden methodische Fragen geklärt und bestehende Daten zur stofflichen und energetischen Holzverwendung ausgewertet (Kapitel 2). Der Schwerpunkt der Studie liegt in der quantitativen Schätzung der Wertschöpfung. Dazu werden zuerst das Vorgehen und die Datengrundlagen beschrieben (Kapitel 3) und anschliessend die Resultate dargestellt (Kapitel 4). In einem Wirkungsmodell werden die Einflussfaktoren aufgezeigt, welche die Wertschöpfung beeinflussen (Kapitel 5). Schliesslich wird ein Analyseraster entwickelt, mit dem eine Abwägung zwischen stofflicher und energetischer Verwendung von Holz anhand weiterer Kriterien möglich ist (Kapitel 6). In der abschliessenden Synthese werden die zentralen Erkenntnisse zusammengefasst und Folgerungen abgeleitet (Kapitel 7).

2 Grundlagen

Als Grundlagen für die Analysen der Wertschöpfungsketten werden Fragen zu zentralen Begriffen (Kap. 2.1) und zur Systemabgrenzung (Kap. 2.2) geklärt. Eine Übersicht über bestehende Untersuchungen zeigt, welche Daten und Studien zum Vergleich stofflicher oder energetischer Verwendung aktuell vorliegen und welche Erkenntnisse sich daraus ableiten lassen (Kap. 2.3).

2.1 Begriffe

Ein zentraler Begriff für volkswirtschaftliche Bewertungen ist die **Wertschöpfung**. Bei der Analyse der Wertschöpfung wird unterschieden zwischen direkten und indirekten Effekten.

- *Wertschöpfung / Bruttowertschöpfung*: Wertschöpfung bezeichnet den Mehrwert, der im Zuge einer wirtschaftlichen Tätigkeit anfällt. Der Mehrwert wird dazu verwendet die beteiligten Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Boden zu entgelten sowie durch Abschreibungen die Wiederbeschaffung der Anlagen sicherzustellen.
Nach ökonomischer Definition wird der hier beschriebene Mehrwert als *Bruttowertschöpfung* bezeichnet, in der vorliegenden Studie verwenden wir dafür kurz den Begriff *Wertschöpfung*.
- *Bruttoproduktionswert*: Der Bruttoproduktionswert entspricht ungefähr dem Umsatz (in CHF). Werden die Vorleistungsbezüge vom Bruttoproduktionswert abgezogen, resultiert die Bruttowertschöpfung. Für den Bruttoproduktionswert werden auch die abgekürzten Begriffe Bruttoproduktion oder Produktionswert verwendet.
- *Direkte Effekte*: Als direkte Effekte bezeichnen wir die Wertschöpfung der Unternehmen, die im Bereich der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung, der Herstellung von Produkten für den Endverbrauch sowie der Energieerzeugung aus Holz tätig sind.¹⁾
- *Indirekte Effekte*: Durch den Bezug von Vorleistungen lösen die Unternehmen der Wald- und Holzwirtschaft indirekte Wertschöpfungseffekte in vor- und nachgelagerten Branchen aus (z.B. Hersteller von Erntemaschinen, Heizungsanlagen, etc.). Zudem werden umfangreiche Anteile der Wertschöpfung für Einkommenszahlungen aufgewendet, die den

1) Zu den Branchen der Wald- und Holzwirtschaft vgl. Peter et al. (2001: 47). Nicht berücksichtigt sind dort Unternehmen der Energiebranche.

privaten Haushalten Konsummöglichkeiten bieten. Die durch Vorleistungsbezüge und induzierte Konsumausgaben ausgelösten Impulse werden als indirekte Effekte bezeichnet.

- *Arbeitsproduktivität:* Die Arbeitsproduktivität entspricht der Bruttowertschöpfung (BWS) pro Arbeitsinput. Sie dient dazu, die Effizienz des Arbeitsinputs im Produktionsprozess zu messen. In der vorliegenden Studie entspricht die Arbeitsproduktivität der Bruttowertschöpfung zu laufenden Preisen pro Beschäftigte und wird in CHF pro Vollzeitäquivalent (VZÄ) ausgedrückt.
- *Vorleistungen:* Die Vorleistungen entsprechen dem Wert der Waren und Dienstleistungen, die als Input für den Produktionsprozess verbraucht werden (Energie, Miete etc.).²⁾ Zu den Vorleistungen gehören beispielsweise Elektrizitätskosten für den Betrieb von Maschinen, wie auch die Kosten für die Maschine und für das verarbeitete Holz. Die Vorleistungen entsprechen der Differenz zwischen dem Bruttoproduktionswert und der Wertschöpfung.

Exkurs: Wertschöpfung als ökonomisches Messkonzept

Wertschöpfung wird in volkswirtschaftlichen Analysen als ökonomisches Messkonzept verwendet. Die in monetären Grössen ausgedrückte Wertschöpfung stellt eine gemeinsame Messgrösse dar. Anhand von branchenspezifischen Produktivitätsfaktoren können zusätzlich die Auswirkungen auf die Beschäftigung berechnet werden. In der Waldwirtschaft sind dabei auch die Tätigkeiten für den Eigenbedarf (z.B. Energieholznutzung durch Private in deren Wald) zu berücksichtigen, welche nicht über Markttransaktionen erfasst werden. In der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung (FGR) ist die Nichtmarktproduktion für die Eigenverwendung inbegriffen.³⁾

Weitere Beurteilungskriterien

Wertschöpfung ist ein wichtiges, aber nicht das einzige Kriterium zur Beurteilung und den Vergleich der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz aus volkswirtschaftlicher Perspektive. Über die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte hinaus sind weitere volkswirtschaftliche Auswirkungen von Bedeutung. Diese Auswirkungen sind oft nur qualitativ erfassbar. Ein Rahmen für deren Beurteilung bieten die Kriterien der VOB⁴⁾. In der vorliegenden Untersuchung sollen über die Wertschöpfung hinausgehende Wirkungen anhand von Kriterien beurteilt werden (vgl. Kap. 6).

2) BFS Definitionen <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/definitionen.html>

3) Die FGR (und dadurch auch die Branchenkonten des Primärsektors und die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung) beinhaltet die Nichtmarktproduktion für die Eigenverwendung. In der Forstwirtschaft umfasst dieser Teil des Produktionswertes folgendes:

- Holz (ca. 50% des Gesamtwertes im Jahr 2010)
 - Holz für Eigenverwendung durch die Haushalte der Privatwaldeigentümer/bewirtschafter (Bauholz und vor allem Energieholz)
 - Holz für Eigenverwendung durch die Forstbetriebe als Bauholz für Eigeninvestitionen (Waldbauten)
- Selbsterstellte Anlagen (ohne Anteil „Eigenholz“, da oben bereits erfasst): Investitionsgüter für Eigenverwendung (Eigeninvestitionen für Bauten, Schutzbau, Waldstrassen, Meliorationen etc.)

4) VOB^U = Volkswirtschaftliche Beurteilung von Umweltmassnahmen und -zielen, Leitfaden. BAFU, Version Mai 2008

Eine weitere Grundlage für die Ermittlung von Wertschöpfungseffekten ist die Unterteilung der **Holzsortimente**, die sich am Holzflussmodell (vgl. Jahrbuch Wald und Holz, BAFU 2011a) und den dort verwendeten Begriffen orientiert. Wald- und Flurholz wird unterteilt in zwei Sortimente für stoffliche Verwendungen (Stamm-, Industrieholz) und in Energieholz. Zum Energieholz gehören zudem Rest- und Altholz.

- *Stammholz*: Schaftholz ohne Rinde und ohne Stock (auch Säge-Rundholz), das einer Sortimentsklasse der schweizerischen Holzhandelsgebräuche zugeordnet werden kann. Säge-Rundholz wird in Sägereien und Furnierwerken zu Schnittholz oder Furnieren verarbeitet.
- *Industrieholz*: Rohholz, das mechanisch oder chemisch zerkleinert und aufgeschlossen wird. Dient der Herstellung von Holzschliff, Zellstoff, Holzwolle, Span- und Faserplatten sowie anderen industriellen Produkten.
- *Energieholz (Hackschnitzel, Stückholz, Pellets)*: Holzsortimente für die energetische Verwendung von Waldenergieholz (Schnitzel, Stückholz), Flurholz (v.a. Schnitzel), (Säge-) Restholz (Schnitzel, Pellets) und Altholz (Schnitzel).
- *Restholz*: Unbehandelte Produktionsreste aus Holz (Späne, Schwarten, Hackschnitzel oder Sägemehl), die aus verarbeitenden Betrieben (v.a. Sägereien) stammen und einer weiteren Verwendung zugeführt werden können.
- *Altholz*: Holz aus Abbruch von Gebäuden sowie aus Entsorgung von Möbeln und Verpackungen. Altholz ist, je nach Herkunft, naturbelassen oder behandelt.

2.2 Systemabgrenzung

Die Systemabgrenzung umfasst räumliche, zeitliche und inhaltliche Aspekte:

- *Räumliche Abgrenzung*: Die Berechnung der Wertschöpfung erfolgt gemäss dem Inlandprinzip. Das heisst, es werden in der Schweiz tätige Unternehmen berücksichtigt, die in der Schweiz geerntetes Rohholz, importiertes Rohholz sowie Halb- und Fertigfabrikate verarbeiten.⁵⁾
- *Zeitliche Abgrenzung*: Die Wertschöpfung wird für das Jahr 2010 berechnet. Dieses Jahr wurde als Referenz bestimmt, weil bei Projektstart gewährleistet war, dass die notwendi-

5) Bei der qualitativen Beurteilung anhand des Analyserasters (Kap. 6) wird eine leicht abweichende Abgrenzung vorgenommen. Der Fokus wird dort auf die Verwendung von Schweizer Holz in der Schweiz gelegt.

gen Daten verfügbar waren (z.B. Publikation der Ergebnisse amtlicher Statistiken wie der Schweizerischen Forststatistik). Dort wo Daten für dieses Bezugsjahr fehlen, werden die aktuellsten verfügbaren Daten verwendet. Es werden keine Entwicklungen über die Zeit modelliert.

- *Inhaltliche Abgrenzung:* Es werden alle Holzsortimente und -produkte berücksichtigt. Neben den Unternehmen der Waldwirtschaft sowie der Holz-, Zellstoff- und Papierindustrie⁶⁾, werden auch die in der Holzenergieproduktion tätigen Unternehmen einbezogen. Auf Stufe der Endprodukte werden Unternehmen des Bauwesens, Möbelhersteller / Innenausbau sowie Hersteller von Holzverpackungen und Holzwaren berücksichtigt.

2.3 Übersicht über bestehende Untersuchungen

Für die Schweiz bestehen keine aktuellen Untersuchungen, die explizit die Wertschöpfung aus stofflicher und energetischer Holzverwendung vergleichen. Eine ältere Studie, die Hinweise auf das Verhältnis dieser beiden Verwendungspfade liefert, ist die ökonomische Branchenstudie der Wald- und Holzwirtschaft (Peter et al. 2001). Die Studie analysiert die ökonomische Bedeutung von Holzproduktion und -verarbeitung in der Schweiz für das Jahr 1995 und anhand von Modellsimulationen für das Jahr 2003. Die folgende Darstellung zeigt den Produktionswert und den Endverbrauch für verschiedene Verwendungen von Holz (inkl. Energie) für das Jahr 2003.⁷⁾ Die Gegenüberstellung der beiden Säulen weist auf die Preisunterschiede der diversen Produkte hin. Der Anteil des Energieholzes im Verbrauch in Mengen (rechte Säule) ist massiv höher als im Verbrauch in Werten (linke Säule). Weiter ist der Produktionswert des Energieholzes verglichen mit den meisten anderen „Produkten“ marginal.

6) Bei der Papierindustrie wurde die Systemgrenze aufgrund der bestehenden Datengrundlage gezogen (Produktionskonto BFS und Jahrbuch Wald & Holz 2012: Zellulose-, Papier- und Kartonindustrie) und nicht auf die nachgelagerten Wertschöpfungsketten wie Papeterie, Zeitungsdruckerei, etc. ausgeweitet.

7) Die Daten wurden in der Modellsimulation von den Autoren auf einen fiktiven Zustand „nach der vollständigen Bewältigung und Verarbeitung der Sturmschäden“ von Lothar angepasst (Peter et al. 2001, Seite 8).

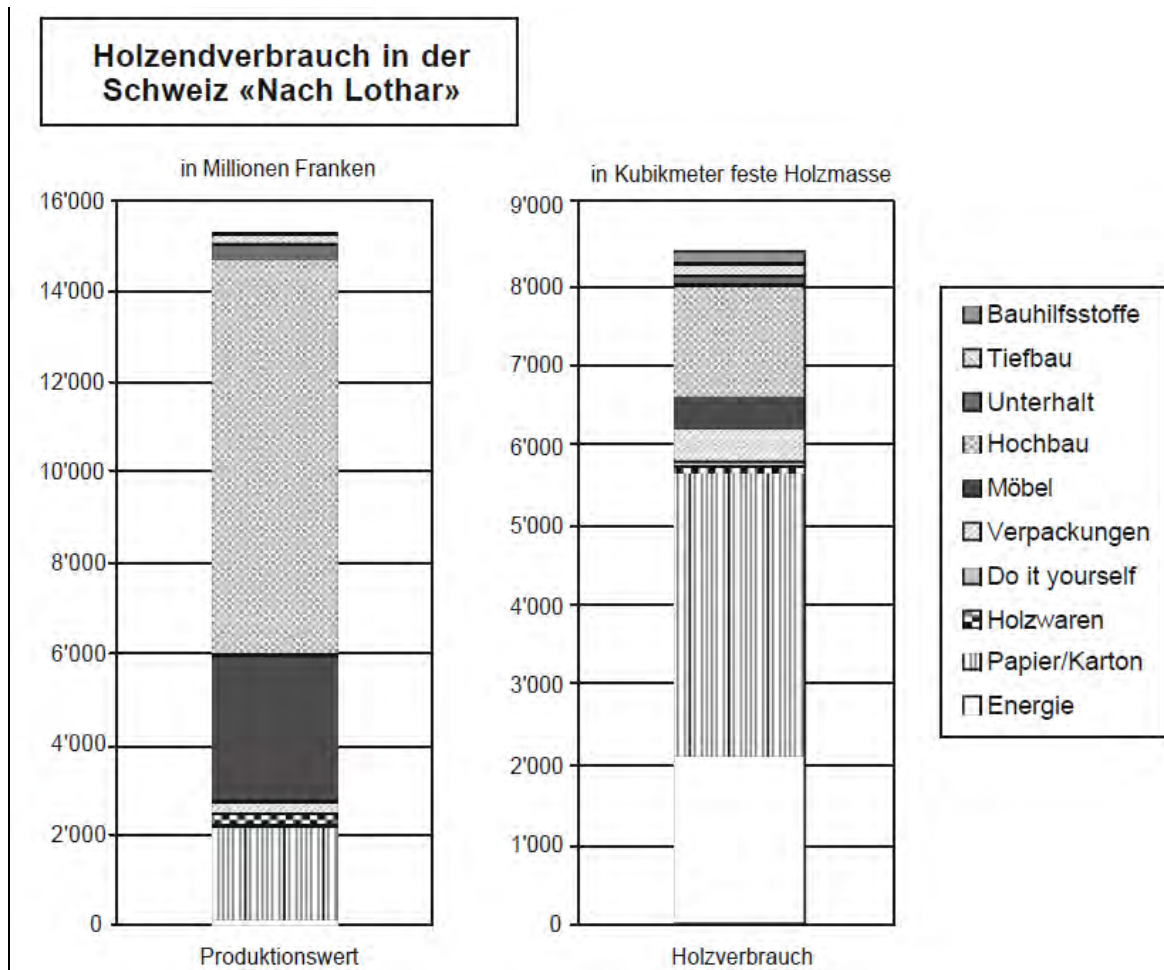


Abbildung 1 Nachfrage nach Produkten der Wald- und Holzwirtschaft in Werten und Mengen
(Quelle: Peter et al. 2001)

Das aktuellste Branchenprofil der Wald- und Holzwirtschaft bezieht sich auf das Jahr 2001 (Kessler et al. 2004). Dabei wurde die Wertschöpfung auf der Basis der methodischen Grundlagen von Peter et al. (2001) berechnet. Im Schlussbericht werden die Ergebnisse zur Wertschöpfung aber nicht nach dem Verwendungszweck von Holz (inkl. Energie) präsentiert, sondern nur nach Wald- und Holzwirtschaft aufgegliedert.

Pöyry Forest Industry Consulting Oy hat im Auftrag von Interessenverbänden (z.B. CEPI, Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie) in den letzten Jahren mehrere Untersuchungen durchgeführt, aus denen hervorgeht, dass die stoffliche Verwendung von Holz in Bezug auf Wertschöpfung und Beschäftigung die energetische Nutzung um ein Vielfaches übersteigt.⁸⁾ Die Berechnungen sind anhand der vorliegenden Grundlagen jedoch nicht nachvollziehbar

8) Liste in EPEA 2009, Seite 5. Diese Quellen wurden in Bezug auf Methodik, Datengrundlage und Interpretation nicht kritisch begutachtet.

und es kann nicht beurteilt werden, inwiefern diese Analysen auf die Schweiz übertragen werden können.

Um einen Eindruck über die aktuelle Situation und die Entwicklung der letzten Jahre zu gewinnen, werden in den folgenden drei Abschnitten die Entwicklungen in Bezug auf den Endverbrauch von Holz, eine Auswahl relevanter Preise und der Bruttoproduktion auf der Ebene ausgewählter Branchen dargestellt. Die Darstellung von Entwicklungen soll ermöglichen, eine Einschätzung der heutigen Situation in Referenz zu den Ergebnissen von Peter et al. (2001) vorzunehmen.

2.3.1 Entwicklung des Endverbrauchs in Mengen

Die neueste Aktualisierung des Holzendverbrauchs der Schweiz enthält einen Vergleich mit früheren Studien aus den Jahren 1996 und 2001. Es wird darauf verwiesen, dass die Ergebnisse der verschiedenen Studien nur bedingt vergleichbar sind (Neubauer-Letsch et al. 2011).⁹⁾ In der folgenden Tabelle 1 sind die Mengen des stofflichen Endverbrauchs für Holzprodukte, der Verbrauch von Papier und Karton (ZPK 1997, 2002, 2011) und die Energieholzmengen aus der Holzenergiestatistik des BFE (Primas et al. 2011) dargestellt.¹⁰⁾

9) Die Einschränkung zur Vergleichbarkeit betrifft vor allem die unterschiedliche Aufschlüsselung von Kategorien Holzverwendung.

10) Die Zahlen der Zellstoff- und Papierindustrie (Jahresberichte der ZPK) weichen von den im Jahrbuch Wald und Holz aufgeführten Werten zur Verwendung für Papier- und Kartonprodukte ab (BAFU 2011, Tabelle 13.4). Der Grund ist, dass im Jahresbericht der ZPK nur die von den ZPK-Mitgliedern hergestellten Produkte aufgeführt werden. Das Materialflussmodell des BAFU berücksichtigt aber zusätzliche Erzeugnisse aus Papier und Karton (z.B. Druckerzeugnisse). Auch bei der Holzenergiestatistik des BFE gilt zu berücksichtigen, dass im Vergleich zu den im Materialflussmodell des BAFU berechneten Energieholzmengen eine kleine Differenz besteht. Grund sind unterschiedliche Methoden für die Berechnung des Verbrauchs von Energieholz.

	1996	2001	2009
Holzprodukte (Neubauer-Letsch et al. 2011)	2.41 Mio. m ³	2.53 Mio. m ³	2.77 Mio. m ³
Verbrauch Papier und Karton (ZPK 1997, 2002, 2011)	3.41 Mio. m ³	3.88 Mio. m ³	3.45 Mio. m ³
Stoffliche Verwendung total	5.82 Mio. m ³	6.41 Mio. m ³	6.22 Mio. m ³
<i>Veränderung gegenüber Vorperiode</i>		10%	-3%
Verbrauch Energieholz (Primas et al. 2011)	3.42 Mio. m ³	3.35 Mio. m ³	4.35 Mio. m ³
<i>Veränderung gegenüber Vorperiode</i>		-2%	30%
Anteil stoffl. Verbrauch am gesamten Endverbrauch	63%	66%	59%

Tabelle 1 Stofflicher und energetischer Holzverbrauch, Entwicklung 1996 bis 2009

Trotz der eingeschränkten Vergleichbarkeit und offenen Fragen bei der Datenqualität lassen sich aus der Tabelle Erkenntnisse gewinnen, die mit Beobachtungen der Marktentwicklungen übereinstimmen:

- Die energetische Verwendung von Holz hat sich in den vergangenen Jahren dynamischer entwickelt, als der stoffliche Einsatz von Holz. Der Anteil des Waldenergieholzes an der Holznutzung hat im vergangenen Jahrzehnt zugenommen (BAFU 2011a, S. 31). Mit Pellets kam gegen Ende der 1990er Jahre ein neues Produkt auf den Markt, welches aufgrund der einfachen Handhabung den Bedürfnissen von vielen bestehenden und neuen Nutzenden von Energieholz entsprach. Folglich verzeichneten Pellets in den letzten Jahren einen hohen jährlichen Zuwachs und machen heute bereits einen Anteil von rund 7% am Energieholz aus. Der Ausbau finanzieller Anreizinstrumente auf nationaler, kantonaler und kommunaler Ebene (z.B. kostendeckende Einspeisevergütung (KEV), kantonale Förderbeiträge für Holzheizungen) beeinflusst die energetische Verwendung von Holz stark.
- Der stoffliche Endverbrauch hat positive Impulse erfahren und der Holzeinsatz ist insbesondere im Bereich der Gebäude und der Gebäudeausstattung seit Ende der 1990er Jahre angestiegen. Diese Zunahme kann einerseits auf die gestiegene Bautätigkeit zurückgeführt werden. Andererseits wird vermehrt Holz eingesetzt, insbesondere bei Umbauten, aber auch bei Neubauten. Dazu beigetragen haben unter anderem neue Brandschutzvorschriften (2005), die den Markt für Holz im mehrgeschossigen Hochbau geöffnet haben. Aber auch Innovationen im Schallschutz, bei Holzwerkstoffen und Systembaulösungen haben wichtige Impulse gegeben.
- Der Verbrauch von Papier und Karton ist ab 1996 bis 2001 leicht gestiegen, danach aber wieder gesunken. Zu berücksichtigen ist dabei, dass Importe und auch der Verbrauch von Altpapier inbegriffen sind. Der Holzbezug der Zellstoff- und Papierindustrie hat seit 2001 markant abgenommen, u.a. weil der Bezug von Frischfasern durch Altpapier substituiert wurde.

2.3.2 Entwicklung relevanter Preise

Wie die Ergebnisse der Untersuchung von Peter et al. (2001) zeigen, haben die Preise gerade im Hinblick auf einen Vergleich stofflicher und energetischer Nutzungspfade und der damit verbundenen Wertschöpfung eine entscheidende Bedeutung. Aufgrund der Vielseitigkeit der Wertschöpfungskette Holz kann hier nur eine Auswahl von Preisen präsentiert werden.

Die untenstehenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der Holzpreisindizes für Sägerundholz, Industrie- und Energieholz (Abbildung 2) und der Energiepreise (Abbildung 3).

Für die hier zu behandelnde Fragestellung zentral sind folgende Erkenntnisse zur Entwicklung der Holz- und Energiepreise:

- *Nadel-Sägerundholz*: Die Preise haben sich von einem massiven Preisschock in der Folge des Sturms Lothar im Jahr 1999 kontinuierlich erholt und liegen gegenwärtig wieder auf dem Niveau der 1990er Jahre.
- *Laub-Sägerundholz*: Seit der Jahrtausendwende sind die Preise stetig gesunken. Seit 2004 liegt der Preisindex unter demjenigen von Nadel-Sägerundholz. Dieser Preisrückgang ist in erster Linie auf eine stetig nachlassende Nachfrage nach Laub-Sägerundholz zurückzuführen.
- *Industrieholz*: Die Preise zeigen eine ähnliche Entwicklung wie das Nadel-Sägerundholz. Der Preisindex für Industrieholz liegt seit rund 20 Jahren meist deutlich unter dem Energieholz-Preisindex. Im Zeitraum von 1997 bis 2001 ist ein starker Preisrückgang zu verzeichnen, nach einem deutlichen Anstieg bis 2008 liegen die Preise in den vergangenen Jahren etwa auf dem Niveau des Referenzjahres 1992.
- *Energieholz*: Seit der Jahrtausendwende steigen die Preise an und liegen heute rund 15 Prozentpunkte über dem Niveau der ersten Hälfte der 1990er Jahre.

Fazit: Bezogen auf den Referenzzeitraum (September 1992 bis Dezember 1992) der Studie von Peter et al. (2001) haben die Inputpreise seitens der Waldwirtschaft mit Ausnahme des Laub-Sägerundholzes zugenommen. Über den Zeitraum der vergangenen drei Jahrzehnte sind die Inputpreise für die energetische Verwendung relativ zu den Preisen der stofflichen Verwendung gestiegen. Die Preise für Energieholz sind parallel zum allgemeinen Preisindex gestiegen und zeigen deutlich geringere Schwankungen als die Preise fossiler Energieträger.

