

## Auf Holz bauen, zählen, rechnen: Anpassung von Werkzeugen und Daten (Holz BZR)

Kompetenzzentrum Holz GmbH



Projektmitarbeiter:

*Tobias Stern, Franziska Hesser, Georg Winner und Sebastian Koch*

Kompetenzzentrum Holz GmbH

*Leyla Jazayeri-Thomas, Verena Aspalter, Martin Braun, Wolfgang Huber und Peter Schwarzbauer*

Institut für Marketing & Innovation

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Universität für Bodenkultur Wien

*Robert Stingl, Marie Louise Zukal und Alfred Teischinger*

Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe

Department für Materialwissenschaften und Prozesstechnik

Universität für Bodenkultur Wien

*Peter Weiss und Alexandra Freudenschuss*

Umweltbundesamt

Diese Publikation sollte folgendermaßen zitiert werden:

Stern, T., Hesser, F., Winner, G., Koch, S., Jazayeri-Thomas, L., Aspalter, V., Braun, M., Huber, W., Schwarzbauer, W., Stingl, R., Zukal, M., Teischinger, A., Weiss, P., Freudenschuss, A. (2013): Auf Holz bauen, zählen, rechnen: Anpassung von Werkzeugen und Daten (Holz BZR). Endbericht von StartClim2012.D in StartClim2012: Anpassung an den Klimawandel – erste Beiträge zur Umsetzung der österreichischen Anpassungsstrategie: BMLFUW, BMWF, ÖBF, Land Oberösterreich

Wien, im August 2013

StartClim2012.D

Teilprojekt von StartClim2012

Projektleitung von StartClim2012:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt

Institut für Meteorologie, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

StartClim2012 wurde aus Mitteln des BMLFUW, des BMWF, der ÖBf und des Landes Oberösterreich gefördert.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>D-1 Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>D-2 Zielsetzung</b> .....	<b>7</b>
<b>D-3 Material und Methoden</b> .....	<b>9</b>
<b>D-3.1 Forschungsdesign</b> .....	<b>9</b>
<b>D-3.2 Arbeitspaket 1 – Adaptionsbedarf FOHOW</b> .....	<b>10</b>
<b>D-3.3 Arbeitspaket 2 – Exemplarische Erhebung Holzbau</b> .....	<b>12</b>
<b>D-3.4 Arbeitspaket 3 – Einbindung der holzverarbeitenden Industrie</b> .....	<b>13</b>
<b>D-4 Ergebnisse</b> .....	<b>14</b>
<b>D-4.1 Arbeitspaket 1 – Adaptionsbedarf FOHOW</b> .....	<b>14</b>
<i>D-4.1.1 Ergebnisse der Input – Output-Tabelle</i> .....	<i>14</i>
<i>D-4.1.2 Analogieschlussmethode</i> .....	<i>15</i>
<i>D-4.1.3 Zeitreihengenerierung und Analyse</i> .....	<i>16</i>
<b>D-4.2 Arbeitspaket 2 – Exemplarische Erhebung Holzbau</b> .....	<b>18</b>
<i>D-4.2.1 Anwendung des Erhebungsmodelles</i> .....	<i>21</i>
<i>D-4.2.2 Prüfung der Datenintegration in das GWR</i> .....	<i>23</i>
<b>D-4.3 Arbeitspaket 3 - Einbindung der holzverarbeitenden Industrie</b> .....	<b>24</b>
<i>D-4.3.1 Befragung von Unternehmen</i> .....	<i>24</i>
<i>D-4.3.2 Antworten der Unternehmen</i> .....	<i>25</i>
<i>D-4.3.3 Vorgespräche als Endpunkt</i> .....	<i>27</i>
<b>D-5 Schlussfolgerungen</b> .....	<b>29</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>31</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>33</b>



## Kurzfassung

Die kaskadische Nutzung von Holz und der damit verbundene Aufbau eines Kohlenstoffpools in Holzprodukten (HWP) ist eine geeignete Klimaschutzmaßnahme und wird wissenschaftlich als kosteneffektiv und technisch gut umsetzbar beschrieben. Seit der Klimakonferenz in Durban steht nun endgültig fest, welcher Berechnungsansatz (Production Approach for HWP of Domestic Origin, PAD) für die Anrechnung herangezogen werden soll und daher wurden im Rahmen des Projektes Holz BZR Grundlagen für die Erfüllung dieser Berichts- und Anrechnungspflicht erarbeitet. Insbesondere wurden die Möglichkeiten für Datenverbesserungen in ihrer praktischen Machbarkeit überprüft, konkret:

1. Identifikation des Adaptionsbedarfs des Simulationsmodells FOHOW für zukünftige Simulationen und Berechnungen des Kohlenstoffspeichers in HWP
2. Exemplarische Erhebung der Holzmengen in einem Gebäudetyp (Einfamilienhaus) und Prüfung der Datenintegration in das Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)
3. Einbindung der holzverarbeitenden Industrie und Prüfung der Entwicklung eines Systems der Datentreuhanderschaft

Im Rahmen des Projekts konnte der Adaptionsbedarf des Modells FOHOW (Forst- und Holzwirtschaft) zur Berechnung des Kohlenstoffpools geklärt, fehlende Datenpunkte identifiziert und steigende Trends in Half-Life Mitteln in langlebigen Holzprodukten festgestellt werden. Für die Holzmengenerhebung in Einfamilienhäusern konnten regionale Zuordnungen getroffen und Gebäudedimensionen erhoben werden. Anhand von Modellbauten, des Gebäude- und Wohnungsregisters und Holzbauanteilen konnte so der Holzverbrauch rückgerechnet werden. Einzig die Einbindung der holzverarbeitenden Industrie blieb deutlich hinter den Erwartungen zurück. Während die Bereitschaft der Industrie durch Aufklärung mittelfristig verbessert werden kann, wurde der Eindruck gewonnen, dass die dort verfügbaren Daten kaum zu wesentlichen Datenverbesserungen führen werden.

## Abstract

Cascade use of wood provides a suitable approach towards climate change mitigation. Generally it is being considered as cost-efficient and technically feasible. Since an obligatory inclusion of changes in C-pools into national greenhouse gas inventories was agreed upon during the UN climate change conference 2011 for the reporting period of 2013, an adequate framework for meeting these obligations was to be elaborated within the project Holz BZR. The purpose of the project was to improve data availability and assess possible interactions (e.g. energetic use, accumulation of wood stocks) with regard to harvested wood products as well as to practically examine and evaluate three potential opportunities for improvement: Verify practicality, improve and complete acquired data, and a further development of the first study.

Within the context of the project the particular requirements for adaptation of the FOHOW-model (a model simulating the entire forest-based sector from wood resources over intermediates to end products) for assessment of carbon pools were clarified, missing data points identified and rising trends in half-life means of long-lasting wood products observed. For assessing wood quantities in single-family houses, regional assignments could be conducted and building dimensions data were gathered. Through model buildings, the federal registry of buildings and dwellings and the share of timber in buildings the wood use could thus be identified. Involving the wood processing industry was not conducive both because of reservations about climate reporting and because of the lack of awareness against the importance of identifying climate-relevant aspects of harvested wood products. It is doubtful if pursuing the latter is expedient.