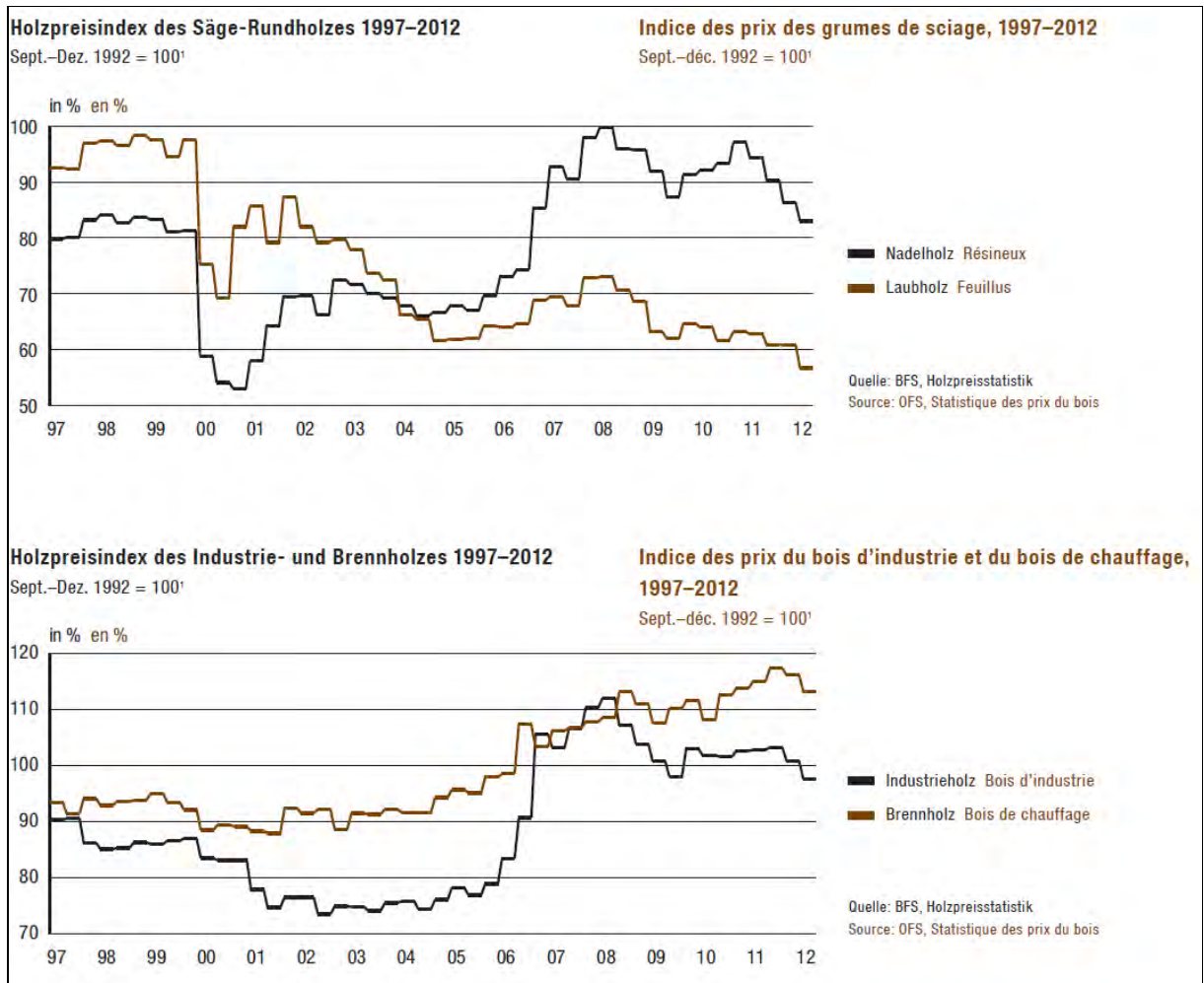


Abbildung 2 Entwicklung Holzpreise 1997-2012 (Quelle: BAFU 2012;
Basis Holzpreisstatistik BFS)^{11),12)}

11) In der Statistik wird noch der unpräzise Begriff „Brennholz“ anstelle von „Energieholz“ verwendet.

12) Gemäss mündl. Auskunft von Verantwortlichen des BFS hat die Stichprobe insbesondere beim Industrie- aber auch beim Energieholz eine kritische Grösse.

Für die energetische Verwendung relevant ist die Entwicklung der Energiepreise.

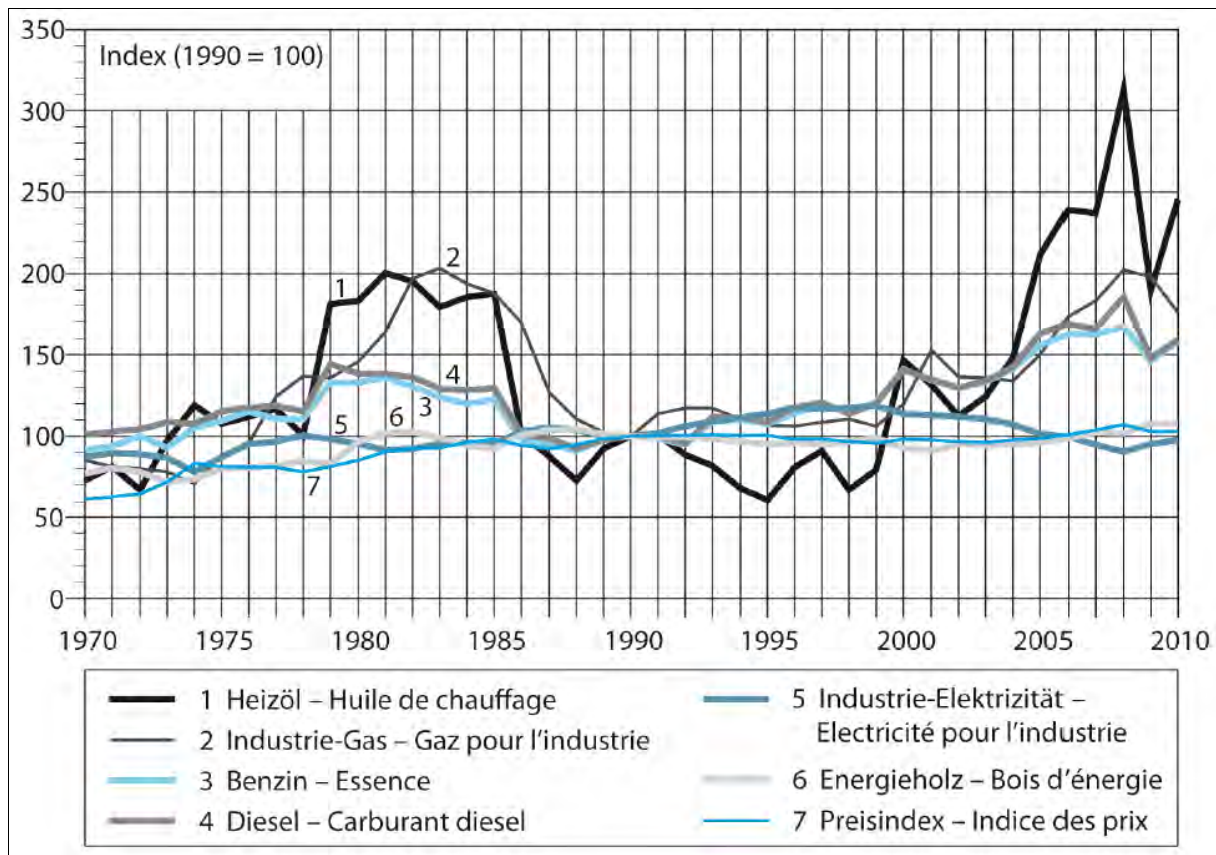


Abbildung 3 Entwicklung der Energiepreise für Produzenten und Importeure (real, indexiert)
(Quelle: BFE 2011, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010)

Die Preisstatistik des BFS stellt auch für weitere Stufen der Wertschöpfungskette Datengrundlagen zur Verfügung. Die in der Abbildung 4 präsentierten Indizes für Produzentenpreise zeigen folgende Entwicklungen:

- *Forstwirtschaftliche Produkte*: Die Preise sind analog zu den Inputpreisen nach einem Einbruch wieder angestiegen.
- *Holzprodukte und Möbel*: Die Preise der verschiedenen Holzprodukte haben in den vergangenen Jahren in einem engen Band fluktuiert und sind insgesamt leicht gestiegen.
- *Papier und Papierprodukte*: Die Preise sind wie bei den Holzprodukten nach Lothar weniger stark eingebrochen als bei den forstwirtschaftlichen Produkten. Nach einem Anstieg von 2007 bis 2009 erfolgte wieder ein leichter Rückgang.

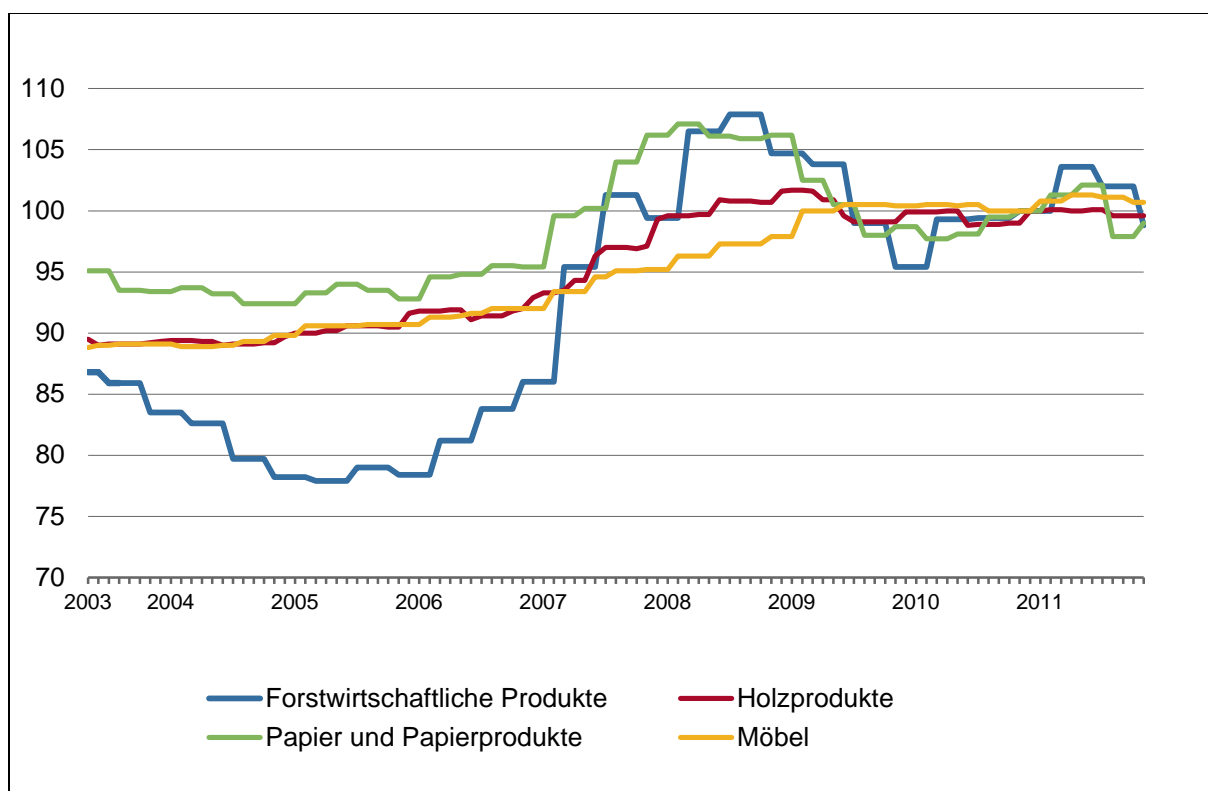


Abbildung 4 Index Produzentenpreise (Basis Dez. 2010 = 100) (Quelle: BFS)¹³⁾

Die Preisentwicklung im Hochbau (Abbildung 5) zeigt die gleiche Dynamik wie die oben dargestellten Preise für Holzprodukte. Die Entwicklung im Baugewerbe insgesamt (Hoch- und

13) BFS: Produzenten- und Importpreise
Quelle: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/04.html>, abgerufen am 12. Januar 2012

Tiefbau) verläuft etwa parallel zum Hochbau und zum Neubau von Mehrfamilienhaus aus Holz.

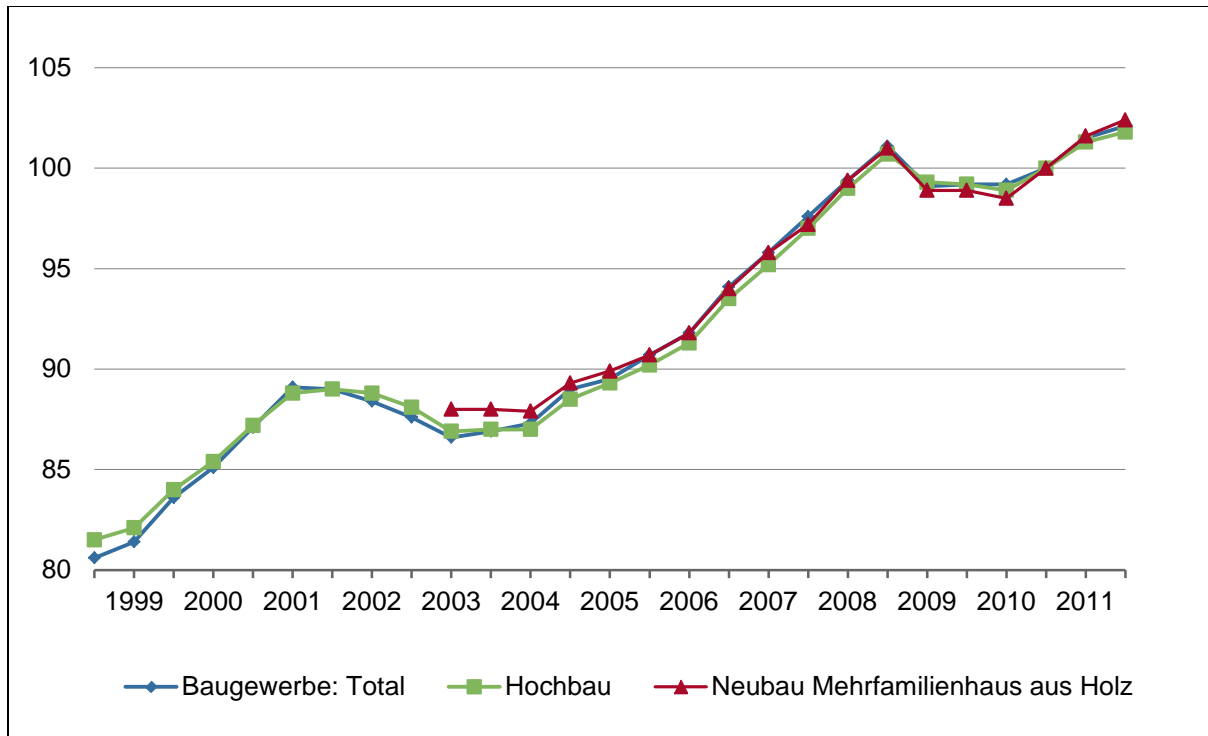


Abbildung 5 Index ausgewählter Baupreise (Basis Okt. 2010 = 100) (Quelle: BFS)

2.3.3 Entwicklung der Bruttoproduktion nach Branchen

Das Bundesamt für Statistik liefert in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung detaillierte Daten nach NOGA¹⁴⁾-klassifizierten Branchen. Die an der stofflichen Verwendung von Holz beteiligten Unternehmen verteilen sich jedoch über diverse Branchen. Deshalb kann die Wertschöpfung nicht direkt aus der Statistik entnommen werden, obwohl die NOGA-Klassifikation eine eigene Gruppe Be- und Verarbeitung von Holz führt.

Auch die Produktion von Energie aus Holz ist nicht differenziert erfasst. Stellvertretend kommen nur die NOGA-Codes der Energie- und Wasserversorgung in Frage, welche aber einen grossen Teil des Infrastrukturbereichs von Elektrizität-, Gas- bis Wasserversorgung enthalten.

Informationen zur Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Holznutzung können deshalb nicht direkt aus der Statistik entnommen werden. Die folgende Gegenüberstellung

14) Die NOGA (Nomenclature Générale des Activités économiques) ist ein Instrument zur Strukturierung von statistischen Informationen. Die statistischen Einheiten „Unternehmen“ und „Arbeitsstätten“ werden aufgrund ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit klassiert und strukturiert. Die aktuell gültige Version ist NOGA 2008 (seit 1. Januar 2008).

zeigt die Entwicklung des Bruttoproduktionswertes verschiedener Branchen, die für die Holzverwendung relevant sind (Abbildung 6). Die stoffliche und energetische Holznutzung sind jedoch nicht klar einer dieser Branchen zuzuordnen. Deshalb können keine direkten Folgerungen zur Entwicklung der Wertschöpfung stofflicher und energetischer Holzverwendungen abgeleitet werden. Zudem kann aus der Entwicklung des Produktionswertes nicht direkt auf die Wertschöpfung geschlossen werden, da diese auch von Produktivitätsfortschritten beeinflusst wird.

Die Abbildung 6 zeigt aber interessante Vergleiche: In der Forstwirtschaft sind die stärksten Schwankungen zu verzeichnen, insbesondere nach dem Sturm Lothar. Nach einem Anstieg des Produktionswertes um rund 50% im Jahr 2000 ist er unter das Niveau der Vorjahre zurückgefallen. Bei der Be- und Verarbeitung von Holz ist im Vergleich zur Gesamtwirtschaft eine leicht überdurchschnittliche Wachstumsdynamik sichtbar. Nachvollziehbar ist der Einbruch bei der Zellulose-, Papier- und Kartonindustrie, die stark dem internationalen Wettbewerb mit erheblichem Preisdruck ausgesetzt ist und die Schliessung von einigen Produktionsstätten hinnehmen musste (Borregaard, Deisswil, Biberist).

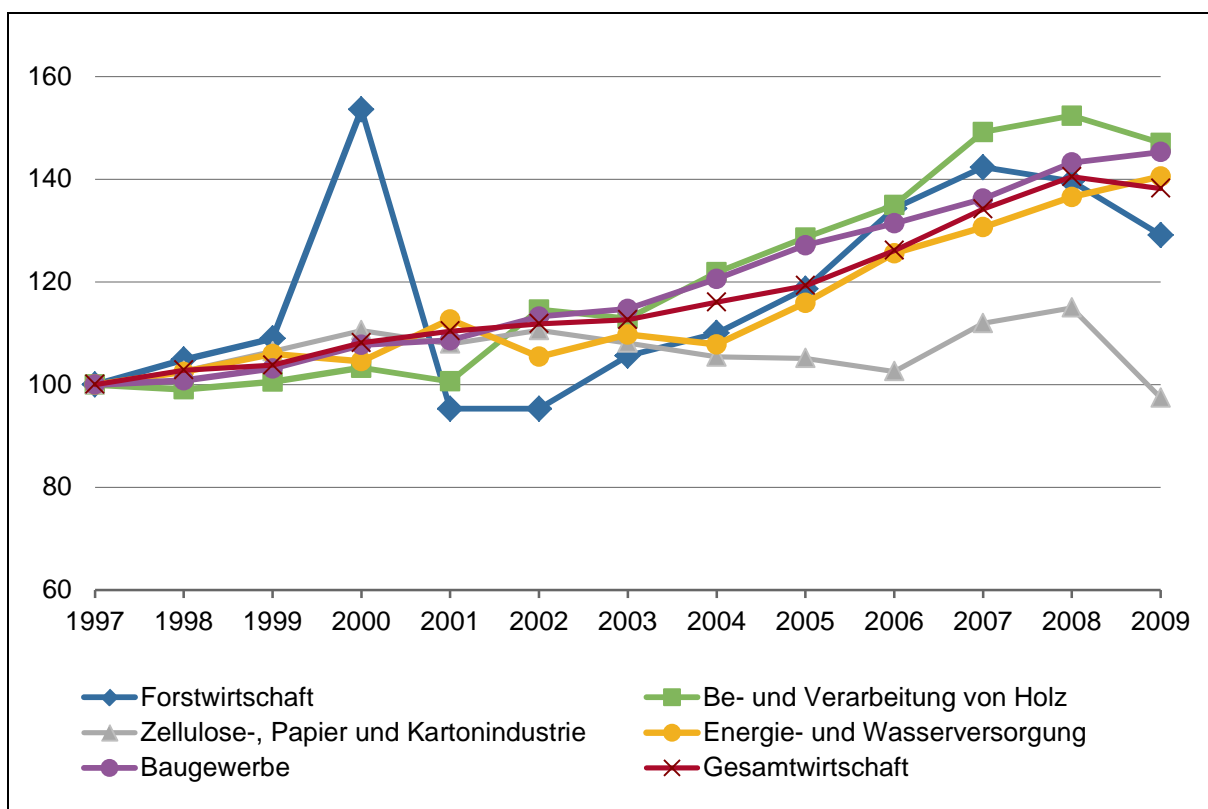


Abbildung 6 Index Bruttoproduktionswert verschiedener Branchen (Basis 2001 = 100)
(Quelle: BAFU 2011a)

2.3.4 Fazit

Für einen Vergleich der Wertschöpfung stofflicher und energetischer Verwendung von Holz ist die ökonomische Branchenstudie von Peter et al. (2001) die aktuellste Grundlage. Zum Unterschied zwischen energetischer und stofflicher Holzverwendung zeigt die Studie Folgendes:

- Der Anteil des Energieholzes an der Nachfrage in Mengen ist um ein Vielfaches höher als an der Nachfrage in Werten.
- Der Produktionswert des Energieholzes ist, verglichen mit den meisten anderen Verwendungszwecken von Holz, marginal.

Anhand der Entwicklungen des Endverbrauchs, der relevanten Preise und der Bruttoproduktion nach Branchen können einzelne Hinweise abgeleitet werden:

- Die energetische Verwendung von Holz ist gestiegen.
- Die Preise für Waldenergieholz sind in den letzten Jahren zwar stetig gestiegen, die Folgen für den Produktionswert und die Wertschöpfung sind jedoch von weiteren Einflussfaktoren abhängig (vgl. Wirkungsmodell) und aus der Preisentwicklung können keine direkten Folgerungen zur Entwicklung der Wertschöpfung abgeleitet werden.
- In der Forstwirtschaft und der Be- und Verarbeitung von Holz zeigt der Produktionswert in den vergangenen Jahren stärkere Schwankungen als in anderen Branchen (u.a. aufgrund des Sturms Lothar). Die Produktion der Zellulose-, Papier- und Kartonindustrie hat sich unterdurchschnittlich entwickelt.

Anhand der vorliegenden Studien und Daten sind keine aktuellen, differenzierten Aussagen zum Vergleich stofflicher oder energetischer Verwendung von Holz möglich. Deshalb wurden weiterführende Analysen zur Wertschöpfung der Holzverwendung durchgeführt, die in den nachfolgenden Kapiteln dokumentiert sind.

3 Analyse Wertschöpfungsketten: Vorgehen

Das Ziel der Analyse der Wertschöpfungsketten ist, die mit der Schweizer Holznutzung verbundene Wertschöpfung und Beschäftigung aufzuzeigen. Dabei werden insbesondere die Unterschiede zwischen der stofflichen und der energetischen Verwendung differenziert betrachtet. Nach einer einleitenden Beschreibung des Berechnungsmodells (Kap. 3.1) und der Einteilung nach Wertschöpfungsstufen und Produktegruppen (Kap. 3.2) werden die Mengen (Kap. 3.3) und die ökonomischen Datengrundlagen (Kap. 3.4) beschrieben. Die Resultate sind im nachfolgenden Kapitel 4 dokumentiert.

3.1 Berechnungsmodell

Die Berechnung der Wertschöpfung und Beschäftigung erfolgt in drei Schritten, die auf folgenden Zusammenhängen basieren:

Schritt 1	Bruttoproduktionswert = Menge * Preis
Schritt 2	Wertschöpfung = Bruttoproduktionswert – Vorleistung = Bruttoproduktionswert * Wertschöpfungsanteil
Schritt 3	Beschäftigung = Wertschöpfung / Arbeitsproduktivität

Diese Berechnungsschritte werden für die einzelnen Produkte bzw. Produktegruppen in einem Excel-Tool durchgeführt. Je nach Datenverfügbarkeit werden für die Berechnung folgende Ansätze gewählt: Grundsätzlich wird der Bruttoproduktionswert über das Produkt von Menge und Preis bestimmt. Ein zweiter Ansatz ist, die Wertschöpfung und Beschäftigung direkt aus bestehenden Statistiken und Studien herzuleiten. Dieser zweite Weg wird in Abhängigkeit der Verfügbarkeit oder Qualität der Daten für einzelnen Produkte bzw. Produktegruppen gewählt.

Die Gliederung nach Produktegruppen sowie deren Zuordnung zu den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette sind im folgenden Kapitel 3.2 beschrieben.

Zusätzlich zu den drei Schritten zur Berechnung der direkten Effekte werden die indirekten Effekte analysiert. Die aus Vorleistungsbezügen sowie aus den induzierten Konsumausgaben entstehende nachgelagerte Impulswirkung wird mittels Multiplikatorrechnungen abgeschätzt.

Die Multiplikatoren werden anhand der nationalen Input-Output-Tabelle (BFS) für das Jahr 2008 hergeleitet.

Wie die folgenden Ausführungen zeigen, wurden zahlreiche verschiedene Statistiken in der Wertschöpfungsanalyse zusammengeführt. Zur Strukturierung und Zuordnung der wirtschaftlichen Tätigkeiten wird die allgemeine Wirtschaftszweigesystematik NOGA (Nomenclature Générale des Activités économiques) verwendet. NOGA wurde in den letzten Jahren an den wirtschaftlichen Strukturwandel angepasst, aktuell gilt NOGA2008 als adäquate Wirtschaftszweigesystematik. NOGA2008 zeigt verschiedene Abweichungen gegenüber der vormals verwendeten NOGA2002, wobei zahlreiche Daten als auch die Input-Output-Tabelle derzeit noch nicht auf NOGA2008 aufbauend verfügbar sind. Zur Zuordnung dieser Daten auf die Tätigkeiten der Holzwirtschaft nach NOGA2008 wurde die offizielle Konversionstabelle des Bundesamts für Statistik sowie eine eigens durch EBP angefertigte praxisorientierte Zuordnung vorgenommen. Die entsprechende Zuordnung durch EBP wurde bereits verschiedentlich in Branchenstudien für den Bund verwendet.

3.2 Stufen der Wertschöpfung und Produktgruppen

Die Daten für die Berechnung der Wertschöpfung werden auf der Ebene von Produktgruppen ermittelt. Diese Produktgruppen werden der stofflichen oder energetischen Verwendung zugeordnet, damit die Wertschöpfung für die stoffliche und energetische Verwendung differenziert ausgewiesen werden kann. Zudem können die Produktgruppen den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette zugeordnet werden:

- **Rohstoffgewinnung und Recycling:** Hier sind sowohl die Primärrohstoffe als auch Recyclingprodukte (Altholz, Altpapier) zusammengefasst.
- **Erste Verarbeitungsstufe:** Zum ersten Schritt der stofflichen Holzverarbeitung gehören Schnittware, Furnier, Sperrholz, Span- und Faserplatten, Holzschliff und Zellstoff. Die erste Verarbeitungsstufe der energetischen Verwendung umfasst Pellets, Schnitzel aus Rest- und Altholz sowie Black liquor¹⁵⁾.

15) Black liquor ist ein Nebenprodukt der Herstellung von Zellstoff und wird meist energetisch verwertet; in der Schweiz fällt aber nur eine sehr geringe Menge an; diese ist nicht relevant und wird in den weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt.

- **Zweite Verarbeitungsstufe:** Hierzu gehören Produkte der Hobel- und Imprägnierwerke, Brettschichtholz und Bauteile, Parkett, Türen, Fenster, Treppen (nur Produkte der stofflichen Verwendung).
- **Produkte für den Endverbrauch:** Unter dem stofflichen Endverbrauch werden „fertige“ Produkte des Bauwesens (Gebäudeteile wie Wände, Decken, Fassaden), Holz im Aussenbereich (Gartenhäuser, Zäune, etc.), Möbel und Produkte des Innenausbau (Decken-, Innen-, Wandverkleidung), Verpackungen (Kisten, Paletten), Holzwaren (Griffe und Stiele für Werkzeuge, Spulen und Rollen, Säрге, etc.) sowie Papier und Karton zusammengefasst. Der energetische Endverbrauch wurde nach Anlagentyp auf Basis der Holzenergiestatistik des Bundesamts für Energie gegliedert und umfasst Wärmekraftkopplungsanlagen (Kehrichtverbrennungsanlagen, Holz WKK Anlagen und Feuerungen mit Holzanteilen) sowie Heizungen (Automatische Feuerungen, Gebäude- und Einzelraumheizungen).

Eine detaillierte Aufstellung dieser Wertschöpfungsstufen und Produktgruppen ist in Anhang A2 zu finden.

3.3 Mengen

Die „Produktionsmengen“ erfassen die Holzmenge in den Produkten der einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette. Diese Mengen sind erstens eine der zentralen Grundlagen für die Berechnung der Wertschöpfung. Zweitens sind die Mengen ein wichtiger Indikator für die Einordnung der Ergebnisse. Sie liefern beispielsweise Hinweise darauf, in welchen Wertschöpfungsstufen bedeutende Mengen umgesetzt werden oder in welchem Verhältnis Produktionsmenge und Wertschöpfung einer Produktgruppe stehen.

In diesem Abschnitt werden in einem ersten Teil die Datengrundlagen für die Berechnung der Wertschöpfung beschrieben und diskutiert. In einem zweiten Teil werden die Ergebnisse der Datenanalysen zu den Produktionsmengen präsentiert.

3.3.1 Datengrundlagen

Als Stichjahr für die Berechnung der Produktionsmengen gilt grundsätzlich das Jahr 2010 (vgl. Systemabgrenzung Kap. 2.2). Das Jahr 2010 eignet sich als Referenzjahr, da in diesem Jahr so viel Holz im Schweizer Wald genutzt wurde, wie im Durchschnitt der letzten zehn Jahre (vgl. BAFU 2012). Auch bezüglich der allgemeinen konjunkturellen Entwicklung liegt das

Jahr 2010 etwa im Mittel des letzten Jahrzehnts.¹⁶⁾ Einzig für den stofflichen Endverbrauch bestehen nur Daten für das Jahr 2009 (Neubauer-Letsch et al. 2011).

Die Berechnung der Mengen basiert auf diversen Datenquellen wie amtliche Statistiken, Branchenstatistiken, Studien etc. Die wichtigsten Quellen nach Wertschöpfungsstufen sind in Tabelle 2 aufgeführt und werden nachfolgend beschrieben.

Produktionsstufe	Quelle(n)
Rohstoffgewinnung, Recycling	Materialflussmodell des BAFU 2010
1. und 2. Verarbeitungsstufe	Materialflussmodell des BAFU 2010, Neubauer-Letsch et al. 2011, Kessler et al. 2004, Angaben von Branchenvertretern
Endverbrauch	Neubauer-Letsch et al. 2011, ZPK 2011, Primas et al. 2011

Tabelle 2 Wichtigste Quellen für die Berechnung der Mengen nach Wertschöpfungsstufen

- Das *Materialflussmodell des BAFU* bildet den gesamten Holzfluss der Schweiz ab. Die vom BAFU zur Verfügung gestellte Version des Materialflussmodells gilt für das Stichjahr 2010.¹⁷⁾ Die dazu verwendeten Daten stammen aus diversen amtlichen Statistiken (Schweizerische Forststatistik BFS, Aussenhandelsstatistik der Eidg. Zollverwaltung, Holzverarbeitungserhebung BFS, Industrieholzerhebung BAFU). Ergänzend zu den bestehenden Statistiken werden im Modell Berechnungen vorgenommen. Beispielsweise werden die Werte zur Holznutzung aus der Schweizerische Forststatistik auf die gesamte Holzmasse hochgerechnet und damit Rindenanteile, Zumasse oder statistisch nicht erfasste Kleinstmengen abgeschätzt, die für den Holzfluss relevant sind (insbesondere für die energetische Verwendung). Die Mengen der verschiedenen Produkte werden anhand von Umrechnungsfaktoren in Kubikmeter feste Holzmasse umgerechnet. Aus dieser fundierten Datenquelle wurden Angaben zu den Mengen auf der Stufe der Rohstoffgewinnung und dem Recycling sowie der ersten Verarbeitungsstufe verwendet.
- *Neubauer-Letsch et al. (2011)* haben für „sechs Endbereiche der Produktionskette Holz“ den stofflichen Verbrauch von Holz ermittelt. Auf der Basis einer neuen Methodik liefert die Studie Daten für das Jahr 2009, die detaillierter sind als die von Kessler et al. (2004) für das Jahr 2001 dargestellten Endverbrauchsmengen. Aus der Studie wurden Mengen

16) Vergleiche www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/01/key/bip_gemaess_produktionsansatz.html (Zugriff am 16. Januar 2012).

17) Zugestellt von Tatiana Pasi, BAFU Abteilung Wald am 12. Juli 2012.

für die 2. Verarbeitungsstufe und den stofflichen Endverbrauch verwendet. Bei der Interpretation dieser Quelle und folglich der berechneten Wertschöpfung auf den entsprechenden Stufen gilt zu berücksichtigen, dass das Jahr 2009 geprägt war von einem konjunkturellen Einbruch. Das Bruttoinlandprodukt zu laufenden Preisen hat gemäss BFS gegenüber dem Vorjahr abgenommen.¹⁸⁾ Die aus Neubauer-Letsch et al. (2011) verwendeten Werte wurden nicht „korrigiert“ (z.B. Multiplikation mit einem Korrekturfaktor der BIP-Differenz zwischen 2009 und 2010). Das heisst, die Ergebnisse der vorliegenden Studie für das Jahr 2010 werden die tatsächlichen Werte leicht unterschätzen.

- *Weitere Datenquellen:* Die Angaben zu den verarbeiteten Mengen bei weiteren Produktgruppen, die von diesen beiden Quellen nicht abgedeckt werden, werden über andere Zugänge abgedeckt. Beim Zellstoff, Papier und Karton werden die Angaben des Verbands der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie ZPK verwendet. Zentrale Grundlage bei der energetischen Verwendung von Holz ist die Schweiz. Holzenergiestatistik des Bundesamts für Energie BFE. Vereinzelt wird auf Angaben von Branchenvertretern und auf ältere Quellen (z.B. Kessler et al. 2004, Walther et al. 2009) zurückgegriffen.

Die Mengen werden alle in Kubikmeter (m³) feste Holzmasse angegeben. Für die Umrechnung werden die in BAFU (2011a, Anhang A4, Seite 166) publizierten Faktoren verwendet.

Da die Berechnung der Wertschöpfung gemäss dem Inlandprinzip erfolgt, wird bei bestimmten Produktgruppen die inländische Produktion abgegrenzt. Dies betrifft insbesondere Produkte der zweiten Verarbeitungsstufe und des Endverbrauchs (z.B. Parkett, Türen, Fenster). Das folgende Beispiel illustriert das Vorgehen: Für die in der Schweiz produzierte Menge Parkett muss die in Neubauer-Letsch et al. (2011) ausgewiesene Fläche des in der Schweiz eingelegten Parketts um den im Ausland produzierten respektive importierten Anteil reduziert werden. Gemäss Angaben der Interessengemeinschaft der Schweizerischen Parkettindustrie (ISP) werden rund 40 Prozent des in der Schweiz verbrauchten Parketts in der Schweiz produziert.¹⁹⁾ Hier liegt die grösste Einschränkung der Datenqualität. Bei den meisten Produkten der zweiten Verarbeitungsstufe und des Endverbrauchs fehlen aktuelle Daten zur tatsächlichen Produktion in der Schweiz. Die hier vorgenommenen Abgrenzungen basieren deshalb primär auf Angaben aus den Branchen und eigenen Annahmen. Eine alternative Möglichkeit ist die Abgrenzung über die Aussenhandelsstatistik. Allerdings wäre dieses Vorgehen aufwändig und auch mit grossen Unsicherheiten behaftet (Qualität der Daten, Umrechnung der Angaben in Tonnen auf Holzmasse, Übereinstimmung mit Zolltarifen etc.).

18) Quelle siehe Fussnote 16

19) Siehe Bericht zur 43. Generalversammlung des ISP in Schweizer Holzbau 5/2012.

3.3.2 Holzmengen nach Stufen der Wertschöpfungskette

Die verwerteten Mengen von Holz und Holzprodukten werden nach Stufe der Wertschöpfungskette dargestellt. Insgesamt wurden im Jahr 2010 mehr als 22 Mio. m³ entlang der Wertschöpfungskette genutzt bzw. verarbeitet (siehe Tabelle 3 und Abbildung 7). Auf den stofflichen Verwendungspfad entfallen 12.4 Mio. m³ (56%) und 9.8 Mio. m³ (44%) auf den energetischen. Im Vergleich zu der in Tabelle 1 dargestellten Entwicklung des Endverbrauchs bis 2009 hat der Anteil der energetischen Verwendung gegenüber dem stofflichen Einsatz von Holz weiter zugenommen. Dieser Befund passt zu den in Kapitel 2.3.1 aufgeführten Hinweisen zu den verschiedenen Märkten von Holzprodukten.

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	5.3	4.6	9.8
1. und 2. Verarbeitungsstufe	2.8	1.1	3.9
Endverbrauch	4.4	4.1	8.5
Total	12.4 (56%)	9.8 (44%)	22.2

Tabelle 3 Mengen nach Wertschöpfungsstufen getrennt nach stofflicher und energetischer Verwendung in Millionen Kubikmeter feste Holzmasse²⁰⁾

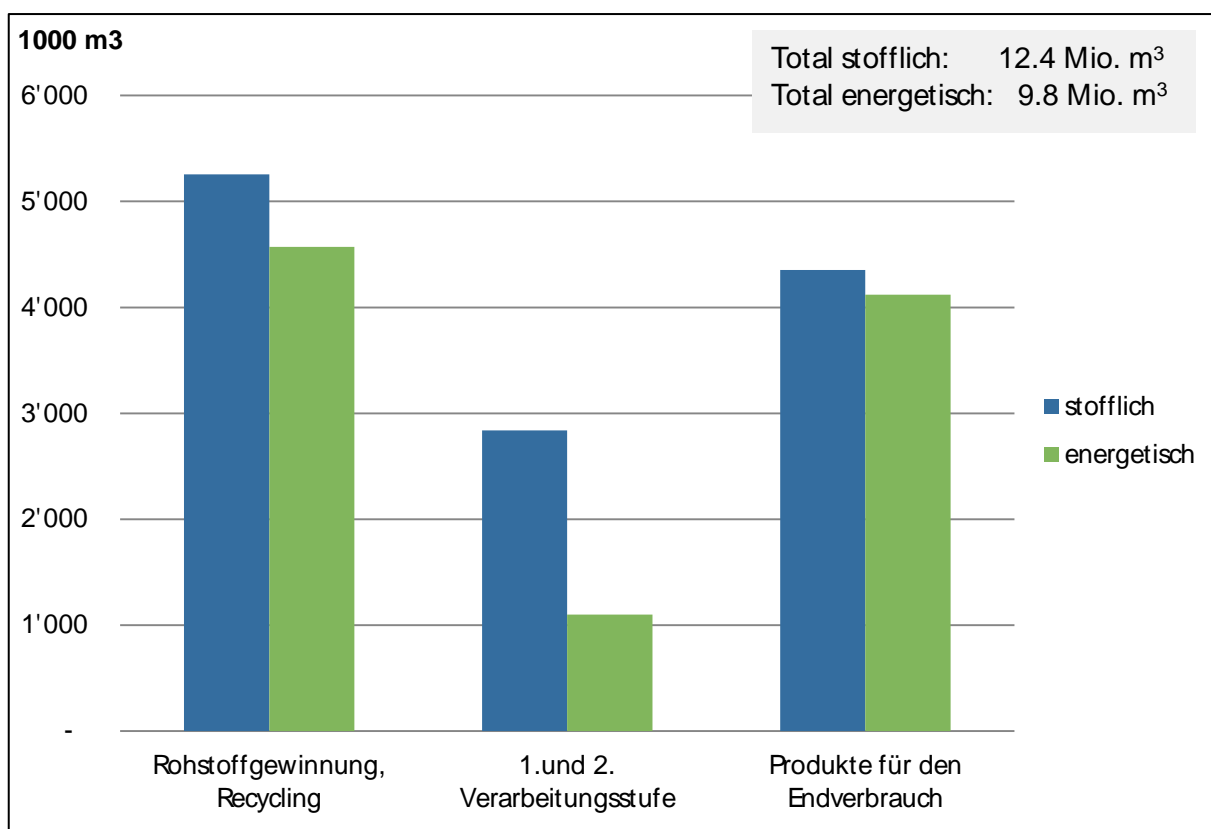
Bei der Verteilung nach Wertschöpfungsstufen dominieren Rohstoffgewinnung und Recycling (44%) und Produkte für den Endverbrauch (38%). Die dazwischen liegenden Verarbeitungsstufen machen lediglich 18% aus. Verschiedene Gründe sind dafür verantwortlich, dass die Mengen in den verarbeitenden Wertschöpfungsstufen geringer ausfallen als bei Rohstoffgewinnung und Recycling sowie Endverbrauch:

- Gerade bei der energetischen Verwendung fallen bei der Rohstoffgewinnung grosse Mengen an, die ohne weitere Verarbeitung dem Endverbrauch zugeführt werden. Beispielsweise wurden für das Jahr 2010 rund 3 Mio. m³ feste Holzmasse Waldenergieholz (Stückholz und Hackschnitzel), Rinde und Flurholz berechnet.
- Auch beim Recycling wird ein grosser Teil der Mengen direkt in den Endverbrauch des energetischen Pfades geleitet. Natürlich beim Altholz, aber auch beim Altpapier wird ein

20) Abweichungen in den Summen aufgrund Rundungsdifferenzen

namhafter Anteil direkt verbrannt (im Kehricht entsorgtes Papier und Kartone; alte Holzfasern, die nicht mehr für Recycling-Papier verwendet werden können).

- Grossen Einfluss auf dieses Ergebnis hat der Aussenhandel²¹⁾: Auf der Stufe der Rohstoffgewinnung hat die Schweiz eine negative Bilanz der importierten und exportieren Holz-mengen. Im Jahr 2010 standen der Ausfuhr von knapp 0.8 Mio. m³ Stamm- und Industrielholz knapp 0.3 Mio. m³ Einfuhren gegenüber. Eine bedeutende Menge von Rohholz wird also in die Verarbeitung ins Ausland abgezweigt. Bei praktisch allen Produkten der Verarbeitungsstufen hingegen ist die Bilanz der Import- und Exportmengen etwa ausgeglichen. Die Ausnahme bilden Faserplatten mit positiver und die Zellulose mit negativer Bilanz. Auf der Stufe der Produkte für den Endverbrauch ist die Bilanz wieder deutlich negativ. Die mengenmässigen Einfuhren von Produkten des Endverbrauchs²²⁾ sind rund sieben Mal grösser als die Ausfuhren. Bedeutende Mengen der am Ende der Wertschöpfungskette genutzten Holzprodukte werden im Ausland hergestellt.



21) Vergleiche Kapitel Aussenhandel und Holzbilanz im Jahrbuch Wald und Holz des BAFU (z.B. BAFU 2011a S. 113ff).

22) Bau-, Packmaterial, Holzwaren, Möbel, vorgefertigte Holzgebäude (vgl. BAFU 2011a S. 103; Neubauer-Letsch 2011).

Abbildung 7 Mengen nach Wertschöpfungsstufen getrennt nach stofflicher und energetischer Verwendung in Tausend Kubikmeter feste Holzmasse (Jahr 2010)

Ein direkter Vergleich der hier dargestellten Ergebnisse mit Holzmengen in älteren Studien ist nicht möglich. Bei der Bestimmung der Produkte des Endverbrauchs wurden neue methodische Wege beschritten und teilweise andere Abgrenzungen vorgenommen (Neubauer-Letsch 2011, S. 65). Diese sind beispielsweise nicht vergleichbar mit der in der ökonomischen Branchenstudie verwendeten Struktur, die sich an der NOGA-Klassifikation des BFS orientiert (Peter et al. 2001).

Auf europäischer Ebene hat die Potenzialstudie EUwood (Mantau et al. 2010) für das Jahr 2010 in den 27 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union einen Holzverbrauch von 458 Mio. m³ feste Holzmasse für die stoffliche Verwendung (57%) und 346 Mio. m³ feste Holzmasse für die energetische Verwendung (43%) berechnet. Dieses Ergebnis ist aber mit den in der vorliegenden Studie berechneten Mengen nicht vergleichbar, da in der EUwood Studie der eigentliche Endverbrauch bei der stofflichen Verwendung nicht berücksichtigt wird, sondern nur die Verwendung in der ersten und zweiten Verarbeitungsstufe (Sägereien, Plattenwerke, Papier- und Zellstoffindustrie).²³⁾

3.4 Ökonomische Datengrundlagen

3.4.1 Preise

Die Preise für die einzelnen Produkte bzw. Produktgruppen werden in Franken pro Kubikmeter feste Holzmasse erfasst, soweit dies anhand der verfügbaren Daten möglich ist. Grundsätzlich werden die Preise für das Jahr 2010 verwendet.

Datengrundlagen

Die Datengrundlagen bzw. deren Verwendung sind hier beschrieben, weitere Angaben zu den einzelnen Datenquellen sind in Anhang A1 zusammengestellt.

- *Holzpreisstatistik BFS (2012)*: Preise der wichtigsten Holzprodukte auf den Stufen der Rohstoffgewinnung und der ersten Verarbeitungsstufe; Berechnung von Durchschnittspreisen anhand der Quartalspreise. **Diese Preise entsprechen bei Rohholz den gewogenen Durch-**

23) Definition von stofflicher Verwendung in Mantau et al. 2010 S. 35: "material uses", defined as the consumption and production of forest products, including notably sawn wood, wood based panels, pulp and other material uses (dissolving pulp, mulch, other industrial round wood).

schnittsverkaufspreisen ab mit Lastwagen befahrbarer Strasse inklusive Mehrwertsteuer. Bei Schnittwaren gelten Durchschnittspreise (ab Werk).²⁴⁾

- *Kataloge von Holzhändlern, Richtpreiskatalog²⁵⁾, Normmaterialkatalog²⁶⁾*: Preise für Produkte der ersten und zweiten Verarbeitungsstufe sowie für Produkte des stofflichen Endverbrauchs; grosse Bandbreite; zum Teil nur aktuelle Preise verfügbar, die sich auf das Jahr 2012 beziehen
- *Expertenschätzungen (interner Workshop, Befragung von Verbänden oder Händler)*: Ergänzung von fehlenden Daten, Plausibilisierung der Preise der zweiten Verarbeitungsstufe sowie von gewissen Endprodukten (Bauwesen, Möbel und Innenausbau) durch Fachexperten von Lignum und diversen Verbänden
- *Preisempfehlungen und Richtpreise von Verbänden*: Preise für Energieholz-Hackschnitzel und Bahnschwellenholz; nur wenige öffentlich zugängliche Dokumente
- *Zeitungs- und Fachartikel* zur Ergänzung und Plausibilisierung von Daten (z.B. für Altholz, Altpapier)

Die Preise für die energetisch genutzten Produkte im Endverbrauch werden im Modell nicht verwendet. Der Produktionswert bzw. die Wertschöpfung werden im Modell aus der Studie „Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien“ (Rütter + Partner / EBP 2013) hergeleitet. Ebenso wird die Wertschöpfung für Papier und Karton anhand des Produktionswertes aus dem Jahrbuch Wald und Holz (BAFU 2012) und nicht über den Preis berechnet.

Für die meisten Produkte existieren keine öffentlich zugänglichen Angaben oder Statistiken zu aktuellen Preisen ausser der Holzpreisstatistik des BFS. Die Datenerhebung für Preise ist deshalb sehr aufwändig. Zudem sind die Daten mit verschiedenen Unsicherheiten verbunden: Erstens unterliegen die Preise grösseren Schwankungen, auch innerhalb eines Jahres. Zweitens sind die Bandbreiten innerhalb von einzelnen Produkten sehr gross. Zur Bestimmung von Preisen für die Berechnung des Bruttoproduktionswerts sind deshalb verschiedene Annahmen zu treffen. Das Vorgehen orientiert sich an den folgenden Grundsätzen:

- Eine Unterscheidung nach Laub- und Nadelholz wird nur auf der Ebene Rohholz vorgenommen. Erstens liegen dazu Daten vor und zweitens sind die Differenzen der Preise gross. In die Berechnungen geht ein nach Menge gewichteter Durchschnittspreis von Laub- und Nadelholzsortimenten ein.
- Für die Produkte der Verarbeitungsstufen sowie des Endverbrauchs wird – falls der Preis auf Katalogpreisen basiert – eine Bandbreite von Preisen erfasst und ein mittlerer Wert bestimmt, der anhand von Expertenschätzungen plausibilisiert wird.

24) Vgl. Metainformationen zur Holzpreisstatistik in BAFU 2012 und <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/05/11.html> (Dez. 2013).

25) Richtpreiskatalog 332 "Elementbau in Holz", Verband Holzbau Schweiz

26) Holzbau Schweiz, 2010

- Viele Produkte – insbesondere des Endverbrauchs – werden in Preisen pro Stück, Quadratmeter oder anderen Bezugsgrößen gehandelt. Bei diesen Produkten (z.B. Parkett, Türen, Treppen) wird der Produktionswert anhand des Stück- oder Quadratmeterpreises berechnet.

Die Preise wurden durch den Vergleich von Angaben aus verschiedenen Quellen und teilweise durch Experten plausibilisiert. Insbesondere bei heterogenen Produktgruppen wie beispielsweise Möbeln sind die Bandbreiten jedoch gross. Die damit verbundenen Unsicherheiten werden in der Diskussion der Resultate (Kap. 4.3) aufgeführt.

3.4.2 Wertschöpfung

Die Wertschöpfung wird grundsätzlich aus dem Produktionswert und dem Wertschöpfungsanteil berechnet. Der Produktionswert wiederum berechnet sich anhand von Mengen und Preisen (vgl. Berechnungsmodell, Kap. 3.1).

Für die Herleitung der Wertschöpfungsanteile sowie die Plausibilisierung der berechneten Werte werden die folgenden Datengrundlagen herangezogen:

- *Produktionskonto nach Branchen (BFS)*: Daten zu Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung und Vorleistung für das Jahr 2010; auf Ebene 2-stellige NOGA-Codes²⁷⁾
- *Input-Output-Tabelle (BFS)*: Daten zu Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung und Vorleistung für das Jahr 2008; auf Ebene 2-stellige NOGA-Codes (nach NOGA 2002)²⁸⁾
- *Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung (BFS)*: Daten zu Bruttoproduktionswert, Vorleistung, Wertschöpfung der Forstwirtschaft für das Jahr 2010. Die Daten beziehen sich auf die gesamte Forstwirtschaft und umfassen die öffentlichen Forstbetriebe, Privatwald, Forstunternehmungen und Forstbaumschulen.

Wie oben beschrieben, werden der Produktionswert und die Wertschöpfung im Modell berechnet. Die Berechnung und Plausibilisierung basiert auf folgenden Grundsätzen und Annahmen:

- Jedes Produkt bzw. jede Produktgruppe wird einem NOGA-Code zugeordnet (Ebene 2-stellige NOGA-Codes). Folglich ist der Wertschöpfungsanteil für alle Produkte identisch, die dem gleichen NOGA-Code entsprechen.
- Der Wertschöpfungsanteil wird pro NOGA-Code (2-stellig) aus der Wertschöpfung und dem Produktionswert berechnet. Grundlage bildet das Produktionskonto (BFS). Für die Stufe der Rohstoffgewinnung/Recycling wird der Wert aus der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung herangezogen.²⁹⁾

27) vgl. http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/02/key/nach_branchen.html (Dez. 2012)

28) vgl. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/01/dos/02.html> (Dez. 2012)

29) Daten 2008, aufbereitet durch F. Murbach, BFS

- Für die Papier- und Kartonindustrie werden direkt die aufbereiteten Daten aus dem Jahrbuch Wald und Holz (BAFU 2012) verwendet, die auf der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des BFS basieren.
- Die Bruttoproduktion (ohne Brennstoffe) des energetischen Endverbrauchs wird aus der Studie Rütter + Partner / EBP (2013) hergeleitet.
- Die Bruttoproduktion und Wertschöpfung der Möbelherstellung wird anhand der Daten der Produktionskonten des BFS hergeleitet, da hier die Bandbreite der Preise besonders gross ist. Die Möbelherstellung ist in einer eigenen NOGA-Kategorie zusammengefasst, die allerdings nicht nur Holzprodukte umfasst. Der Anteil von Möbeln aus oder mit Holz wird anhand von Daten zum Holzendverbrauch (Neubauer-Letsch 2011) auf zwei Drittel geschätzt.
- Die Multiplikatoren für die Berechnung der indirekten Wertschöpfungseffekte werden mittels der sogenannten Leontief-Inversion aus der Input-Output-Tabelle (BFS 2008) abgeleitet. Es handelt sich um Durchschnittswerte bei durchschnittlichen schweizerischen Wirtschaftsstrukturen.

Beispiel: Berechnung der Wertschöpfung

Am Beispiel Schnittware wird die Berechnung der Wertschöpfung exemplarisch aufgezeigt (Werte gerundet):

Menge = 1.46 Mio. m³

Preis = 400 CHF/m³

Wertschöpfungsanteil = 39% (NOGA 16)

→ Bruttoproduktionswert = 1.46 Mio. m³ * 400 CHF/m³ = 580 Mio. CHF

→ Wertschöpfung = 39% * 580 Mio. CHF = 230 Mio. CHF

3.4.3 Beschäftigung und Arbeitsproduktivität

Für die Berechnung und Plausibilisierung der Daten zur Beschäftigung und Arbeitsproduktivität werden die folgenden Grundlagen verwendet (vgl. Datenquellen in Anhang A1):

- *Arbeitsproduktivität nach Branchen (BFS)*: Daten für das Jahr 2010, basierend auf der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung; differenziert nach NOGA-Codes (2-stellig)
- *Betriebszählung 2008 (BFS)*: Vollzeitäquivalente nach NOGA-Code (2-stellig)
- *Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung (BFS)*:³⁰⁾ Daten zur Beschäftigung und Arbeitsproduktivität in der Forstwirtschaft; Jahresreihen bis 2011
- *Jahrbuch Wald und Holz (BAFU)*: aufbereitete Daten aus der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung bis 2010

30) Die Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung ist eine Synthesestatistik. Sie übernimmt die Ergebnisse der Betriebszählung, und ergänzt sie um die Kohärenz mit der Produktion zu erreichen.

Wie oben beschrieben, wird die Beschäftigung im Modell berechnet, die Arbeitsproduktivität wird aus den BFS-Daten zu Arbeitsproduktivität nach Branchen hergeleitet. Die Berechnung und Plausibilisierung basiert auf folgenden Grundsätzen und Annahmen:

- Wie bei der Wertschöpfung werden die einzelnen Produkte bzw. Produktgruppen jeweils einem NOGA-Code zugeteilt (2-stellig).
- Für die Rohstoffgewinnung werden die Werte für die Arbeitsproduktivität der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung übernommen.³¹⁾
- Die Werte für die Beschäftigung im Zusammenhang mit Papier- und Kartonprodukten sowie mit dem energetischen Endverbrauch werden direkt aus bestehenden Studien (BAFU 2012, Rütter + Partner / EBP 2013) hergeleitet und nicht anhand von Angaben zur Arbeitsproduktivität berechnet.

Beispiel: Berechnung der Beschäftigung

Am obigen Beispiel *Schnittware* erfolgt die Berechnung der Beschäftigung wie folgt (Werte gerundet):

Wertschöpfung = 230 Mio. CHF

Arbeitsproduktivität = 92'700 CHF/VZÄ (NOGA 16)

→ Beschäftigung = 230 Mio. CHF / 92'700 CHF/VZÄ = 2'480 VZÄ (Vollzeitäquivalente)

31) Daten 2008, aufbereitet durch F. Murbach, BFS

4 Analyse Wertschöpfungsketten: Resultate

Die Resultate zu Wertschöpfung und Beschäftigung werden nachfolgend ausführlich beschrieben (Kap. 4.1, 4.2). Im Fazit (Kap. 4.3) werden die zentralen Ergebnisse zusammengefasst sowie das Vorgehen der vorliegenden Wertschöpfungsanalyse diskutiert.

4.1 Wertschöpfung

Die in der stofflichen und energetischen Holzverwendung tätigen Unternehmen in der Schweiz generieren eine direkte Wertschöpfung von gut 6 Mrd. CHF (Werte für das Jahr 2010). Rund 5.3 Mrd. CHF (87%) ist auf die stoffliche und 0.8 Mrd. CHF (13%) auf die energetische Verwendung zurückzuführen.

Aufgegliedert nach den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette zeigen sich folgende Resultate (Abbildung 8):

- Die *Rohstoffgewinnung* und das *Recycling* als erstes Glied der Wertschöpfungskette generieren eine Wertschöpfung von jährlich rund 350 Mio. CHF. Das entspricht lediglich 6% der Wertschöpfung der Holzverwendung insgesamt. Die stoffliche Verwendung führt hierbei zu Zweidrittel dieser Wertschöpfung (70%).
- Die *erste und zweite Verarbeitungsstufe* werden zusammengefasst. In diesen Wertschöpfungskettengliedern entsteht eine Wertschöpfung von rund 900 Mio. CHF (15% der Wertschöpfung insgesamt). Der Anteil der stofflichen Verwendung beträgt hier etwa 95%. Der Grund für den hohen Anteil der stofflichen Verwendung ist, dass energetisch genutztes Holz nicht weiter verarbeitet wird, ausser bei der Herstellung von Pellets und Schnitzeln aus Rest- und Altholz.
- Bei den *Produkten für den Endverbrauch* fällt mit 4.8 Mrd. CHF (Anteil stofflich: 4.2 Mrd. CHF oder 87% der Wertschöpfung auf dieser Stufe) die höchste Wertschöpfung an. Sie macht knapp 80% der gesamten Wertschöpfung über alle Produktionsstufen aus. Die höchste Wertschöpfung entsteht in der Kategorie „Möbel und Innenausbau“ sowie bei der Produktion und Verarbeitung von Papier und Karton. Weitere wichtige Aktivitäten finden sich in der Verwendung von Holz im Bauwesen. Bei der energetischen Nutzung entsteht die Wertschöpfung insbesondere bei Investitionen und Betrieb von grossen Anlagen (Produktion von Wärme und/oder Strom).

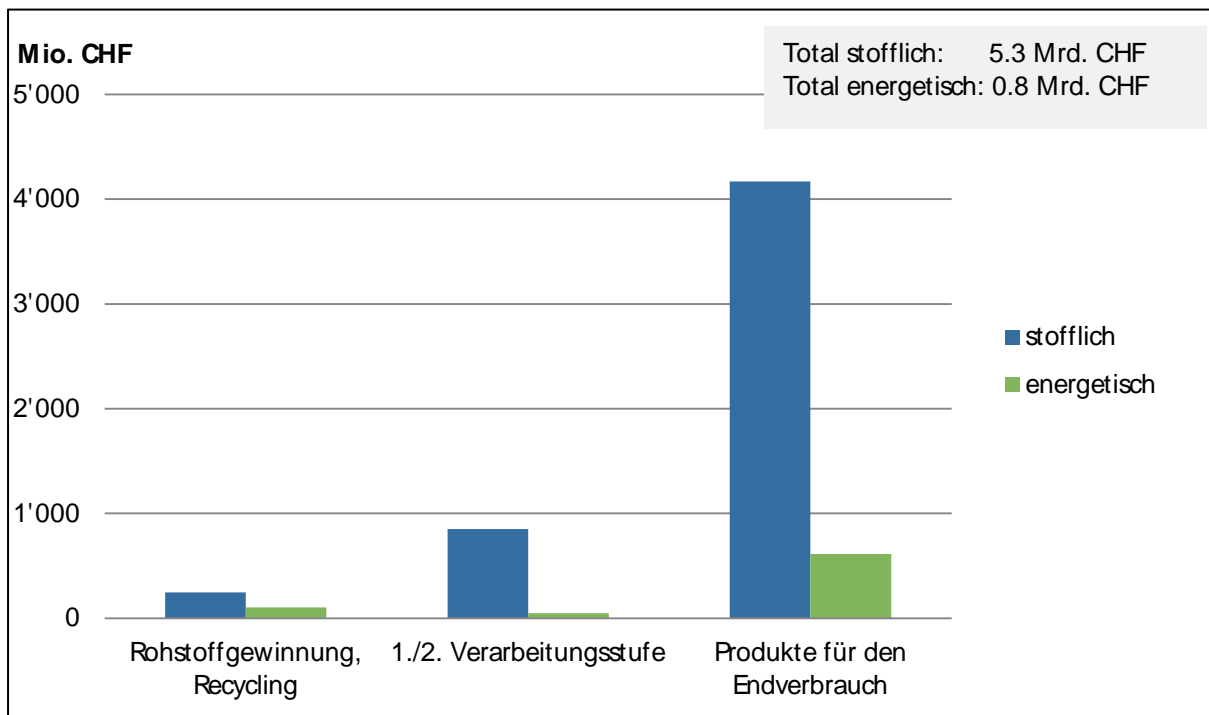


Abbildung 8 Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Mio. CHF nach Wertschöpfungsstufen (Jahr 2010)

Die Abbildung zeigt deutlich, dass die Wertschöpfung am höchsten ist bei der Herstellung der Produkte für den Endverbrauch. Der Vergleich mit den Mengen weist darauf hin, dass die Verarbeitungstiefe und damit die Wertschöpfungsintensität von der Rohstoffgewinnung hin zu Produkten für den Endverbrauch steigen.

Diese Erkenntnis zeigt auch die Wertschöpfung pro Kubikmeter Holz (Abbildung 9): Die Produkte für den Endverbrauch weisen eine deutlich höhere Wertschöpfung pro Einheit Holz auf als die Rohstoffgewinnung und die erste und zweite Verarbeitungsstufe. Der Wert der Produkte enthält neben dem materiellen Wert des Holzes auch den Wert der einzelnen Verarbeitungsschritte beispielsweise in der Sägerei und beim Möbel- und Fensterbau. So wird die Wertschöpfung insbesondere bei der stofflichen Verwendung über die Wertschöpfungsstufen vervielfacht. Bei der energetischen Verwendung von Holz nimmt die Wertschöpfung mit den Stufen auch zu, aber weniger stark als bei der stofflichen Verwendung.

Die energetische Verwendung auf Ebene der Rohstoffgewinnung / Recycling generiert eine Wertschöpfung von rund 23 CHF/m³, die stoffliche Verwendung etwa das Doppelte. Bei den Produkten für den Endverbrauch weist die stoffliche Verwendung eine Wertschöpfung von rund 950 CHF/m³ im Produkt enthaltene Holzmenge, die energetische Verwendung etwa 150 CHF. Im gewichteten Durchschnitt über alle Wertschöpfungsstufen liegt die Wertschöpfung

der stofflichen Verwendung bei rund 420 CHF/m³ und bei rund 80 CHF/m³ für die energetische Verwendung.

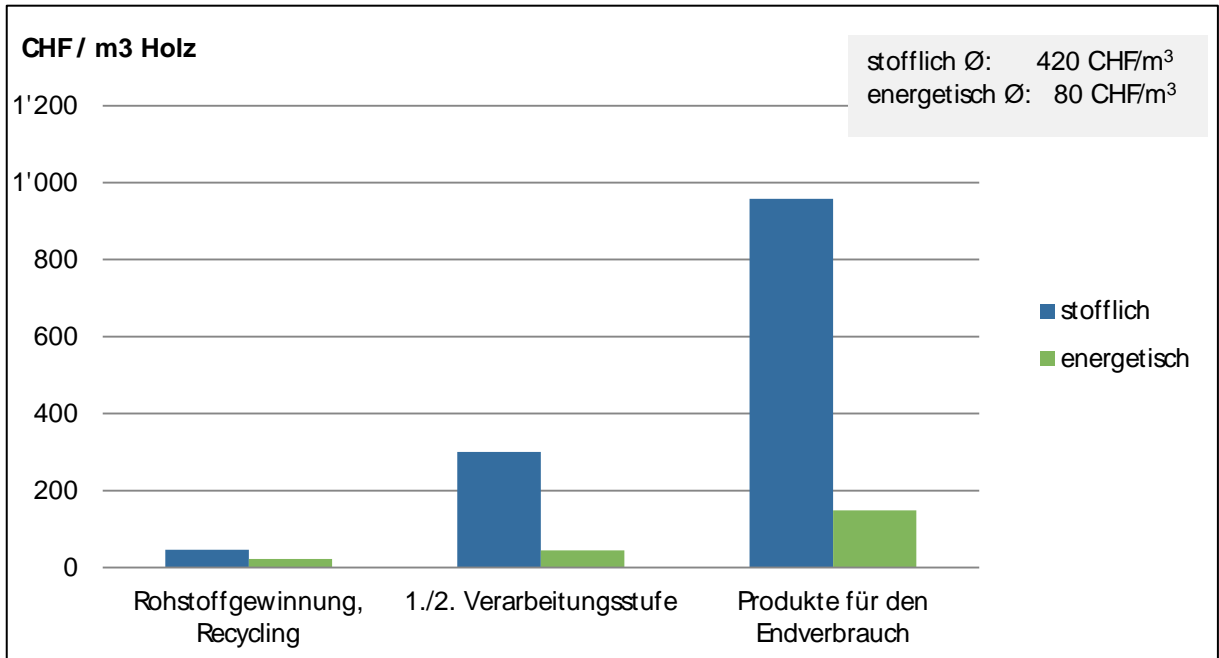


Abbildung 9 Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Franken pro Kubikmeter feste Holzmasse nach Produktionsstufen (Jahr 2010)

Die entlang der Wertschöpfungskette steigende Wertschöpfung pro Kubikmeter weist auf folgende Zusammenhänge hin: Mit fortschreitender Verarbeitung nehmen die Diversifizierung und die Spezialisierung in der Bearbeitung zu. Diese Diversifizierung bildet sich üblicherweise auch in der Nachfrage ab, indem die Märkte stark segmentiert werden, was die Nachfragevolumen je Marktsegment reduziert. Bei niedrigen Marktvolumen und hoher Spezialisierung müssen daher höhere Wertschöpfungen auf die Einzelverkäufe erzielt werden als in einem Massenmarkt mit homogenen Produkten. In Massenmärkten hingegen entscheidet v.a. das umgesetzte Volumen über die Wirtschaftlichkeit der unternehmerischen Tätigkeiten.

Indirekte Effekte

Die oben dargestellten Resultate beziehen sich auf die direkten Effekte. Die analysierten Wertschöpfungsketten sind eingebettet in ein Netzwerk von wirtschaftlichen Aktivitäten, insbesondere auch durch den Vorleistungsbezug und Investitionstätigkeiten. Ebenso werden in den wirtschaftlichen Tätigkeiten der beiden analysierten Holznutzungen Löhne ausbezahlt, welche zu Konsum verwendet werden. Aus Vorleistungsbezügen sowie aus den induzierten Konsumausgaben entstehen weitergehende Impulse in die nationale Volkswirtschaft hinein. Diese nachgelagerte Impulswirkung lässt sich mittels Multiplikatorrechnung aufgrund der nationalen Input-Output-Tabelle für das Jahr 2008 abschätzen.

Abbildung 10 und Abbildung 11 zeigen sowohl die direkten als auch die indirekten Wertschöpfungseffekte, die in der schweizerischen Volkswirtschaft durch die stoffliche und energetische Verwendung der Ressource Holz ausgelöst werden.

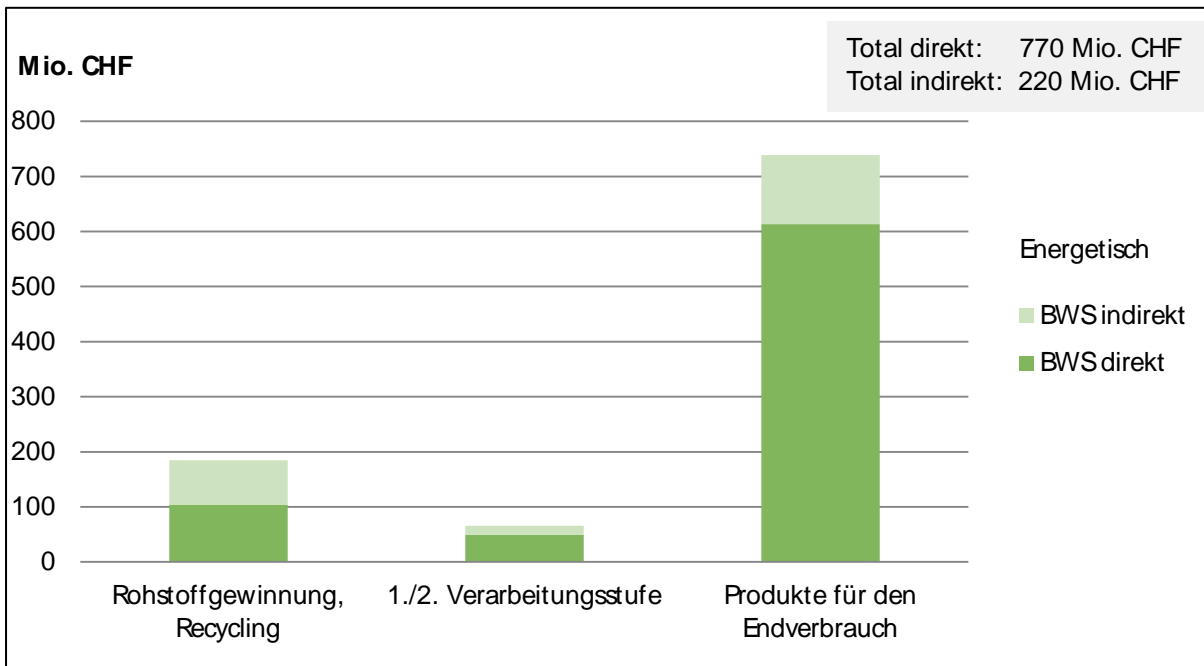


Abbildung 10 Direkte und indirekte Wertschöpfung der energetischen Verwendung von Holz in Mio. CHF (Basisjahr 2010)

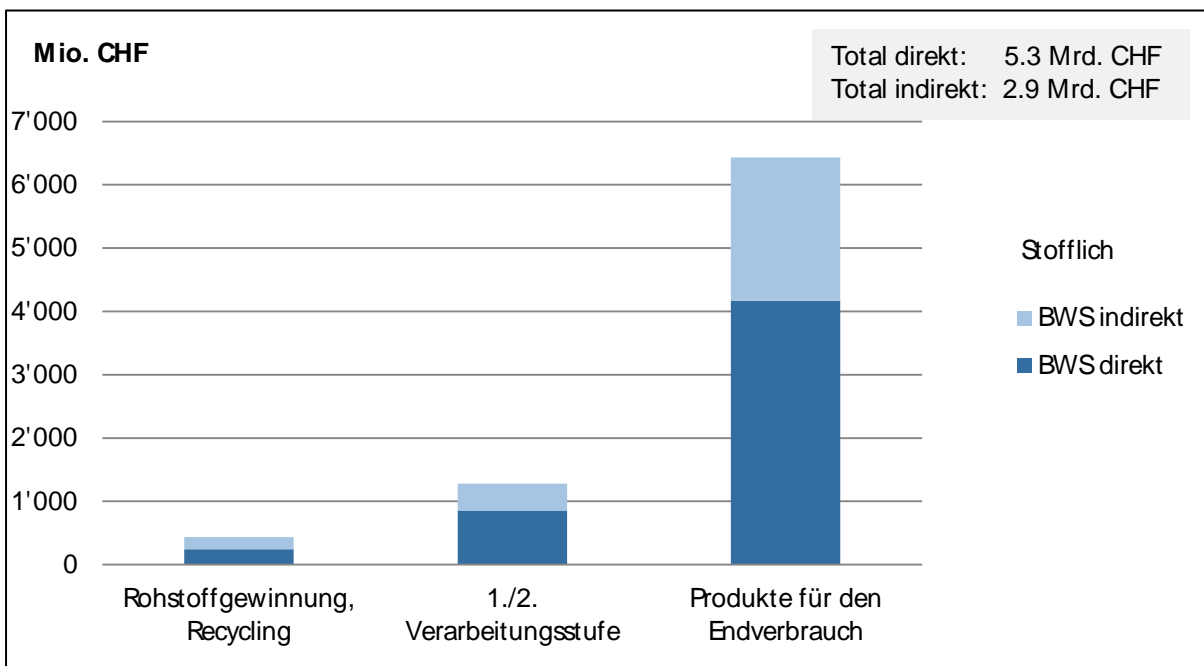


Abbildung 11 Direkte und indirekte Wertschöpfung der stofflichen Verwendung von Holz in Mio. CHF (Basisjahr 2010)

Die indirekten Effekte machen insgesamt 3.1 Mrd. CHF aus, die Summe der direkten und indirekten Wertschöpfung total 9.1 Mrd. CHF. Gemessen an den direkten Effekten (rund 6 Mrd. CHF) entspricht dies einem Anteil nachgelagerter Impulswirkung von gut 50%. Wie auch bei der direkten Wertschöpfung, wird der grösste Anteil durch die stoffliche Verwendung generiert. Der Anteil der indirekten Wertschöpfung aus der energetischen Verwendung macht nur 7% der gesamten indirekten Wertschöpfung aus.

Die indirekten Wertschöpfungseffekte sind bei den Produkten für den Endverbrauch der stofflichen Verwendung am höchsten. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass die direkten Wertschöpfungswirkungen der stofflichen Verwendung höher sind.

Die detaillierten Zahlen pro Wertschöpfungsstufe sind in Anhang A3 ersichtlich.

4.2 Beschäftigung

Aufgrund der geschätzten Wertschöpfung je Produktionsstufe lassen sich anhand von durchschnittlichen Werten der Arbeitsproduktivität (vgl. Kap. 3.4.3) auch Beschäftigungseffekte abschätzen. Die stoffliche und energetische Verwendung von Holz führt zu rund 61'000 Beschäftigten (in Vollzeitäquivalenten, direkte Effekte)³²⁾. 53'000 Beschäftigte (87%) davon sind auf die stoffliche und rund 8'000 auf die energetische Verwendung zurückzuführen. Die Beschäftigung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette:

- In der Stufe Rohstoffgewinnung und Recycling entsteht die höchste Beschäftigungswirkung bei Stammholz (mehr als 3'000 Beschäftigte), gefolgt von Altpapier (ca. 2'000).
- In der *ersten und zweiten Verarbeitungsstufe (VS)* weisen insbesondere die Sägereien (Schnittholzproduktion rund 2'500 Beschäftigte), die Fensterproduzenten (gut 2'000 Beschäftigte) und die Span- und Faserplattenwerke (1'700 Beschäftigte) eine hohe Anzahl Arbeitsplätze aus.
- Bei den *Produkten für den Endverbrauch* werden mit rund 14'000 die meisten Vollzeitäquivalente in der Möbelherstellung und Innenausbau (Möbel, Böden, Decken-, Innen-, Wandverkleidung) ausgewiesen, gefolgt von der Papier- und Kartonindustrie (gut 12'600

32) Für den Vergleich der Ergebnisse mit den Resultaten der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung vgl. Kap. 4.3.2.

Beschäftigte³³⁾ sowie dem Bauwesen (Holzkonstruktionen für Wände, Dach etc.) mit gut 10'000 Beschäftigten.

Die Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Beschäftigung auf den einzelnen Stufen. Wie auch bei den vorangehenden Auswertungen zeigen sich bei den stofflichen Produkten für den Endverbrauch die höchsten Werte.

Die detaillierten Zahlen pro Wertschöpfungsstufe sind in Anhang A3 ersichtlich.

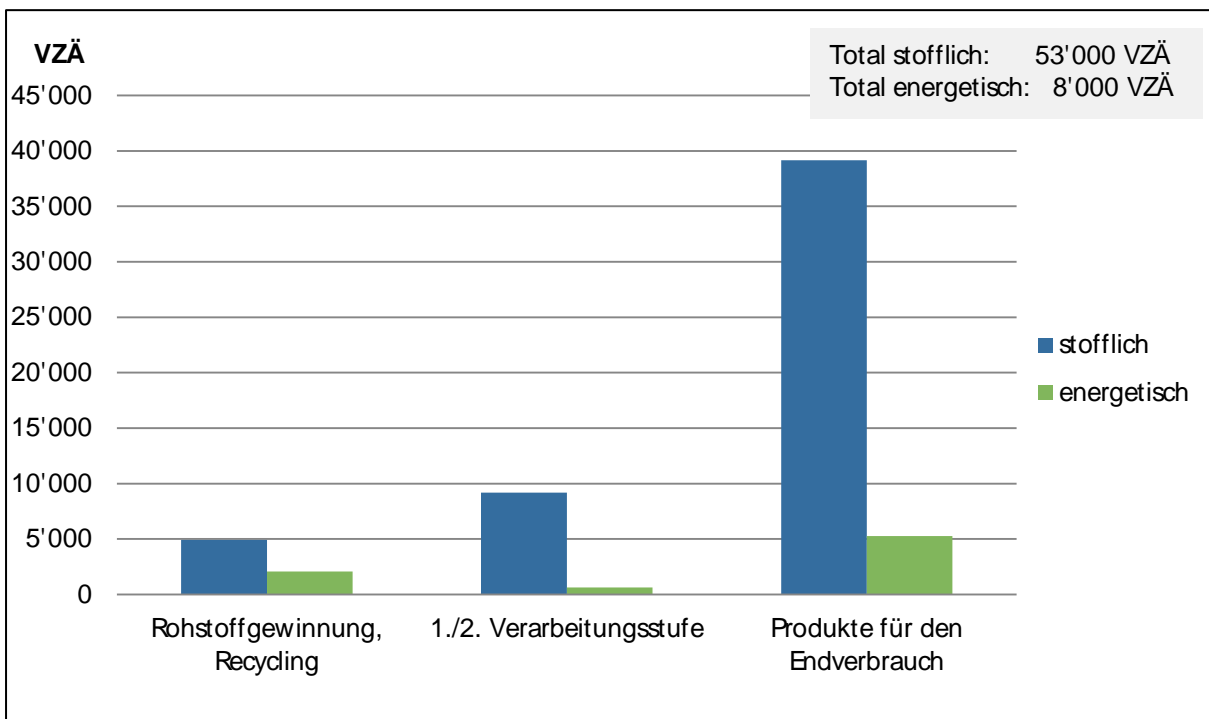


Abbildung 12 Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) nach Wertschöpfungsstufen (Basisjahr 2010)

4.3 Fazit Wertschöpfungsketten

4.3.1 Zentrale Ergebnisse

Aus der Analyse der beiden Wertschöpfungsketten für stoffliche und energetische Holznutzung lassen sich die folgenden Erkenntnisse zusammenfassen:

33) Dieser Wert erscheint sehr hoch, liegt jedoch in der gleichen Grössenordnung wie der im Jahrbuch Wald + Holz (BAFU 2012) ausgewiesene Wert von rund 14'000 Beschäftigten in der Summe von Papier- und Kartonproduktion sowie Herstellung von Papier- und Kartonprodukten.

- Aus der stofflichen und energetischen Holzverwendung wird in der Schweiz insgesamt eine Bruttowertschöpfung von rund 6 Mrd. CHF erzielt und es resultiert eine Beschäftigungswirkung von rund 61'000 Vollzeitäquivalenten (Jahr 2010).
- Die stoffliche Nutzung trägt 87% und die energetische Nutzung 13% an diese Bruttowertschöpfung bei. Bei der Beschäftigung liegt der Anteil der stofflichen Nutzung ebenfalls bei rund 87%. Die durchschnittliche Arbeitsproduktivität über die gesamte Wertschöpfungskette ist somit bei der stofflichen und der energetischen Nutzung gleich gross.
- Die stoffliche Nutzung generiert sowohl absolut als auch auf einen Kubikmeter Holz bezogen in allen Wertschöpfungsstufen mehr Beschäftigung und Wertschöpfung als die energetische Nutzung.
- Die Wertschöpfungsanalysen widerspiegeln eine Logik von zunehmender Verarbeitungstiefe und Wertschöpfungsintensität entlang den Wertschöpfungsketten: in beiden Wertschöpfungsketten fällt die höchste Wertschöpfung und Beschäftigungswirkung in der Herstellung der Endprodukte an.
- Die indirekten Wirkungen in weiteren Branchen sind mit einer zusätzlichen Bruttowertschöpfung von geschätzten 3.1 Mrd. CHF nicht zu vernachlässigen.

4.3.2 Einordnung der Ergebnisse

Die mit der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz verbundenen wirtschaftlichen Effekte sind im *Vergleich mit der Schweizer Gesamtwirtschaft* im Jahr 2010 wie folgt einzuordnen:

- Die direkte Wertschöpfung der Holzverwendung in der Schweiz im Jahr 2010 entspricht 1.1% des BIP.³⁴⁾
- Unter Berücksichtigung der indirekten Effekte, die in anderen Branchen ausgelöst werden, beträgt die Wertschöpfung 1.5% des BIP.
- Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der stofflichen und energetischen Holzverwendung liegt damit in der gleichen Grössenordnung wie die Querschnittbranche der erneuerbaren Energien. Werden sämtliche erneuerbaren Energien³⁵⁾ zusammen betrachtet, leisten diese 0.9% an das nationale BIP (Rütter + Partner / EBP 2013). Die stoffliche und energetische

34) BIP 2010 (nominal) gemäss BFS: 574 Mrd. CHF

http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/04/02/01/key/bip_gemaess_produktionsansatz.html

35) Windenergie, Photovoltaik, Wärmepumpen, Holzheizungen und –feuerungen, Abfallverbrennung, Wasserkraft, Solarthermie (Wärme) und Biogasanlagen

Holzverwendung leistet demnach im Jahr 2010 einen ähnlichen Beitrag zur grünen Wirtschaft wie die Nutzung erneuerbarer Energien.

Im *Vergleich mit der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung* (FGR) zeigt sich, dass die hier berechnete Wertschöpfung und Beschäftigung auf der Stufe der Rohstoffgewinnung deutlich tiefer liegt als das Total für die Waldwirtschaft. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der vorliegenden Studie nur die über den Markt für Holzprodukte erzielten Effekte berücksichtigt werden. Die Unterschiede zur FGR sind darauf zurückzuführen, dass der Gesamtproduktionswert der Forstwirtschaft auch die Erstellung von nichtforstwirtschaftlichen Waren und Dienstleistungen (Beispiel: Investitionsgüter wie Waldstrassen und Schutzbauten) beinhaltet. Zudem beinhalten die Vorleistungen auch Kosten zur Erbringung von Leistungen, die durch Subventionen abgegolten werden (Beispiel: Schutzwaldpflege). Diese Leistungen sind nicht im Produktionswert enthalten und damit auch nicht in der hier berechneten Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Holzverwendung.

Aus dem *Vergleich mit der Branchenstudie* (Peter et al. 2001) lassen sich die folgenden Erkenntnisse ableiten:

- Der Anteil des energetisch genutzten Holzes am Endverbrauch ist im Jahr 2010 rund doppelt so hoch als der von Peter et al. (2001) für das Jahr 2003 geschätzte Wert. Wie schon damals (vgl. Kap. 2.3) ist der Anteil des Energieholzes bezogen auf die Endnachfrage in Mengen (44% der Endnachfrage 2010) deutlich höher als der wertmässige Anteil (9% des Produktionswertes).
- Die Vergleichbarkeit der Wertschöpfungseffekte ist u.a. durch unterschiedliche Systemabgrenzungen beschränkt. In der Branchenstudie wurden Effekte des energetischen Endverbrauchs nicht berücksichtigt. Ebenso wurden die Wertschöpfungseffekte nicht separat für die stoffliche und energetische Verwendung ausgewiesen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den Werten für 2003 um die Resultate von Modellsimulationen handelt.

Trotz dieser Einschränkungen bezüglich der Vergleichbarkeit, werden hier einige Erkenntnisse abgeleitet (vgl. Tabelle 4)³⁶⁾ und die Unterschiede erklärt, soweit dies anhand der vorliegenden Informationen möglich ist.

Produktionsstufe	Resultate für das Jahr 2010			Resultate 2003 gemäss Branchenstudie
	stofflich	energetisch	total	

36) Der Vergleich basiert auf nominalen Zahlen, bei den realen Werten wären die Unterschiede noch etwas grösser. Abweichungen in den Summen aufgrund von Rundungsdifferenzen.

Rohstoffgewinnung, Recycling	250	100	350	500
1. und 2. Verarbeitungsstufe	850	50	900	1'505
Produkte Endverbrauch	4'170	610	4'780	7'015
Total	5'270	760	6'030	9'020

Tabelle 4 Vergleich der Wertschöpfung (in Mio. CHF) mit den Resultaten der Branchenstudie (Peter et al. 2001)

- Die für das Jahr 2010 berechneten Wertschöpfungseffekte sind insgesamt rund 30% tiefer als die für das Jahr 2003 hochgerechneten Werte. Eine mögliche Erklärung dafür ist die Verschiebung zu deutlich mehr energetischer Verwendung. Der Vergleich der Produktionswerte weist zudem darauf hin, dass die Unterschiede hauptsächlich auf tiefere Wertschöpfungsanteile zurückzuführen sind: Für das Jahr 2003 wurde eine Bruttoproduktion von 16.9 Mia. CHF berechnet, für das Jahr 2010 liegt der Wert bei rund 15 Mia. CHF (Differenz: -11%). Der Wertschöpfungsanteil³⁷⁾ liegt damit bei den Werten für das Jahr 2003 bei durchschnittlich 53%, für das Jahr 2010 sind es 43%.³⁸⁾
- Auf der Stufe von *Rohstoffgewinnung/Recycling* liegt der Unterschied bei rund 30%. Eine detailliertere Betrachtung zeigt, dass die Differenz hauptsächlich bei der Wertschöpfung der Recyclingunternehmen liegt. Die Effekte dieser Branche sind mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden (Abgrenzung, mangelnde Datengrundlagen).
- Auch auf der *1. und 2. Verarbeitungsstufe* unterscheiden sich die für 2003 berechneten Werte um rund 40% von den Resultaten für das Jahr 2010. Der Rückgang bei der Herstellung von Holzschliff und Zellstoff ist durch die Schliessung von Produktionsstätten (Borregaard, Deisswil, Biberist) zu erklären. Ein grosser Anteil der Differenz ist auf unterschiedliche Werte bei der Herstellung von Türen zurückzuführen. Gemäss den Datengrundlagen der vorliegenden Studie sind die Werte für die Herstellung von Türen im Jahr 2003 überschätzt.
- Beim *Endverbrauch* macht die Differenz rund einen Drittel aus. Eine Erklärung dafür sind die oben erwähnten Unterschiede bei den Wertschöpfungsanteilen. Weitere Gründe liegen in unterschiedlichen Abgrenzungen: In der vorliegenden Berechnung für das Jahr 2010 wird nur derjenige Wertschöpfungsanteil einer Branche berücksichtigt, der direkt auf die Holzverwendung zurückzuführen ist. Das bedeutet beispielsweise, dass beim

37) Wertschöpfung / Produktionswert

38) Zum Vergleich die Werte von ausgewählten Branchen gemäss Daten des BFS:

- Forstwirtschaft (basierend auf forstwirtschaftlicher Gesamtrechnung): 48%

- Herstellung von Möbeln (NOGA 31): 37%

- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus (NOGA 17): 33%

Fensterbau nur der Anteil berücksichtigt ist, der auf die eingesetzte Holzmenge zurückzuführen ist und nicht die gesamte Wertschöpfung der Branche.

4.3.3 Diskussion der Methode

Für die Berechnung von Wertschöpfungseffekten können verschiedene methodische Ansätze gewählt werden. Der hier gewählte Ansatz basiert auf der Ermittlung von Mengen und Preisen entlang der Wertschöpfungskette. Dieses Vorgehen zeigt die folgenden Stärken und Schwächen:

- Der Ansatz über die Mengen erlaubt eine differenzierte Betrachtung nach stofflicher und energetischer Verwendung.
- Das Holzflussmodell des BAFU und die Analysen zum Holzendverbrauch (Neubauer-Letsch et al. 2011) liefern gute Grundlagen zu den Holzmenen in den einzelnen Produktionsstufen. Die Grenzen zeigen sich bei Ansprüchen an einen erhöhten Detaillierungsgrad. So braucht es beispielsweise für eine Aufschlüsselung nach Laub- und Nadelholz zusätzliche Daten. Eine Herausforderung stellt die Abgrenzung nach dem Inlandprinzip dar, insbesondere beim Endverbrauch.
- Je höher der Verarbeitungsgrad von Produkten, desto grösser ist die Bandbreite der Preise. Deshalb ist auf der Stufe des Endverbrauchs entweder eine starke Differenzierung der Produktgruppen notwendig oder es sind Daten aus anderen Erhebungen hinzuzuziehen. So wurde in der vorliegenden Analyse die Wertschöpfung der Möbelhersteller aus den Produktionskonten des BFS und Daten zum Holzendverbrauch abgeleitet. Mit diesem Vorgehen ist eine grobe Schätzung möglich (vgl. Ausführungen zur Datenlage unten).
- Durch die Zuordnung der Produktgruppen zu den Branchen nach NOGA-Codes ist die Anschlussfähigkeit an die allgemeine Wirtschaftsstatistik der Schweiz gegeben und es können beispielsweise indirekte Effekte anhand der Input-Output-Tabelle abgeleitet werden. Zudem ist die Vergleichbarkeit mit anderen Wertschöpfungsstudien gegeben, die auf analogen Grundlagedaten basieren. Allerdings kann mit der Zuordnung der einzelnen Produkte zu Branchengruppen nach NOGA-Codes bei den ökonomischen Kennzahlen nicht der gleiche Detaillierungsgrad erreicht werden wie bei den Daten zu den Mengen.
- Mit der Zuordnung der Produkte zu den Branchengruppen nach NOGA-Codes sind die üblichen Schwierigkeiten beim Setzen von Systemgrenzen sowie in der Abgrenzung innerhalb der Systematik nach Wirtschaftszweigen verbunden. So wird beispielsweise im Baubergewerbe Holz sowohl im Verbund als auch in Konkurrenz zu anderen Werkstoff-

fen verarbeitet (Bsp. Fenster aus Holz, Kunststoff, Metall). Die Zuordnung von Unternehmen zu einzelnen Branchen ist nicht immer eindeutig.

Die Datenlage ist für die einzelnen Wertschöpfungsstufen unterschiedlich:

- Die wirtschaftlichen Aktivitäten der Forstwirtschaft sind detailliert erfasst und dokumentiert in der Forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung; entsprechend sind die Resultate zur ersten Produktionsstufe (Rohstoffgewinnung / Recycling) gut abgestützt.
- In den weiteren Wertschöpfungsstufen nimmt die Datenverfügbarkeit mit steigender Verarbeitungsstufe ab. Gründe dafür sind beispielsweise die Unternehmensdiversifikation aufgrund zunehmender Marktsegmentierung und damit verbunden die Schwierigkeit, die Unternehmen bzw. deren Produkte einer Branche zuzuteilen.
- Die grössten Unsicherheiten bestehen aufgrund fehlender Datengrundlagen bei den Preisen, auch hier insbesondere auf der Stufe des Endverbrauchs (vgl. auch Kap. 3.4.1). Die Bandbreiten innerhalb von einzelnen Produkten sind sehr gross und stark mengenabhängig. Zudem sind die Preise für viele Produkte nicht in öffentlichen Statistiken erfasst. In Ergänzung zu den Recherchen anhand verschiedener Datenquellen wurden deshalb die Preise für wichtige Produktgruppen plausibilisiert durch Experten³⁹⁾ sowie durch den Abgleich der Resultate mit Beschäftigungs- und Wertschöpfungszahlen des BFS. In der Kategorie Möbel konnten jedoch aufgrund der heterogenen Produktpalette keine konkreten Preisangaben gemacht werden und die vorliegenden Schätzungen sind mit grösserer Unsicherheit verbunden.
- Der Entscheid, bei den Preisen den Ladenpreis für den Endkonsumenten anstelle des Einstandspreises zu verrechnen, begründet sich folgendermassen: Beim Ladenpreis wird der gesamte Mehrwert jedes Kubikmeters Holzes, der durch die weitere Verarbeitung in den verschiedenen Verarbeitungsstufen erbracht wird, miteinbezogen. Dieser Mehrwert ist Bestandteil der Wertschöpfung. Bei den Einstandspreisen ist die Abgrenzung jeweils stark davon abhängig, auf welcher Wertschöpfungsstufe dieser fixiert wird (z.B. ab Sägerei auf der ersten Verarbeitungsstufe oder ab Papierfabrik auf der letzten Verarbeitungsstufe) und müsste für jedes Produkt einzeln bestimmt werden. Somit eignen sich Ladenpreise – trotz grosser Bandbreite – besser, die gesamte Wertschöpfung abzubilden.

39) Die folgenden Organisationen wurden für die Beschaffung und/oder die Plausibilisierung der Daten kontaktiert: Lignum, Holzhandel Schweiz, Holzindustrie Schweiz, Holzmarktkommission, Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelersteller, Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie.

5 Wirkungsmodell

Im normativen Wirkungsmodell werden in starker Abstraktion die Einflussfaktoren aufgezeigt, welche die Wertschöpfung beeinflussen (Kap. 5.1). Zudem werden die quantitativen Resultate der Wertschöpfungsanalyse in Bezug gesetzt zum Wirkungsmodell (Kap. 5.2).

5.1 Aufbau und Beschreibung des Wirkungsmodells

Analytische Wirkungsmodelle helfen, Einflussfaktoren auf die Wertschöpfung und zentrale Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu verstehen. Das Wirkungsmodell dient sodann als Grundlage für die Systemabgrenzung, zur Reduktion von Komplexität in Diskussionen und zum Aufzeigen von Stellschrauben im System. Es handelt sich um eine statische Betrachtung und das Modell dient nicht dazu, Zusammenhänge dynamisch zu modellieren.

Eine notwendige Grundvoraussetzung für das Zustandekommen von Wertschöpfung ist eine unternehmerische Tätigkeit. Im Zuge dieser Tätigkeit werden fortwährend Entscheidungen getroffen zu Produktionsfaktoren und Vorleistungen sowie zu den angestrebten Märkten. Der Wertschöpfungsprozess ist direkt und indirekt abhängig von einer Vielzahl von Einflussfaktoren, wie beispielsweise bio-geographische Verhältnisse, Ressourcenausstattung (Baumartenzusammensetzung, Vorrat), Wirtschafts- und Unternehmensstruktur, Rohstoffmärkte, politische Rahmenbedingungen (Regulierung, Subventionen) etc.

Das nachfolgend dargestellte Wirkungsmodell (Abbildung 13) wurde im Rahmen des Projektes schrittweise entwickelt. Es zeigt produktionsrelevante Entscheidungen (**blaue Kreise**) und Markttransaktionen (**orange Kreise**). Solche Entscheidungen werden annahmegemäss auf verschiedenen Stufen der Produktion und Verarbeitung getroffen. Für die Entscheidungen der Akteure sind absolute Preise und relative Preisrelationen relevant.

In den **Vierecken** stehen Prozesse und Produkte. Diese folgen aus den Entscheidungen und Markttransaktionen. Die **Pfeile** zeigen, wie der Rohstoff Holz die Produktionssysteme durchläuft. Gestrichelte Pfeile zeigen die wichtigsten Rückkopplungen aus Markttransaktionen an.

Das Modell beschränkt sich auf die Schweizer Marktakteure und deren wirtschaftlichen Aktivitäten in der Schweiz.

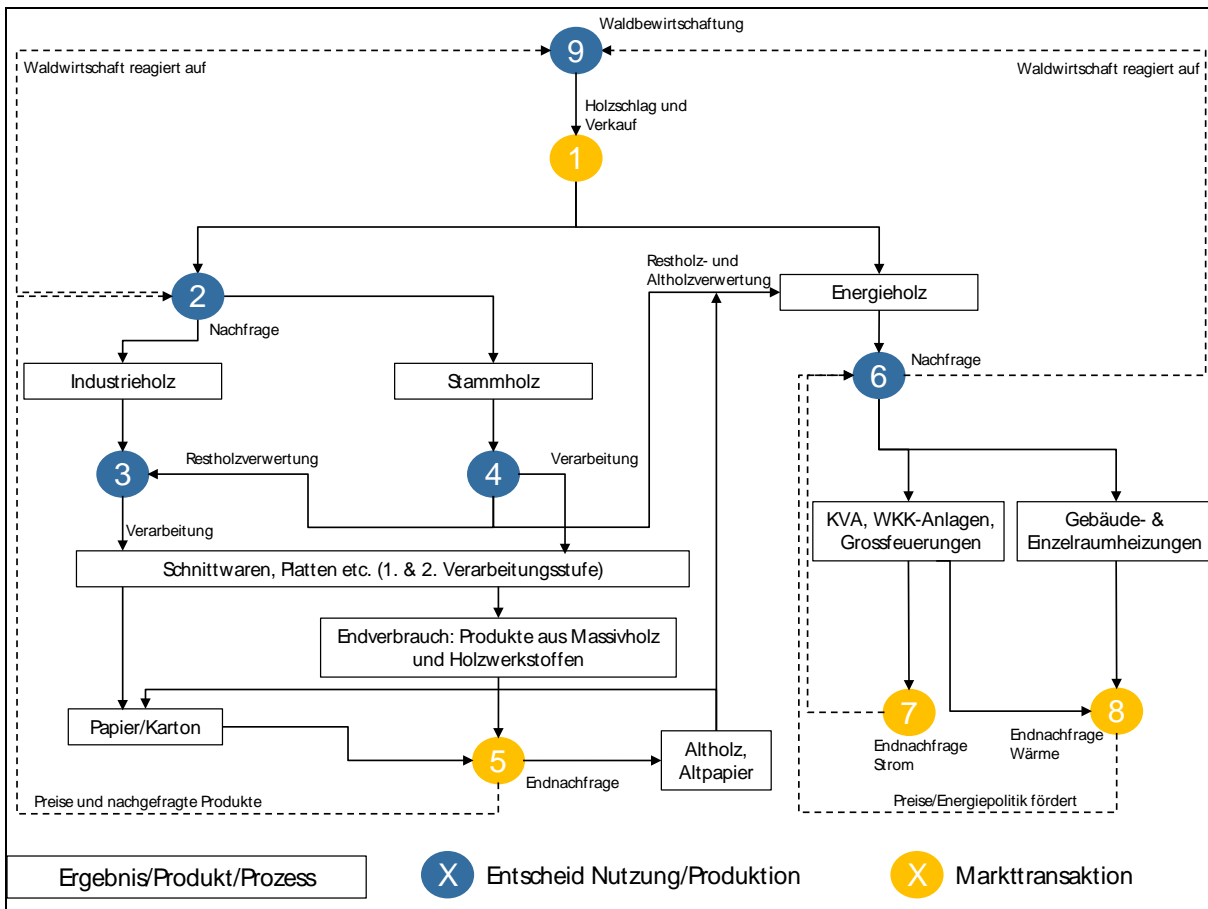


Abbildung 13 Normatives Wirkungsmodell der Wertschöpfungsprozesse zur stofflichen und energetischen Verwendung von Holz

Die einzelnen Elemente des Wirkungsmodells und die Einflussfaktoren auf die unternehmerischen Entscheidungen werden im Folgenden stichwortartig beschrieben.

Unternehmerischer Entscheid	Einflussfaktoren
<p>1 Holzschlag, Verkauf von Rohholz</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bewirtschaftung (konventionell/naturnah) • Holzarten (Laubholz/Nadelholz) • Besitzverhältnisse (öffentlich/privat) und Unternehmensstrukturen • Erschliessung, Hangneigung u.a. Kostenfaktoren • Wurfholz, Krankheiten, Klimawandel • Andere Waldfunktionen, z.B. Schutzwaldpflege • Preise, Preisrelationen (versch. Sortimente, In-/Ausland) • Betriebliche Vorgaben (z.B. Budget) • Vorrat, nachhaltige Nutzung • Werte (Options- oder Vermächtniswerte des Waldes), individuelle Werthaltungen • Know-how/Wissen des Forstpersonals

Unternehmerischer Entscheid	Einflussfaktoren
<p>2 Rohholz wird zur stofflichen Verwendung gekauft und nach Sortiment aufgeteilt (Stammholz und Industrieholz)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Staatliche Förderung von Vorrangfunktionen (z.B. Schutzwald, Waldbiodiversität, Holzproduktion) • Technologie und Technologiefortschritt in der Holzverarbeitung • Preise und Preisrelationen in Endnachfrage • Preise und Preisrelationen nach Nutzungspfad sowie indirekt in Abhängigkeit Endnachfrage • Holzarten, Sortimente und Qualität • Branchenstruktur
<p>3 Industrieholz wird zu Produkten der 1. & 2. Verarbeitungsstufe weiter verarbeitet. Ein Teil des Restholzes aus der Stammholzverarbeitung wird übernommen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In- und ausländische Nachfrage nach Holzprodukten der 1. & 2. Verarbeitungsstufen, wie auch nach Produkten des Endverbrauchs (aus Holzwerkstoffen) • Normierungen und Zulassungen von Holzwerkstoffen • Kapital-/Arbeitsintensität • Struktur der Holzverarbeitungsbranche, Verarbeitungskapazitäten • Holzarten, Sortimente und Qualität • Sicherheit der Rohstoffversorgung • Transportkosten, LSVA
<p>4 Stammholz wird zu Produkten der 1. & 2. Verarbeitungsstufe weiter verarbeitet. Restholz wird in die Industrieholzverarbeitung und in die energetische Nutzung (direkte Verfeuerung, Pelletierung) übergeben.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • In- und ausländische Nachfrage nach Holzprodukten der 1. & 2. Verarbeitungsstufen, wie auch nach Produkten des Endverbrauchs (aus Massivholz und Holzwerkstoffen) • Unternehmensstrukturen und einzelbetriebliche Verarbeitungskapazität • Kapital-/Arbeitsintensität • Preise und Preisrelationen in Endnachfrage • Holzarten, Sortimente und Qualität • Restholzverwertung • Sicherheit der Rohstoffversorgung • Transportkosten, LSVA
<p>5 Endnachfrage nach Massivholzprodukten und Holzwerkstoffen aus Stamm- und Industrieholz sowie Export entsprechender Produkte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inland- und Exportnachfrage nach Holzprodukten • Inland- und Exportnachfrage nach Holzwerkstoffen im Hochbau • Normen und Regulierungen im Hochbau • Zahlungsbereitschaft für erneuerbare Baumaterialien • Gesellschaftliche Werte und Wertewandel, Trends
<p>6 Rohholz sowie Rest- und Altholz wird zwecks Energieproduktion verfeuert, wobei zwischen Grossanlagen (KVA, WKK-Anlagen, Grossfeuerungen) und Kleinanlagen (Gebäude- und Einzelraumheizungen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität Energieholz bzw. Qualitätsanforderungen verschiedener Feuerungstypen • Verfügbarkeit Rohstoffe (Mengen, Qualität)⁴⁰⁾ • Strom und Wärmepreise (Marktpreise, Einspeisevergütung)

40) WKK ist nur ab gewisser Grösse der Anlage rentabel (vgl. Nussbaumer 2005), die Verfügbarkeit der Rohstoffe ist bei grossen Anlagen jedoch schwierig sicherzustellen.

Unternehmerischer Entscheid	Einflussfaktoren
unterschieden wird.	<ul style="list-style-type: none"> • Energiepolitische Förderinstrumente • Wärmenachfrage, Wärmeabnehmer (bei WKK am besten ganzjähriger Abnehmer) • Eigenbedarf durch Waldbesitzer, bspw. für kommunale Heizzentralen • Exportnachfrage nach Holzenergie (z.B. Pellets, Altholz) • Technologie und Technologiefortschritt in der Strom- bzw. Wärmeerzeugung (in der Realität keine bedeutenden Veränderungen absehbar) • kantonale und nationale Luftreinhalte-Bestimmungen (oder Massnahmen) • Entsorgungswege der anfallenden Aschen
7 Endnachfrage nach Strom	<ul style="list-style-type: none"> • Nachfrage Band-/Spitzenenergie • Nachfrageentwicklung und Effizienzmassnahmen • Energiepreise: Preisbildung auf dem nationalen/internationalen Markt • Zahlungsbereitschaft für Mehrkosten erneuerbarer Energien • Gesellschaftliche Werte und politische Entwicklungen • Förderung erneuerbarer Energien (insbes. KEV)
8 Endnachfrage nach Wärme	<ul style="list-style-type: none"> • Nachfrageentwicklung und Effizienzmassnahmen • Wetter-/Klimaentwicklung, saisonale Schwankungen • Nutzung als Prozesswärme in Industrie/Gewerbe • Entwicklung Fernwärmenetze • Preisbildung in kommunalen/regionalen Wärmeverbund, Eigenbedarf Gemeinden • Preisentwicklung in Relation zu Preisen für Öl, Gas und Strom (Wärmepumpen)
9 Waldbewirtschaftung	<ul style="list-style-type: none"> • Langfristig erwartete Entwicklung der Endnachfrage und Marktsituation • Langfristig erwartete Preisentwicklungen • Klima • Naturnaher Waldbau • Finanzhilfen (z.B. NFA-Programmvereinbarungen im Bereich Waldwirtschaft)

Tabelle 5 Übersicht über wertschöpfungsrelevante Entscheidungen mit ihren wichtigsten Einflussfaktoren

5.2 Verknüpfung des Wirkungsmodells mit der Analyse der Wertschöpfungsketten

Das Wirkungsmodell zeigt die Prozesse und Produkte der energetischen und stofflichen Holzverwendung (jeweils in den Vierecken dargestellt). Diesen Produkten lassen sich die quantitativen Ergebnisse der Analysen zu Mengen, Bruttoproduktion, Wertschöpfung und Beschäftigung zuordnen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Separate Abbildungen zu den einzelnen Grössen sind in Anhang A4 zu finden. Datengrundlage für diese Resultate sind die in Kapitel 3 und 4 beschriebenen Analysen.

Im Vergleich von Produktionsmengen, Produktionswerten und Bruttowertschöpfung spiegelt sich auch in den Zahlen der folgenden Abbildung der zunehmende Bearbeitungsaufwand wieder. Eine Tonne unverarbeitetes Holz erzielt deutlich niedrigere Marktpreise als eine Tonne Holzäquivalent aus der nachfolgenden Verarbeitung. Entsprechend steigen der Produktionswert, die Wertschöpfung und Beschäftigung mit zunehmender Verarbeitung.

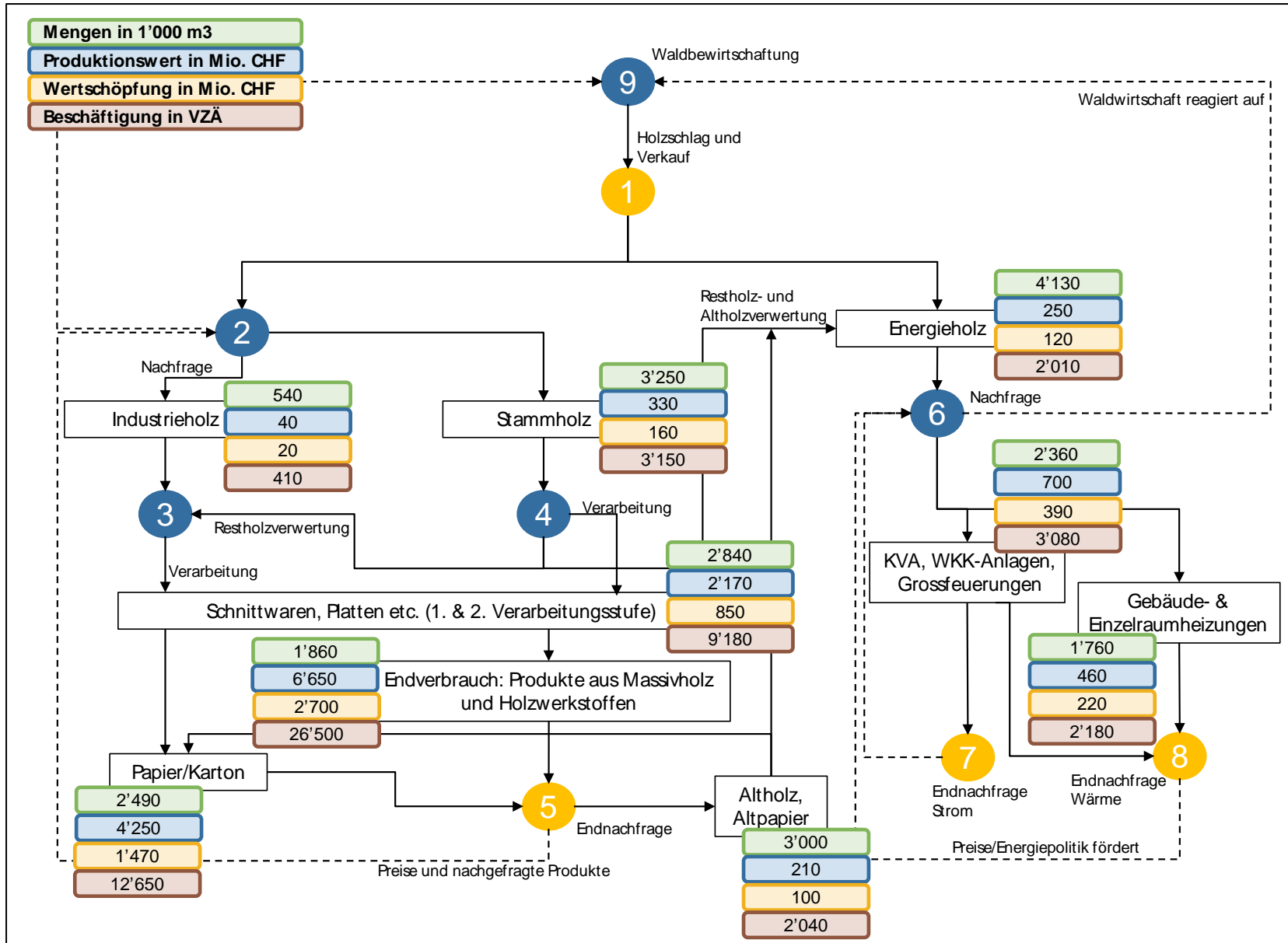


Abbildung 14 Mengen, Produktionswert, Wertschöpfung und Beschäftigung dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)

6 Exemplarische Beurteilung anhand eines Analyserasters

In Ergänzung zur Analyse der Wertschöpfung soll aufgezeigt werden, wie weitere Auswirkungen einer Verschiebung zu mehr stofflicher bzw. mehr energetischer Holzverwendung anhand eines Analyserasters beurteilt werden können. In der vorliegenden Arbeit geht es darum, mögliche Kriterien für eine qualitative Beurteilung herzuleiten und mögliche Auswirkungen bezüglich dieser Kriterien zu diskutieren. Damit wird ein Beispiel für ein Analyseraster als Grundlage für weiterführende Arbeiten entwickelt. Dieses Analyseraster sowie die aufgezeigten Wirkungszusammenhänge dienen als Ausgangspunkt für detaillierte Auswirkungsanalysen, beispielsweise für die Beurteilung von konkreten politischen Massnahmen zur Förderung der stofflichen oder der energetischen Holzverwendung. Eine umfassende Beurteilung ist aber nicht Gegenstand der vorliegenden Studie. Nach der Beschreibung des Vorgehens (Kap. 6.1) werden mögliche Auswirkungen nach Kriterien diskutiert (Kap. 6.2) und anschliessend ein Fazit gezogen (Kap. 6.3).

6.1 Vorgehen

Beurteilungsgegenstand und Systemgrenzen

Die Beurteilung anhand des Analyserasters bezieht sich auf die *Verwendung von Schweizer Holz* und auf eine *Verschiebung zu mehr stofflicher bzw. mehr energetischer Verwendung*. Die insgesamt genutzte Menge von Schweizer Holz wird als konstant unterstellt. Als Referenz gilt die heutige Situation, d.h. die heutige Verwendung von Schweizer Holz in der Schweiz. Eine Verschiebung zu mehr stofflicher bzw. mehr energetischer Verwendung des Schweizer Holzes führt zu Änderungen der Import- oder Exportmengen. Dieser Aspekt wird bei den folgenden Ausführungen zu den möglichen Auswirkungen einbezogen, d.h. es werden auch Auswirkungen ausserhalb der Schweiz berücksichtigt. Auswirkungen von Wechselkurseffekten wurden jedoch nicht dargestellt.

Beschreibung der Auswirkungen pro Kriterium

Bei den folgenden Ausführungen geht es um *mögliche Auswirkungen*, die bei politischen Entscheiden zugunsten mehr stofflicher bzw. mehr energetischer Holzverwendung genauer zu betrachten wären. Diese möglichen Auswirkungen und Wirkungszusammenhänge werden nur qualitativ beschrieben. Wenn diese Wirkungszusammenhänge eindeutig erscheinen, wer-

den konkrete Aussagen zur Richtung der erwarteten Veränderungen gemacht, wie z.B. „mehr energetische Verwendung von Holz erhöht die Substitution anderer Energieträger“. Dort wo die Auswirkungen stark davon abhängig sind, in welchem Ausmass und in welcher Art die stoffliche bzw. energetische Verwendung ausgebaut wird, weisen wir nur darauf hin, dass Auswirkungen möglich sind.

Damit wird ein „Werkzeugkasten“ zur Verfügung gestellt, der für die Beurteilung von konkreten politischen Massnahmen zugunsten einer verstärkten stofflichen bzw. einer verstärkten energetischen Nutzung herangezogen werden kann. Es wird hier aber keine abschliessende Beurteilung vorgenommen.

Beurteilungskriterien

Die in Kapitel 4 hergeleiteten Resultate zur Wertschöpfung und Beschäftigung zeigen wichtige volkswirtschaftliche Auswirkungen der energetischen und stofflichen Verwendung von Holz. Weitere Auswirkungen sind aus volkswirtschaftlicher Perspektive jedoch ebenfalls relevant. Die VOBU-Methodik⁴¹⁾ des BAFU (2008) liefert ein Instrumentarium zur Beurteilung von volkswirtschaftlichen Auswirkungen. Für die Beurteilung der Holzverwendung leiten wir hier Kriterien ab, die sich einerseits am VOBU-Leitfaden (BAFU 2008) und andererseits am Analyseraster zur Ermittlungen der Umweltauswirkungen der Massnahmen in der Energiestrategie 2050⁴²⁾ orientieren.

In einem ersten Schritt wurden insgesamt 14 Kriterien festgelegt, die sich in fünf Umweltkriterien (U1-U5) und neun wirtschaftliche Kriterien (W1-W9) gliedern. Mit einer Relevanzanalyse wurden diejenigen Kriterien eruiert, auf welche sich eine Verschiebung zu verstärkter energetischer bzw. verstärkter stofflicher Holzverwendung auswirken kann (siehe Anhang 4). Die Beschreibung möglicher Auswirkungen beschränkt sich auf qualitative Aussagen zu folgenden relevanten Kriterien⁴³⁾:

- **U1 Landschaft und Biodiversität:** Auswirkungen auf Landschaften, Lebensräume, Arten und die genetische Vielfalt
- **U2 Treibhausgasemissionen:** Auswirkungen auf Emissionen und Senkenleistungen
- **U3 Belastung der Umwelt und des Menschen:** Auswirkungen auf potenzielle Gesundheitsrisiken für die Menschen, z.B. durch Lärm oder durch Belastungen von Boden, Luft und Wasser
- **W1 Unternehmungen:** Auswirkungen auf die Wertschöpfung und Unternehmensstruktur

41) VOBU = Volkswirtschaftliche Beurteilung

42) Internes Dokument „2011.08_BAFU_Ermittlung der Umweltauswirkungen - K331-0383“, erhalten von C.L. Suter, 1.12.2011; definitive Fassung publiziert in Ecosens / Infrac (2012): Umweltanalyse und Bewertung der Massnahmen der Energiestrategie 2050.

43) Für eine detaillierte Beschreibung der Kriterien vgl. VOBU-Leitfaden (BAFU 2008)

- **W3 Arbeitnehmende und Beschäftigung:** Auswirkungen auf die Beschäftigung, Qualifikation und Arbeitsbedingungen
- **W4 Regionen:** regional unterschiedliche Auswirkungen, unterschiedliche regionale Betroffenheit
- **W5 Öffentliche Hand:** personelle und finanzielle Auswirkungen auf Bund, Kantone und Gemeinden
- **W8 Ordnungspolitik:** Auswirkungen auf externe Effekte, Markteingriffe
- **W9 Versorgungssicherheit:** Auswirkungen auf die Rohstoff- und Energieversorgung.

Grenzen der vorliegenden Beurteilung

Es werden hier keine konkreten Szenarien oder Massnahmen beschrieben und beurteilt. Deshalb können keine Aussagen dazu gemacht werden, welche Auswirkungen in welchem Umfang genau zu erwarten sind. So ist beispielsweise bei einer verstärkten stofflichen Verwendung relevant, welche Produkte vermehrt hergestellt werden, welche Produktionsprozesse dafür erforderlich sind oder welche Auswirkungen dies auf Im- und Exporte hat. Weiter ist darauf hinzuweisen, dass im Rahmen der vorliegenden Studie keine breiten Recherchen anhand von Literatur oder Experteninterviews möglich waren.

6.2 Auswirkungen nach Kriterien

Die möglichen Auswirkungen einer Verschiebung zu mehr stofflicher oder zu mehr energetischer Holzverwendung werden qualitativ diskutiert und gegliedert nach den folgenden Elementen der Wertschöpfungskette: „Waldbau und Holzernte“, „Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte“ sowie „Wiederverwertung und Entsorgung“ dargestellt.

6.2.1 Kriterien Umwelt

U1 Landschaft und Biodiversität

Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind die folgenden möglichen Auswirkungen auf Landschaften, Lebensräume, Arten und die genetische Vielfalt zu berücksichtigen.

Waldbau und Holzernte

- Verschiebungen zu mehr stofflicher oder mehr energetischer Verwendung können Auswirkungen auf die Baumartenzusammensetzung, Umtriebszeit, Sortimente und Ernteverfahren haben. Die Folgen für das Landschaftsbild und die Biodiversität sind nicht eindeutig; sowohl bei der stofflichen wie auch bei der energetischen Nutzung sind positive und

negative Auswirkungen möglich. Beispiele wären gleichförmigere Nadelholzbestände für die Produktion von Sägerundholz oder durchmischte Bestände schnellwachsender Baumarten für die Produktion von Biomasse für die energetische Nutzung.

- Eine verstärkte stoffliche Verwendung erhöht die Anforderungen an die Qualität des Rundholzes und damit auf den Waldbau und die Holzerntemethode, wobei die konkreten Anforderungen stark von der Art der stofflichen Verwendung abhängig sind. Auch hier sind die resultierenden Auswirkungen auf Landschaft und Biodiversität sowohl positiv (z.B. profitieren licht- und wärmebedürftiger Arten in reicher strukturierten Beständen, Einsatz von Pionierbaumarten als Vorbau in der Edellaubholzproduktion) als auch negativ (z.B. weniger Totholz aufgrund regelmässiger Durchforstung).
- Bei einer verstärkten energetischen Verwendung können alle Sortimente und Qualitäten genutzt werden (inkl. Rinde, Kronenholz), was negative Auswirkungen bezüglich Totholz und Nährstoffbilanz haben kann. Werden die Wälder als „Energiewälder“ mit schnellwachsenden Baumarten und kurzen Umtriebszeiten genutzt, hat dies Einfluss auf die Landschaft (z.B. grössere Kahlfächen nach Räumungshieben) und Biodiversität (z.B. Reinbestände).

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Substitutionseffekte können sich sowohl bei der stofflichen als auch bei der energetischen Verwendung positiv auf Landschaft und Biodiversität auswirken. Es handelt sich dabei jedoch um indirekte Wirkungszusammenhänge, die aus einer Gesamtsicht wenig ins Gewicht fallen. Bei einer verstärkt stofflichen Verwendung kann durch die Substitution von nicht erneuerbaren Bau- und Werkstoffen wie Stahl und Beton durch Holz graue Energie und Treibhausgasemissionen reduziert werden. Bei einer verstärkt energetischen Verwendung können durch die Substitution von fossilen Energieträgern die mit dem Abbau und der Nutzung dieser Energieträger verbundenen negativen Auswirkungen (im Ausland) reduziert werden (z.B. Landverbrauch und Schadstoffemissionen bei der Rohstoffgewinnung).

Wiederverwertung und Entsorgung

- Eine verstärkte stoffliche Verwendung bietet die Möglichkeit der Kaskadennutzung; die damit verbundenen Auswirkungen sind aus Sicht der Materialeffizienz positiv. Eine erhöhte Materialeffizienz reduziert den Einsatz von Primärrohstoffen und damit verbundene Auswirkungen auf die Biodiversität.

U2 Treibhausgasemissionen

Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind die folgenden Auswirkungen bezüglich Treibhausgasemissionen und Senkenleistungen möglich.

Waldbau und Holzernte

- Eine Verschiebung zu mehr stofflicher oder mehr energetischer Verwendung kann die Baumartenzusammensetzung und Bestandesstruktur beeinflussen, was Auswirkungen bezüglich Stabilität der Wälder und damit auch der Senkenleistung hat. So kann beispielsweise eine Verschiebung zu mehr energetischer Nutzung den Vorrat, senken und so die Senkenleistung des Waldes vermindern. Eine Ausrichtung auf Wälder für die stoffliche

Verwendung nach heutigem Stand der Technik würde Fichtenbeständen den Vorzug geben. Wegen deren hohem Risiko bezüglich Sturmschäden oder Käferkalamitäten, würden diese Bestände mit kurzen Umtriebszeiten bewirtschaftet.

- Inwiefern erhöhte Anforderungen an die Qualität von Rundholz für stoffliche Nutzungen sich auf Treibhausgasemissionen oder Senkenleistungen des Waldes auswirken, hängt von den gewählten waldbaulichen Strategien und Methoden ab (z.B. intensive Pflege nach gängigen Durchforstungskonzepten, neuere Ansätze der biologischen Rationierung).

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Bei einer verstärkten stofflichen Verwendung wird mehr Kohlendioxid langfristig in verbautem Holz gespeichert (erhöhte CO₂-Senke). Bei der stofflichen Verwendung von Holz werden (je nach Holzart) 0.7 bis 1.3 t CO₂ pro m³ substituiert, bei Energieholz nur 0.6 t CO₂ pro m³.⁴⁴⁾ Bei einer Verschiebung hin zu einer verstärkten energetischen Verwendung wird weniger CO₂ in Holzprodukten gebunden. Eine verstärkte stoffliche Verwendung kann zudem zur Substitution von anderen Bau- und Werkstoffen mit schlechterer CO₂-Bilanz führen.
- Eine verstärkte energetische Verwendung führt bei gleichbleibenden Konsumverhalten zur Substitution von fossilen Energieträgern und zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aus den damit verbundenen Transporten, Abbau- und Raffinerieprozessen.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Eine verstärkte stoffliche Verwendung ermöglicht eine Wiederverwertung mit positiven Auswirkungen bezüglich Treibhausgasemissionen: Bei der stofflichen Wiederverwertung bleibt der Kohlenstoff langfristig gebunden; die Verbrennung von Altholz als Energieträger substituiert fossile Brennstoffe.

U3 Belastung der Umwelt und des Menschen

Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind die folgenden Auswirkungen bezüglich potenzieller Gesundheitsrisiken für die Menschen möglich.

Waldbau und Holzernte

In dieser Stufe der Wertschöpfungskette sind keine direkten Auswirkungen zu erwarten. Auswirkungen auf das Waldbild und damit verbundene Effekte für die Walderholung sind unter U1 berücksichtigt.

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

Hier sind aus der Gesamtsicht der Holzverwendung in der Schweiz keine relevanten Auswirkungen einer Verschiebung zu mehr stofflicher oder energetischer Verwendung zu erwarten. Im Einzelfall können die folgenden Auswirkungen entstehen:

44) <http://www.bafu.admin.ch/wald/01198/01209/01213/index.html?lang=de>

- Bei einer verstärkten stofflichen Verwendung sind zusätzliche Belastungen von Menschen und Umwelt möglich durch Emissionen beim Einsatz von Lösemitteln und Lack.
- Eine verstärkte energetische Verwendung kann negative Auswirkungen aufgrund von Emissionen der Holzfeuerungen haben (Freisetzung von Luftschadstoffen wie NO_x , SO_2 , Feinstaub). Mit dem Einsatz von grösseren automatischen Feuerungen und Filtertechnologien können diese negativen Auswirkungen reduziert werden.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Die Wiederverwertung und Entsorgung des Rohstoffes Holzes ist weniger problematisch als andere Bau- und Werkstoffe (z.B. Beton oder PVC). Eine verstärkte stoffliche Nutzung hat somit positive Auswirkungen auf Boden, Luft, Wasser.
- Eine verstärkte stoffliche Verwendung kann zu erhöhten Risiken durch unsachgemässe Entsorgung von Abfallprodukten aus der Holzverarbeitung (Lack- und Farbreste, Laugen etc.) sowie durch unsachgemässe Verwertung von Altholz führen (wenn die Anlagen nicht mit entsprechenden Filtertechnologien ausgerüstet sind).
- Bei einer verstärkten energetischen Verwendung (auch in der Kaskade) fällt entsprechend mehr Holzasche an. Im Vergleich zur gesamten Abfallproduktion sowie im Gegensatz zur Belastung des übrigen Abfalls mit Schadstoffen (z.B. Schwermetalle) fällt wenig und weitgehend unbelastete Holzasche an, d.h. die Auswirkungen sind gering. Mittels Rückführen unbelasteter Holzaschen (Nährstoffrückführung) könnte allenfalls der Kreislauf geschlossen werden (wie in anderen Ländern bereits Praxis).

6.2.2 Kriterien Wirtschaft

Die möglichen Auswirkungen auf die wirtschaftlichen Kriterien sind stark davon abhängig, warum es zu einer Verschiebung hin zu einer verstärkten stofflichen oder energetischen Verwendung kommt. Deshalb wird hier teilweise auf konkrete politische Massnahmen Bezug genommen, mit denen bereits heute vor allem die energetische Holznutzung gefördert wird.

W1 Unternehmungen

Die mit der stofflichen und energetischen Holzverwendung verbundene Wertschöpfung von Unternehmen in der Wald- und Holzwirtschaft sowie der Holzenergie ist bei der Analyse der Wertschöpfungsketten (Kapitel 4) für die heutige Situation ausführlich beschrieben. Eine Verschiebung zu vermehrt stofflicher oder energetischer Nutzung wirkt sich vor allem auf Unternehmen aus, die in der Holzverarbeitung und Nutzung der Holzprodukte tätig sind.

Waldbau und Holzernte

- Die wirtschaftliche Situation der Forstbetriebe und -unternehmen ist in erster Linie von den Holzpreisen und den Erntekosten abhängig und weniger davon, ob das Holz stofflich oder energetisch verwendet wird.
- Konkrete politische Massnahmen zur Förderung der stofflichen oder energetischen Nutzung können jedoch einen Einfluss auf die Preise oder die Preisrelationen und damit auf

die forstwirtschaftlichen Unternehmen haben. Aufgrund des internationalen Holzmarktes ist der Einfluss der nationalen Politik auf die Holzpreise zwar beschränkt. Die Erhöhung der Nachfrage nach Energieholz durch entsprechende energiepolitische Massnahmen in der Schweiz und in der EU führt jedoch zu steigenden Energieholzpreisen.

- Eine verstärkte stoffliche Nutzung erhöht die Anforderungen an den Waldbau und die Holzernte und ist daher mit einer höheren Wertschöpfung der Forstbetriebe und -unternehmen verbunden.

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Eine Verschiebung zu mehr stofflicher Verwendung kann damit verbunden sein, dass neue Produkte und Einsatzbereiche von Holz geschaffen werden. Dadurch bieten sich Marktchancen für neue Unternehmen, und bestehende Unternehmen können neue Märkte erschliessen.
- Wird mehr Holz energetisch verwendet, braucht es dazu entsprechende Feuerungsanlagen. Die steigenden Investitionen in Holzfeuerungsanlagen bieten Chancen für Unternehmen, die entsprechende Anlagen herstellen, installieren und unterhalten.
- Eine Verschiebung zur energetischen Verwendung kann dazu führen, dass weniger Unternehmen in der stofflichen Holzverarbeitung tätig sind, wenn die entsprechenden Rohstoffmengen nicht durch erhöhte Importe oder reduzierte Exporte ausgeglichen werden. Dadurch reduzieren sich die Wertschöpfung und Beschäftigung insgesamt, da diese bei der energetischen Verwendung tiefer sind als bei der stofflichen Verwendung (vgl. Kap. 4).
- Wird die energetische Verwendung aufgrund von finanziellen Förderungen erhöht, können Unternehmen davon profitieren, die Strom und/oder Wärme aus Holz erzeugen. Sie haben reduzierte Kapitalkosten (z.B. mit Investitionsbeiträgen) oder höhere Absatzpreise (z.B. mit der kostendeckenden Einspeisevergütung). Allerdings werden dadurch Betriebe benachteiligt, die stoffliche Produkte herstellen und dabei insgesamt eine höhere Wertschöpfung generieren.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Die Unternehmen in der Recycling-Branche sind von Verschiebungen zu mehr stofflicher oder mehr energetischer Nutzung indirekt betroffen, wenn sich auch die Mengen im Holzverbrauch deutlich ändern und z.B. eine verstärkte stoffliche Nutzung zur Substitution anderer Bau- und Werkstoffe führt (und nicht nur zur Substitution von importierten Holzprodukten). In diesem Fall führt die verstärkte stoffliche Verwendung zu erhöhten Altholzmengen, die wiederverwertet werden können oder fachgerecht entsorgt werden müssen.
- Eine verstärkte energetische Verwendung von Holz wirkt sich auf die Nachfrage nach Altholz aus: Einerseits kann Altholz in Konkurrenz stehen zu (Wald- und) Flurholz, andererseits können Massnahmen zur Förderung der energetischen Nutzung auch die Nachfrage nach Altholz erhöhen.

W3 Arbeitnehmende und Beschäftigung

Die mit der stofflichen und energetischen Holzverwendung verbundene Beschäftigung ist ausführlich in Kapitel 4 dokumentiert. Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder stofflicher Holzverwendung sind die folgenden Auswirkungen auf die Qualifikation und Arbeitsbedingungen möglich.

Waldbau und Holzernte

- Durch eine verstärkte stoffliche oder energetische Verwendung ausgelöste waldbauliche Veränderungen wirken sich auf Art und Umfang der Arbeiten der Forstbetriebe und -unternehmen aus. Dies kann sich wiederum auf die Arbeitsbedingungen und die erforderlichen Qualifikationen auswirken, wobei keine klar positiven oder negativen Wirkungen auszumachen sind.
- Die je nach Holzverwendung unterschiedlichen Möglichkeiten zur Mechanisierung der Holzernte (z.B. mit einem Hackschnitzelharvester) wirken sich auf die Arbeitsbedingungen und die erforderlichen Qualifikationen aus. Eine verstärkte Mechanisierung ist bei der energetischen Verwendung möglich; damit verbunden ist eine Verringerung der benötigten Arbeitskräfte jedoch in aller Regel eine Erhöhung der Arbeitssicherheit (gilt auch für die Holzverarbeitung und Wiederverwertung/Entsorgung).

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Eine verstärkte stoffliche Verwendung durch neue Einsatzmöglichkeiten von Holzprodukten im Bauwesen verlangt entsprechende Kompetenzen und Ausbildungen der Mitarbeitenden.
- Eine Verschiebung zu mehr energetischer Verwendung führt bei gleichbleibender Nachfrage nach stofflichen Holzprodukten zu erhöhten Importen und damit zur Verlagerung von höherwertigen Arbeitsplätzen in der Holzverarbeitung ins Ausland.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Die unter W1 beschriebenen möglichen Auswirkungen auf die Recycling-Unternehmen können sich auf die Arbeitnehmenden in dieser Branche auswirken.

W4 Regionen

Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind die folgenden regionalen Unterschiede möglich.

Waldbau und Holzernte

- Die Möglichkeiten für verstärkte stoffliche Nutzungen sind regional unterschiedlich in Abhängigkeit der Baumartenzusammensetzung und Standorteignung für Nadelbäume.
- Eine Verschiebung zu mehr stofflicher oder mehr energetischer Nutzung führt in Abhängigkeit der Topographie und Erschließung zu regional unterschiedlichen Auswirkungen auf die Holzernte, wobei auf dieser allgemeinen Ebene keine eindeutig positiven oder negativen Auswirkungen auszumachen sind.

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer Verwendung sind die Holzverarbeitenden Betriebe (z.B. Schreinereien) stärker von Importen abhängig, was für Unternehmen in dezentralen Regionen (mit weiteren Transportwegen, eher kleineren Betrieben) schwieriger sein kann.
- Eine verstärkte stoffliche Nutzung kann regional tätige Holzverarbeitungsbetriebe stärken.
- Die dezentrale Energieversorgung wird durch eine erhöhte Energieholznutzung gestärkt.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Der Beitrag von Alt- und Restholz zur dezentralen, regionalen Energieversorgung nimmt durch einen Rückgang der stofflichen Nutzung ab, bzw. durch eine verstärkte stoffliche Verwendung zu.

W5 Öffentliche Hand

Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind die personellen und finanziellen Auswirkungen auf Bund, Kantone und Gemeinden stark davon abhängig, ob politische (Förder-)Instrumente oder Defizitgarantieren von Eigentümern (z.B. Gemeinden) für öffentliche Forstbetriebe damit verbunden sind.

Waldbau und Holzernte

- Unterschiedliche Anforderungen an Sortimente und Qualität bei einer verstärkten stofflichen oder energetischen Verwendung beeinflussen die Waldbewirtschaftung (Waldbau und Holzernte) und haben damit personelle und finanzielle Folgen für öffentliche Forstbetriebe. Bei einer Verschiebung zur energetischen Verwendung nimmt der Arbeitsaufwand tendenziell ab, damit reduziert sich der Aufwand der Forstbetriebe.
- Bei der energetischen Verwendung ist eine verstärkte Mechanisierung der Holzernte möglich. Da vor allem kleinere Forstbetriebe nicht über die entsprechenden Maschinen verfügen, werden mehr Arbeiten ausgelagert an Forstunternehmen.

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Wird eine verstärkte energetische oder stoffliche Verwendung finanziell gefördert, entsteht ein erhöhter finanzieller (und personeller) Aufwand für Bund, Kantone und/oder Gemeinden.
- Wird bei der Verschiebung zu mehr stofflicher Nutzung auch ein vermehrter Einsatz von Laubholz angestrebt, so erfordert dies möglicherweise unterstützende Massnahmen der öffentlichen Hand, um neue Einsatzmöglichkeiten zu entwickeln und Absatzmärkte zu erschliessen.

Wiederverwertung und Entsorgung

keine direkten Auswirkungen auf die öffentliche Hand.

W8 Ordnungspolitik

Auch die Beurteilung aus ordnungspolitischer Sicht ist stark davon abhängig, aus welchen Gründen es zu einer Verschiebung zu mehr stofflicher oder energetischer Holzverwendung

kommt. Hier aufgeführt werden deshalb nur allgemeine Überlegungen zu Markteingriffen und externen Effekten, die im Zusammenhang mit staatlichen Massnahmen zu berücksichtigen sind.

Waldbau und Holzernte

keine direkten ordnungspolitischen Auswirkungen

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Massnahmen zur Förderung der energetischen Verwendung von Holz tragen dazu bei, Verzerrungen im Energiemarkt auszugleichen, die aufgrund von nicht abgegoltenen externen Effekten von konventionellen Energieträgern bestehen (fossile Energieträger, Kernenergie).
- Andererseits können diese Massnahmen einen Eingriff in den Holzmarkt darstellen, indem die Nachfrage nach Energieholz direkt oder indirekt gefördert wird.
- Bei Verschiebungen zu mehr stofflicher oder mehr energetischer Verwendung sind Wettbewerbsverzerrungen möglich, wenn einzelne Branchen oder Betriebe direkt gefördert werden.

Wiederverwertung und Entsorgung

keine direkten ordnungspolitischen Auswirkungen.

W9 Versorgungssicherheit

Die folgenden Auswirkungen auf die Rohstoff- und Energieversorgung sind bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung möglich.

Waldbau und Holzernte

keine direkten Auswirkungen

Holzverarbeitung und Nutzung Holzprodukte

- Eine Verschiebung zu einer verstärkten energetischen Verwendung reduziert das Angebot an Schweizer Stamm- und Schnittholz und kann die Versorgung für holzverarbeitende Betriebe erschweren, wenn die entsprechenden Mengen nicht durch erhöhte Importe oder reduzierte Exporte ausgeglichen werden.
- Werden die Auswirkungen einer verstärkten energetischen Verwendung auf die Rohstoffversorgung für stoffliche Verwendungen durch den internationalen Handel, d.h. durch Importe, abgefedert, erhöht sich die Abhängigkeit von internationalen Entwicklungen auf den Märkten für Rohholz und Holzprodukte.
- Eine verstärkte energetische Verwendung ermöglicht die Substitution von (fossilen) Energieträgern und damit eine Reduktion der Energieimporte.
- Gemeinden können den Eigenversorgungsgrad mit Energie erhöhen, wenn mehr Holzenergie für gemeindeeigene Bauten und Nahwärmeverbünde eingesetzt wird.

Wiederverwertung und Entsorgung

- Bei einer verstärkten stofflichen Verwendung ist es möglich, den Rohstoff Holz mehrfach zu nutzen (Kaskadennutzung). Dieser Beitrag zur Rohstoffversorgung verringert den Bedarf an Primärrohstoffen und fördert die Kreislaufwirtschaft.
- Eine Reduktion der stofflichen Verwendung beeinflusst das Rest- und Altholzaufkommen und kann damit die Rohstoffversorgung für grosse Holzfeuerungen erschweren bzw. verteuern.

6.3 Fazit zur Beurteilung anhand Analyseraster

Die Entwicklung dieses Analyserasters dient dazu, ein Instrumentarium zur Abwägung zwischen stofflicher und energetischer Verwendung von Holz zur Verfügung zu stellen. Bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder mehr stofflicher Holzverwendung sind neben Wertschöpfungseffekten auch Auswirkungen bezüglich weiterer Kriterien relevant. Wichtige Auswirkungen werden hier kurz zusammengefasst:

- Die Landschaften und Biodiversität sind von Veränderungen der Holznutzung vor allem durch indirekte Auswirkungen betroffen, die aus waldbaulichen Anpassungen resultieren. Da sowohl bei der energetischen als auch bei der stofflichen Verwendung positive und negative Auswirkungen möglich sind, ist keine generelle Beurteilung möglich.
- Die Verschiebung zu mehr energetischer Verwendung zeigt positive Auswirkungen auf alle Umweltkriterien, wenn dadurch fossile Energieträger substituiert werden. So können insbesondere die Treibhausgasemissionen reduziert werden.
- Auch eine verstärkte stoffliche Verwendung führt zu positiven Umwelteffekten, wenn dadurch andere Bau- und Werkstoffe substituiert werden, die mit grösseren Umweltbelastungen verbunden sind. Der Verbrauch an grauer Energie, die Treibhausgasemissionen und Umweltbelastungen über den Lebenszyklus sind beispielsweise bei Stahl und Beton höher als bei Holz.
- Wird das Holz zuerst für stoffliche Verwendungen eingesetzt, kann es im Sinne der Kaskadennutzung mehrfach verwendet werden. Dies führt zu vielfältigen positiven Umwelteffekten, aber auch zu erhöhter Wertschöpfung und Beschäftigung bei den betroffenen Unternehmen und zu positiven Auswirkungen bezüglich Versorgungssicherheit.
- Die stoffliche Holzverwendung erfordert insgesamt mehr Verarbeitungsschritte und es entstehen höherwertige Produkte für den Endverbrauch. Entsprechend sind die Auswirkungen auf die in der Holzverarbeitung tätigen Unternehmen und Arbeitnehmenden positiv.
- Die Regionen können sowohl von einer verstärkten stofflichen als auch von einer verstärkten energetischen Holzverwendung profitieren. Welche Effekte überwiegen ist von den lokalen Gegebenheiten abhängig.

- Aus ordnungspolitischen Überlegungen ist weniger relevant, ob Holz stofflich oder energetisch genutzt wird. Von entscheidender Bedeutung ist aber, ob und mit welchen Instrumenten der Staat lenkend eingreift.
- Bezüglich Versorgungssicherheit sind die Auswirkungen insgesamt eher gering. Die Nutzung des einheimischen Rohstoffes Holz reduziert zwar die Auslandabhängigkeit, dies gilt jedoch sowohl für die Versorgung mit Bau- und Werkstoffen als auch für die Energieversorgung. Zudem sind die Potenziale zur Eigenversorgung beschränkt.

Diese Ausführungen zeigen, dass neben der Wertschöpfung weitere Kriterien für eine umfassende volkswirtschaftliche Beurteilung der stofflichen und energetischen Holzverwendung zu berücksichtigen sind. Die vorliegende grobe Beurteilung anhand möglicher Auswirkungen einer Verschiebung zwischen stofflicher und energetischer Verwendung weist sowohl auf positive als auch auf negative Auswirkungen hin. Wie stark die Auswirkungen bezüglich einzelner Kriterien gewichtet werden, ist letztlich in politischen Prozessen auszuhandeln. Dabei ist beispielsweise die höhere Wertschöpfung der stofflichen Verwendung gegenüber den positiven Umweltwirkungen der Substitution fossiler Energieträger durch Holzenergie abzuwägen.

7 Synthese

Die zentralen Erkenntnisse der vorliegenden Untersuchung zu volkswirtschaftlichen Effekten der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz werden hier zusammengefasst und Folgerungen abgeleitet.

7.1 Zentrale Erkenntnisse

Die Analysen zur Wertschöpfung und Beschäftigung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in der Schweiz zeigt die folgenden Resultate:

- Die Bruttowertschöpfung aus der Holznutzung im Umfang von 6 Mrd. CHF entspricht gut 1% des BIP von 574 Mrd. CHF im Jahr 2010. Der Vergleich mit der Querschnittsbranche „Erneuerbare Energien“ (Rütter + Partner / EBP 2013) als Aggregat aller erneuerbaren Energien inklusive Holzheizungen und -feuerungen zeigt folgendes Bild: Mit der stofflichen und energetischen Holzverwendung wird eine rund 25% höhere Wertschöpfung erzielt (6 Mrd. CHF im Vergleich zu 4.8 Mrd. CHF) und die Beschäftigung ist fast dreimal so hoch (61'000 VZÄ im Vergleich zu rund 23'000). Die Unterschiede bezüglich Wertschöpfung und Beschäftigung weisen auf die hohe Kapitalintensität in der Energiewirtschaft (insbesondere Wasserkraft) und auf eine tiefere Produktivität in der Wald- und Holzwirtschaft hin.
 - Die Querschnittsbranche „Verwendung von Holz für stoffliche und energetische Nutzungen“ leistet einen Beitrag an das BIP, der in der gleichen Grössenordnung liegt wie die Querschnittsbranche „Erneuerbare Energien“ oder die Branche „Landwirtschaft“⁴⁵⁾ (lediglich Urproduktion, d.h. ohne nachgelagerte Wertschöpfungsketten in den Bereichen Nahrungsmittel, Chemie usw.).
- Sowohl auf der Stufe Rohstoffgewinnung und Recycling wie auch im Endverbrauch entfällt gut die Hälfte der Mengen auf die stoffliche und knapp die Hälfte auf die energetische Verwendung. Die Bruttowertschöpfung aus der stofflichen Verwendung ist jedoch deutlich höherer Bedeutung als die Bruttowertschöpfung aus der energetischen Verwen-

45) Bruttowertschöpfung Landwirtschaft: 3.9 Mia. CHF (2011)
Quelle: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/07/01/key.html>

dung. Dieses Resultat deckt sich mit den Erkenntnissen früherer Studien, wie beispielsweise der ökonomischen Branchenstudie aus dem Jahr 2001 (Peter et al. 2001).

→ Mit der stofflichen Verwendung von Holz wird eine höhere Wertschöpfung erzielt als mit der energetischen Verwendung. Mit zunehmender Bearbeitung und Spezialisierung bei der Herstellung von Holzprodukten nehmen die in einzelnen Marktsegmenten umgesetzten Mengen ab, die Erzeugnisse sind stärker differenziert und der Input von Produktionsfaktoren (andere Materialien, Zeit usw.) nimmt zu. Folglich nimmt die Wertschöpfung pro umgesetzte Einheit (d.h. pro Kubikmeter Holz) zu.

→ Die Ergebnisse zeigen, dass allein aus Mengentstatistiken keine direkten Folgerungen zur volkswirtschaftlichen Bedeutung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz abgeleitet werden können. Bei diversen Produkten respektive Stufen der Wertschöpfungskette bestehen grosse Unterschiede zwischen der Bedeutung von Mengen und Wertschöpfung.

7.2 Ausblick

In der vorliegenden Studie wurden Grundlagen zur Wertschöpfung der stofflichen und energetischen Holzverwendung erarbeitet. Für die Analysen wurde ein Vorgehen entwickelt, das auf bestehenden Datengrundlagen basiert. Die Wertschöpfung wird anhand eines Modells in mehreren Schritten berechnet. Abschliessend gilt es aus den Erkenntnissen zu diesem Vorgehen und den Resultaten folgende Punkte festzuhalten:

- Die vorliegende Studie zeigt eine Momentaufnahme. Das statische Modell bildet die aktuelle Situation für das Jahr 2010 ab.

→ Aus zusätzlichen Analysen zur Entwicklung über die Zeit könnten Rückschlüsse gezogen werden, wie die Branche auf Änderungen interner aber auch externer Faktoren reagiert hat. Diese Erkenntnisse können Hinweise für weiterführende Untersuchungen zu Zusammenhängen und Wirkungsweisen von (politischen) Massnahmen liefern, beispielsweise anhand von Szenarien zu künftigen Entwicklungen. Eine Analyse der vergangenen Entwicklung stellt hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit von Daten. Eine umfassende dynamische Modellierung hingegen wäre sehr viel aufwändiger und kaum mit einer Genauigkeit möglich, bei der einzelne Produkte und die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt werden können.

-
- Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit den internationalen Holzmärkten werden in dieser Untersuchung nur am Rande thematisiert.
 - Weiterführende Analysen sollten den Aussenhandel vertieft betrachten, damit Zusammenhänge und mögliche Ansatzpunkte zur Steigerung der Wertschöpfung klarer ersichtlich sind. Weitere Hinweise dazu können auch Analysen zur Wettbewerbsfähigkeit der Branchen liefern. Die hier erarbeiteten Mengen-Preis-Relationen liefern eine Grundlage für die Ermittlung von komparativen Kostenvorteilen und -nachteilen im Vergleich mit dem Ausland.
 - Die Möglichkeiten für verstärkte stoffliche oder energetische Verwendungen von Holz sind durch verschiedene Rahmenbedingungen beschränkt. Das Angebot an Holzsortimenten, insbesondere auch die Anteile von Laub- und Nadelholz, stellt aus Sicht der Waldwirtschaft eine zentrale Voraussetzung dar. Bedingungen wie bio-geographische Verhältnisse oder die – im Vergleich zur Holzverarbeitung – langen Produktionszyklen in der Waldwirtschaft schränken den Handlungsspielraum ein.
 - Für weiterführende Analysen zu volkswirtschaftlichen Auswirkungen differenziert nach Laub- und Nadelholz sind gegenwärtig nur Datengrundlagen auf der Stufe der Rohstoffgewinnung und zum Teil zur ersten Verarbeitungsstufe verfügbar. Soll die Wertschöpfung über alle Stufen nach Laub- und Nadelholz differenziert analysiert werden, braucht es zusätzliche Erhebungen, die nach Laub- und Nadelholz unterscheiden.
 - Die Verfügbarkeit und Qualität der Daten nimmt entlang der Wertschöpfungskette hin zur Endnachfrage ab. Hinzu kommt, dass die Abgrenzungen zwischen Branchen bei stärker differenzierten und verarbeiteten Produkten schwieriger vorzunehmen ist.
 - Die Resultate von weiteren Studien zur Holzverwendung in der Schweiz (beispielsweise im Rahmen des NFP66 Ressource Holz, der Aktualisierung des Branchenprofils oder der Entwicklung eines dynamischen Holzflussmodells für den Kanton Luzern) tragen dazu bei, die vorliegenden Analysen zu plausibilisieren und ergänzen. Nach Vorliegen dieser Resultate sollte geprüft werden, welche Datengrundlagen ergänzt werden konnten und ob die Modellrechnungen entsprechend zu aktualisieren sind.
 - Aus volkswirtschaftlicher Sicht stellt sich die Frage nach der Aufteilung der stofflichen und energetischen Verwendung von Holz in Abhängigkeit übergeordneter Zielsetzungen. Je nach Zielsetzung kann das Ergebnis dieser Aufteilung anders aussehen.
 - Die Wechselwirkungen zwischen stofflicher und energetischer Verwendung sind bei der Ausarbeitung und Beurteilung von (politischen) Steuerungsmassnahmen zu berücksichtigen. Neben den natürlichen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen,

welche auf die verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette wirken, sind die übergeordneten, politischen Ziele zentrale Einflussfaktoren.

→ Für eine umfassende Beurteilung von politischen Massnahmen sind die Gesamtwirkungen im Hinblick auf die jeweiligen Zielsetzungen zu berücksichtigen. Ebenso sind externe Effekte einzubeziehen (z.B. CO₂-Senken), die sich positiv oder negativ auf die nationale Volkswirtschaft auswirken können. Die Quantifizierung dieser Effekte ist schwierig, sie können jedoch anhand der Kriterien des Analyserasters qualitativ beurteilt werden. Das Analyseraster liefert ein Werkzeug für solche Beurteilungen und weist darauf hin, dass zusätzlich zu Wertschöpfung und Beschäftigung weitere Kriterien relevant sind; detaillierte Aussagen sind aber nur möglich, wenn konkrete Massnahmen oder (quantitative) Szenarien beurteilt werden.

A1 Literatur und Datengrundlagen

Studien und Berichte

- BAFU (2008): Leitfaden VOB, Register 5: Merkblätter zu den Kriterien (Outcomes)
<http://www.bafu.admin.ch/wirtschaft/00517/03734/index.html?lang=de> (12.2012)
- BAFU (2012): Jahrbuch Wald und Holz 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2011a): Jahrbuch Wald und Holz 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (2011b): Anfall und Verwendung von Schlagabraum in der Schweiz (Entwurf),
interner Bericht.
- BAFU (2011c): Entwicklungen beim Waldenergieholz, interner Bericht.
- BFE (2012): Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien 2011.
- BFS (2008): Die Gesamtrechnungen des Primärsektors: Methoden. Eine Einführung in
Theorie und Praxis. Autoren: Franz Murbach (BFS), Theres Amstutz (SBV) und
Silvano Giuliani (SBV).
- EPEA (2009): Kurzfassung „CO₂-Speicherung und Wertschöpfung – Holznutzung in
einer Kaskade“ in Zusammenarbeit mit dem Verband der Deutschen Holz-
werkstoffindustrie e.V. (VHI), Giessen und dem Fraunhofer Institut für Holzfor-
schung, Braunschweig.
- Holzindustrie Schweiz (2011): Jahresbericht 2010.
http://www.holz-bois.ch/fileadmin/his/Dokumente/Verband/Jahresbericht_2010.pdf
(12.2012)
- Kessler, F. et al. (2004): Branchenprofil der Wald- und Holzwirtschaft 2001. Bundes-
amt für Umwelt, Umwelt-Materialien Nr. 187.
- Mantau et al. (2010): Real potential for changes in growth and use of EU forests EU-
wood. Final and technical report.
http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/bioenergy/euwood_final_report.pdf
(12.2012)
- Netmap (2011): Netmapping: Langfristiger Erfolg der Holzmobilisierung in der
Schweiz Zusammenfassung der Szenarien, Ziele und Massnahmen basierend
auf den Diskussionen der Arbeitsgruppe Holzmobilisierung.
- Neubauer-Letsch, B., Groetsch, Ch., Näher, T., Wüthrich, K. (2011): Projekt Holz-
verbrauch Schweiz. Aktualisierung Daten Holzverbrauch. Forschungsbe-
richt im Auftrag des BAFU, Abteilung Wald, Aktionsplan Holz.
- Nussbaumer, T., (2005): Substitutionseffekt fossiler Ressourcen durch Energieholz-
nutzung Wärme, Strom oder Treibstoff aus Holz? TGA Fachplaner 10-

2005:28-35.

- Peter, M., Iten, R., Hofer, P. (2001): Ökonomische Branchenstudie der Wald- und Holzwirtschaft. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Umwelt-Materialien Nr. 138.
- Primas, A., Cloos, L., Kessler, F.M. (2011): Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2010. Im Auftrag des Bundesamtes für Energie.
- Pauli, B., Bürgi, P., Brühlhard, S., Thees, O., Lemm, R., Rosset, Ch. (2010): Holz als Rohstoff und Energieträger. Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien. Studie im Auftrag des BFE und des BAFU. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen und Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Rütter + Partner / EBP / Fraunfelder ISI (2013): Volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien. Studie im Auftrag des BFE.
- UNECE/FAO (2005): European Forest Sector Outlook Study 1960-2000-2020 Main Report. Chap. 2.12 The contribution of the forest sector to national economies.
- Verband der Schweizerischen Zellstoff-, Papier- und Kartonindustrie ZPK (2002, 2011): Jahresbericht 2001 und Jahresbericht 2010.

Datengrundlagen

Bezeichnung	Herausgeber (Autoren)	Erhebungsrythmus	Bemerkungen
Allgemeine Grundlagen			
Forststatistik	BFS	jährlich	Einnahmen, Ausgaben und Investitionen bei Forstbetrieben
Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2010	BFE	2011	Holzenergie
Mengen			
Jahrbuch Wald und Holz	BAFU/BFS	jährlich	Mengen (Holzflussmodell)
Holzverarbeitungsstatistik (Sägereistatistik)	BFS	2002, 2007	Mengen (Rundholzeinschnitt, Restholzverwertung) Beschäftigung (Sägereien)
Industrieholzerhebung	BAFU	jährlich	Produktion von Platten, Holzschliff und Zellulose sowie Holzbezug Platten und Papierindustrie (siehe Kap. 11 Jahrbuch Wald und Holz)
Jahresbericht Verband Papier und Kartonwerke	ZPK	jährlich	Daten zu Produktion Papier und Karton
Holzenergiestatistik	BFE	jährlich	Brennstoffumsatz, Bruttoverbrauch Holz
Holzendverbrauch Schweiz	BFH (Neubauer-Letsch)	einmalig, 2012	Daten 2009 zu Mengen, Beschäftigte
Preise			
Holzpreisstatistik	BFS	jährlich	Preise der wichtigsten Holzprodukte auf Ebene Rohholz und erste Verarbeitungsstufe
Schweizerischer Baupreisindex	BFS	quartalsweise	Durchschnittliche Einheitspreise in der Schweiz und in den Grossregionen
Richtpreiskataloge RPK/NRK	Verband Holzbau Schweiz	unterschiedlich	Produkte Endverbrauch
Normmaterialkatalog	Verband Holzbau Schweiz	2010	Produkte Endverbrauch
Aussenhandelsstatistik	Eidg. Zolldirektion	quartalsweise	Zollkapitel 44 (Holz und Holzprodukte), 47 (Halbstoffe), 48 (Papier)
Mehrwertsteuer nach Branchen	BFS	jährlich	Umsatz, Export, Abzüge nach Wirtschaftszweigen
Wertschöpfung			
FGR Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung	BFS	jährlich	Produktion und Wertschöpfung in der Waldwirtschaft; siehe auch Kap. 16 Jahrbuch Wald und Holz
Produktionskonto nach Branchen	BFS	jährlich	Daten zu Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung und Vorleistung; auf Ebene 2-stellige NOGA-Codes
Arbeitsproduktivität nach Branchen	BFS	jährlich	auf Ebene 2-stellige NOGA-Codes
Input-Output-Tabelle	BFS	2008	Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung, Vorleistung; auf Ebene 2-stellige NOGA-Codes
Ökonomische Branchenstudie der Wald- und Holzwirtschaft	BUWAL (Peter et al.)	2001	Input-Output Tabellen nach Branchen, veraltete Daten
Beschäftigte und Arbeits-	BFS	2007	Auszug aus der Betriebszählung

stätten im Primärsektor

Betriebszählung	BFS	2008	Vollzeitäquivalente nach NOGA-Codes (2-stellig)
-----------------	-----	------	---

A2 Wertschöpfungsstufen und Produktgruppen

Rohstoffgewinnung (Input Rohholz), Recycling
Stammholz
Industrieholz
Wald-Energieholz: Stückholz
Wald-Energieholz: Schnitzel
Übrige Sortimente
Rinde
Flurholz
Altholz
Altpapier
Stofflich - 1. Verarbeitungsstufe
Schnittware (Einschnitt Sägereien)
Furnier
Sperrholz
Span- und Faserplatten
Holzschliff und Zellstoff
Stofflich - 2. Verarbeitungsstufe
Produkte Hobel- und Imprägnierwerke
Brettschichtholz und Bauteile
Parkett
Türen
Fenster
Treppen
Stofflich - Produkte für den Endverbrauch
Bauwesen
Gebäude (Neu-, An-, Umbauten)
Wände
Decken
Dachstuhl
Fassaden
Dämmung
Infrastrukturbauten
Holz im Aussenbereich
Möbel und Innenausbau
Möbel (Wohn- und Badzimmer + Büro-, Schul- und Ladenmöbel + Küchenmöbel)
Böden
Decken-, Innen-, Wandverkleidung
Verpackung
Holzverpackung & Paletten
EURO Paletten
Einwegpaletten
Kisten
Kabeltrommeln
Holzwaren
Särge
Diverse
Papier und Karton
Zeitungsdruckpapier
grafische Papiere
Hygiene- und Haushaltspapiere
Verpackungs- und Wellpappenrohpa-piere
Karton
Spezialpapiere

Energetisch - 1. Verarbeitungsstufe
Pellets
Schnitzel aus Rest- und Altholz
Black liquor

Energetisch - Endverbrauch nach Anlagentyp
WKK
KVA
Holz-WKK
Feuerungen mit Holzanteilen
Heizungen
Automatische Feuerungen (ohne WKK)
Gebäudeheizungen
Einzelraumheizungen

A3 Resultate nach Wertschöpfungsstufen (für 2010)

Mengen in Mio. m³ feste Holzmasse

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	5.3	4.6	9.8
1. und 2. Verarbeitungsstufe	2.8	1.1	3.9
Produkte Endverbrauch	4.4	4.1	8.5
Total	12.4 (56%)	9.8 (44%)	22.2

Bruttoproduktionswert in Mio. CHF

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	512	217	729
1. und 2. Verarbeitungsstufe	2'171	103	2'273
Produkte Endverbrauch	10'898	1'154	12'051
Total	13'580 (90%)	1'473 (10%)	15'053

Wertschöpfung in Mio. CHF: direkte Effekte

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	245	104	349
1. und 2. Verarbeitungsstufe	853	49	902
Produkte Endverbrauch	4'169	613	4'782
Total	5'267 (87%)	767 (13%)	6'034

Wertschöpfung in Mio. CHF: indirekte Effekte

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	190	80	270
1. und 2. Verarbeitungsstufe	428	16	444
Produkte Endverbrauch	2'260	125	2'386
Total	2'878 (93%)	222 (7%)	3'100

Beschäftigung in VZÄ

Produktionsstufe	stofflich	energetisch	total
Rohstoffgewinnung, Recycling	4'907	2'081	6'988
1. und 2. Verarbeitungsstufe	9'184	629	9'813
Produkte Endverbrauch	39'148	5'264	44'412
Total	53'239 (87%)	7'974 (13%)	61'212

A4 Resultate dem Wirkungsmodell zugeordnet

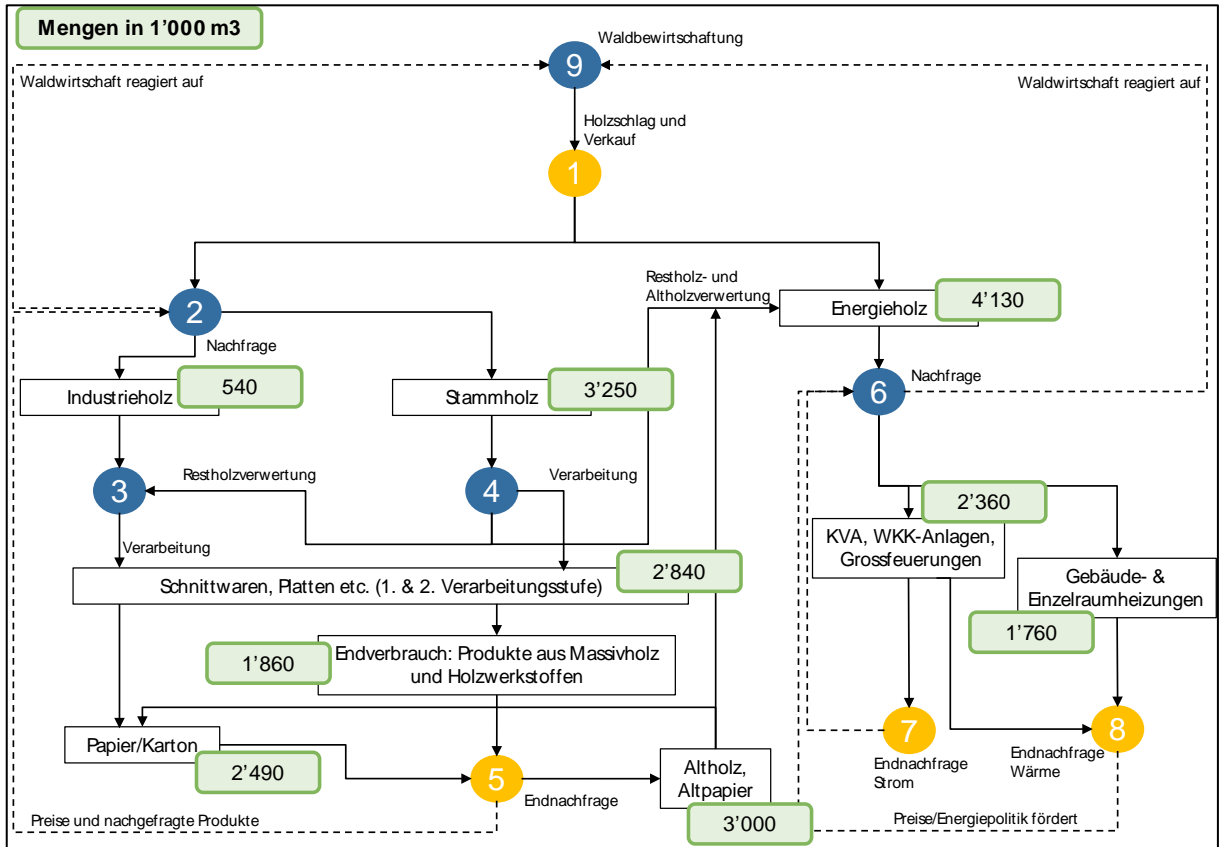


Abbildung 15 Mengen in Tausend Kubikmeter dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)

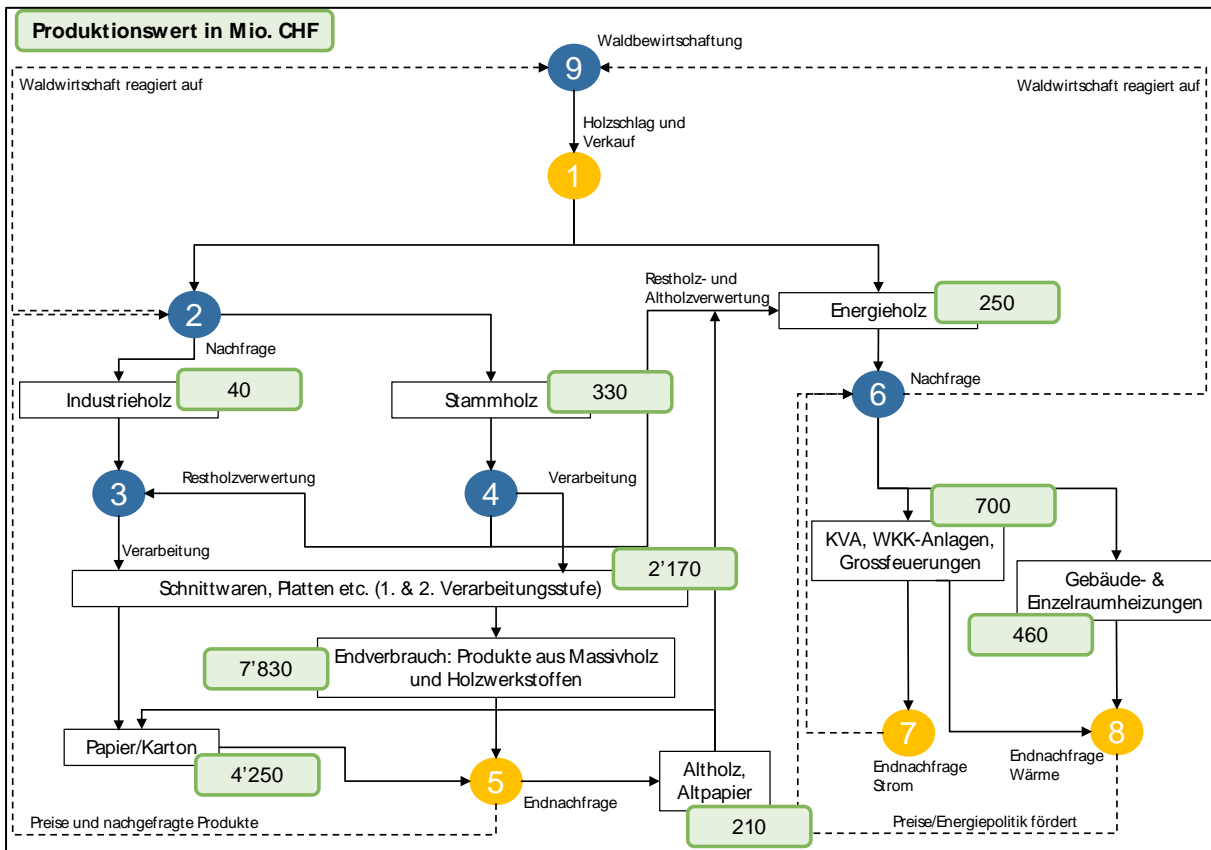


Abbildung 16 Produktionswert in Mio. CHF dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)

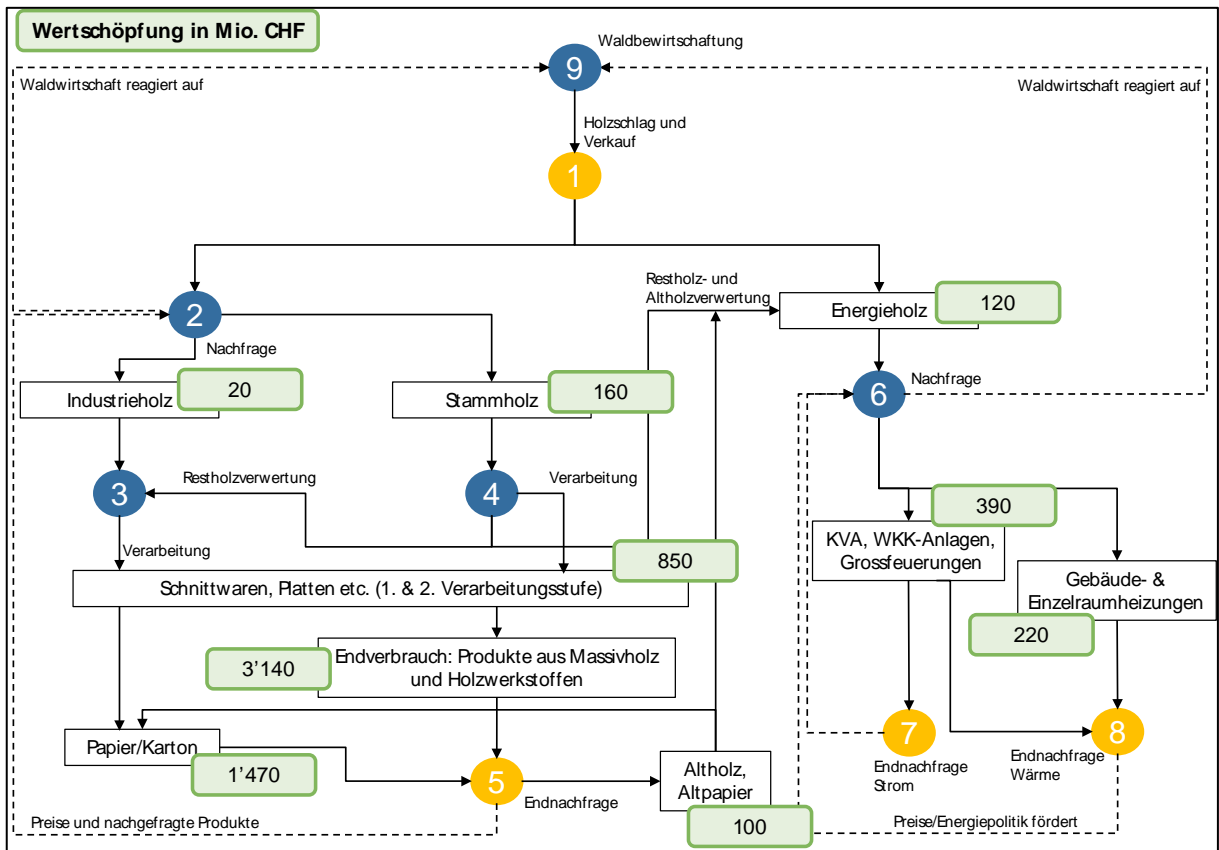


Abbildung 17 Wertschöpfung in Mio. CHF dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)

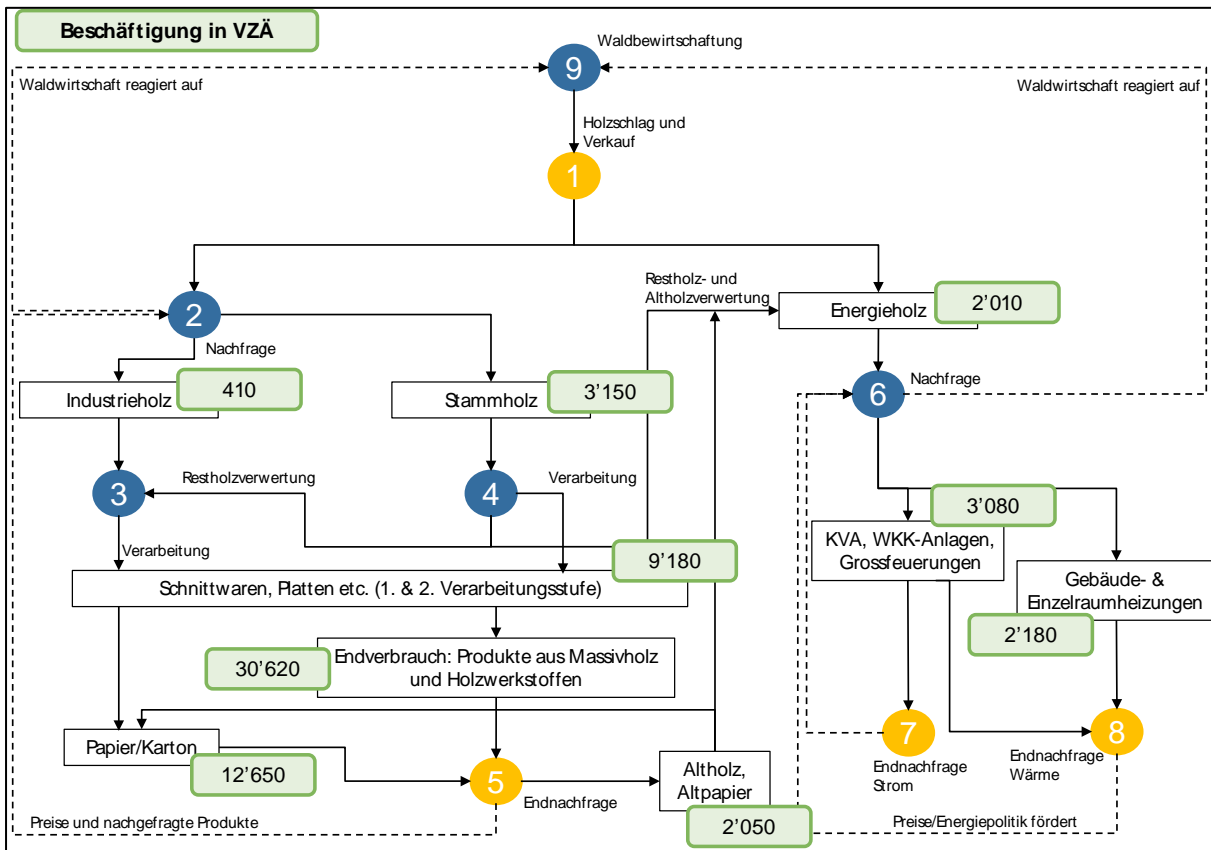


Abbildung 18 Beschäftigung in VZÄ dem Wirkungsmodell zugeordnet (Basisjahr 2010)

A5 Relevanz der Kriterien zur Beurteilung der energetischen und stofflichen Verwendung von Holz

Kriterien	Relevanz	Begründung
Umwelt		
U1 Landschaft und Biodiversität	1	Je nachdem, wie das Holz verwendet wird, sind indirekt über die Nachfrage und die Erntemethoden unterschiedliche Auswirkungen auf die Baumartenzusammensetzung, Totholz mengen, die Bodenverdichtung, etc. zu erwarten. Dies beeinflusst die mittel- und langfristige Entwicklung der Naturräume und der Biodiversität im Wald.
U2 Treibhausgasemissionen	1	Die energetische und die stoffliche Nutzung von Holz sind durch die Speicherung von CO ₂ (im Wald und im verbauten Holz) sowie aufgrund von Substitutionswirkungen relevant bezüglich THG-Emissionen (incl. Graue Energie). Dies hat Auswirkungen auf die mittel- und langfristige Speicherung und Substitution.
U3 Belastung der Umwelt und des Menschen	1	Die Art der Holzverwendung wirkt sich auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt aus, beispielsweise durch verstärkte bzw. verminderte Schadstoffemissionen, Lärm, etc.
U4 Risiken von Umweltkatastrophen	0	Die Art der Holzverwendung zeigt keine Auswirkungen auf die Sicherheit von Menschen und Sachwerten. Die Schutzwaldleistung kann sichergestellt werden unabhängig davon, wie das bei Pflegeeingriffen anfallende Holz genutzt wird.
U5 Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit	0	Die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten und der Erhalt des Umweltkapitals sind durch eine Verschiebung zu verstärkter energetischer oder stofflicher Holzverwendung nicht beeinflusst, solange die bestehenden walddpolitischen Grundsätze eingehalten werden. Dazu gehört insbesondere der Grundsatz einer nachhaltigen Bewirtschaftung (WaG Art. 21 Abs. 1).
Wirtschaft		
W1 Unternehmungen	1	Die Auswirkungen auf die Unternehmen im Bereich Forst- und Holzwirtschaft sind von der Art der Holzverwendung abhängig (Arbeitsplätze, Wertschöpfung). Darüber hinaus sind auch Unternehmen in weiteren Branchen betroffen, z.B. in der Energie- und Bauwirtschaft.
W2 Haushalte	0	Die Haushalte sind kaum von einer Verschiebung zu mehr stofflicher oder energetischer Verwendungen von Schweizer Holz betroffen. Das Angebot an Holzprodukten ist stark international beeinflusst.
W3 Arbeitnehmende und Beschäftigung	1	Die Art der Holzverwendung wirkt sich auf die Beschäftigung in den betroffenen Branchen aus. Diese Auswirkungen auf die Beschäftigung sind über Kriterium W1 abgedeckt. Zusätzlich können sich Verschiebungen zwischen energetischer und stofflicher Verwendung auf die Arbeitsbedingungen (z.B. Sicherheit am Arbeitsplatz) und das Qualifikationsniveau auswirken.
W4 Regionen	1	Eine Verschiebung zu mehr stofflicher oder energetischer Verwendung wirkt sich je nach Region unterschiedlich aus. Durch

Kriterien	Relevanz	Begründung
		regional unterschiedliche Voraussetzungen (z.B. bzgl. Unternehmensstrukturen, Baumarten etc.) resultieren unterschiedliche Nutzen bzw. Belastungen in den Regionen.

W5 Öffentliche Hand	1	Je nach Art der Holzverwendung leistet die öffentliche Hand (Bund, Kantone, Gemeinden) unterschiedliche Beiträge, wie z.B. Förderbeiträge für die Energieproduktion. Zudem ist die öffentliche Hand indirekt von den Auswirkungen auf die Unternehmen betroffen (Steuersubstrat).
W6 Gesamtwirtschaft	0	Eine veränderte Verwendung des Rohstoffes Holz kann Auswirkungen auf den Export von Gütern und Dienstleistungen in den betroffenen Branchen haben. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind aufgrund des geringen Anteils am Bruttoinlandprodukt jedoch tief. Auswirkungen auf die Wirtschaftsleistung der betroffenen Unternehmen sind über Kriterium W1 abgedeckt (Wertschöpfung, Arbeitsplätze).
W7 Innovation	0	Innovationen bei Technologien und Prozessen der Holzverarbeitung haben einen Einfluss darauf, wie Holz genutzt wird. Umgekehrt hat eine Verschiebung zu verstärkter stofflicher oder energetischer Nutzung von Schweizer Holz kaum Auswirkungen auf die Entwicklung und Verbreitung innovativer Prozesse und Produkte und den Forschungsplatz Schweiz. Die Märkte für entsprechende Produkte sind international geprägt und die Schweizer Holzmenge ist im internationalen Vergleich gering.
W8 Ordnungspolitik	1	Die stoffliche und energetische Holzverwendung werden durch staatliche Markteingriffe beeinflusst. Diese Eingriffe sollen bestehende Fehlanreize bzw. Marktversagen korrigieren. So sind bei einer Verschiebung zu mehr energetischer oder stofflicher Nutzung unterschiedliche Auswirkungen zu erwarten, z.B. bezüglich Marktverzerrungen oder der Internalisierung von externen Effekten.
W9 Versorgungssicherheit	1	Die Art der Holzverwendung wirkt sich auf die Versorgungssicherheit aus. Dies einerseits in Bezug auf die Energieversorgung und andererseits die Versorgung der Schweizer Unternehmen mit dem Rohstoff Holz bzw. Holzprodukten.

Legende: 1 = mittlere bis hohe Relevanz, Auswirkungen werden vertieft analysiert; 0 = geringe Relevanz, wird nicht weiter untersucht