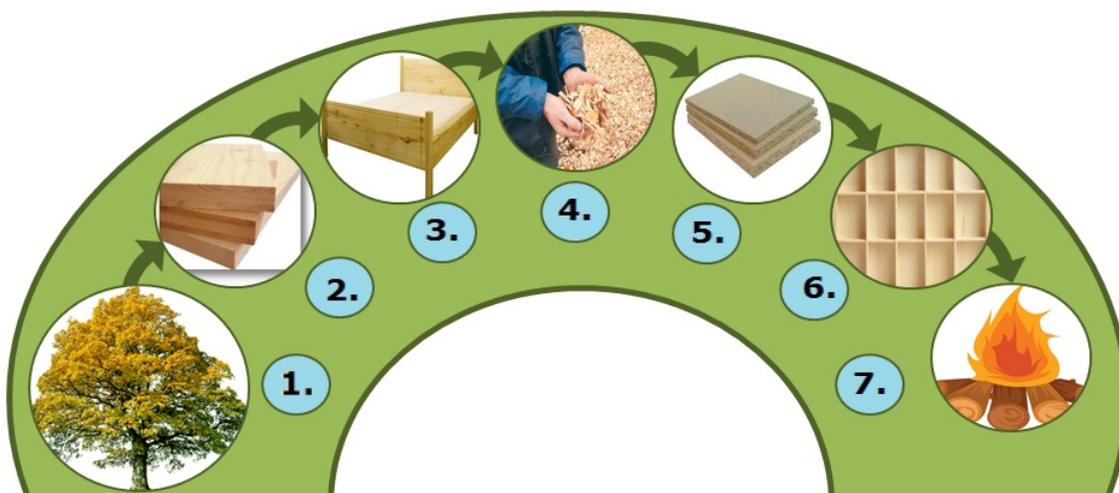
## D-1 Einleitung

Durch eine stoffliche Verwendung von forstlicher Biomasse kann die Lebens- und Einsatzdauer von Holz deutlich über die Umtriebszeit im Wald hinaus verlängert werden. Eine kaskadische Nutzung von Holz (in diesem Fall ist damit eine Verwendung über mehrere Schritte bis hin zur abschließenden energetischen Nutzung gemeint, siehe Beispiel in Abb. D-1) ist aus diesem Grund eine sinnvolle Klimaschutzmaßnahme, da damit nicht nur Ressourcen effizient genutzt werden, sondern auch ein Kohlenstoffvorrat außerhalb des Waldes aufgebaut werden kann (z.B. Wimmer, 1992; Stern, 2008). Eine solche Maßnahme zur Vermeidung von GHG-Emissionen wurde in der internationalen Literatur als kosteneffektiv und technisch umsetzbar, besonders hinsichtlich der Kompensation von Emissionen aus diffusen Quellen, wie z.B. Transportemissionen, beschrieben (Han et al., 2007).

Die Sinnhaftigkeit der kaskadischen Holznutzung wurde aus diesem Grund auch bei der UN Klimakonferenz Ende 2011 bestätigt und Anrechnungsregeln festgelegt, durch die eine stoffliche Nutzung von Holz und folglich ein Aufbau eines entsprechenden Kohlenstoffpools forciert werden sollen. Ab dem Jahr 2013 ist die Veränderung des C-Pools in Harvested Wood Products verbindlich in die Zielerreichungsbilanz einzurechnen, wobei der Fokus auf den Kategorien Schnittholz, Platten und Papier liegt. Angerechnet wird dabei die Differenz der Quelle/Senke dieses Harvested-Wood-Products-Pools in der 2. Verpflichtungsperiode gegenüber einem Referenzwert, der als „business-as-usual“ bis 2020 berechnet wurde.

Im Rahmen dieses Auftrags „Grundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von Harvested Wood Products (HWP) - Bereitstellung und Bewertung von Informationsgrundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von HWP“ (Stern et al., 2009) wurden Analysen der Abgrenzbarkeit von Produktgruppen sowie deren unterschiedlichen Einsatzdauer im Rahmen einer Metastudie durchgeführt. Außerdem wurden die für eine Berechnung in Österreich verfügbaren Datensätze (z.B. HEM, FAO, FHP, Statistik Austria, ÖBB, ASFINAG) für Halbprodukte und Fertigprodukte sondiert und analysiert sowie eine grobe Abschätzung der Kosten für eine Verbesserung der Datenlage erstellt.

Im Rahmen des Projekts Holz BZR wurden die Empfehlungen des damaligen Berichts aufgegriffen bzw. weiterentwickelt und damit die Möglichkeiten für Datenverbesserungen in ihrer praktischen Machbarkeit überprüft.



**Abb. D-1:** Beispiel für eine kaskadische Nutzung von Holz

## D-2 Zielsetzung

Für die Bewertung der Kohlenstoffspeicherung im Wald und insbesondere in Holzprodukten wurden bei der Klimakonferenz in Durban Anrechnungsregeln für die zweite Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll festgelegt. Eine entsprechende Berichtspflicht wird dazu in den nächsten Jahren erarbeitet werden. Daher stellen sich vorrangig folgende Fragen:

- Welche Daten sind für Österreich verfügbar, um einer Berichtspflicht zu Holzprodukten (harvested wood products) nachzukommen?
- Welche zusätzlichen Erhebungen sind zur Steigerung der Datenqualität erforderlich? Wie kann eine langfristige Datenverfügbarkeit sichergestellt werden?
- Was geschieht mit dem geernteten Holz (harvested wood) - wird es thermisch verwertet bzw. zu Schnittholz, Holzplatten bzw. Papier verarbeitet (nationale Holzflussanalyse)?
- Wie lange wird der Kohlenstoff durch die stoffliche Nutzung gespeichert (Produkt-Halbwertszeiten, Altholzrecycling,...)?

Zu diesen Fragen wurde im Auftrag des BMLFUW im Vorfeld der Klimakonferenz in Kopenhagen im Jahr 2009 bereits eine Studie erstellt (Stern et al., 2009). Im Rahmen dieses Auftrags „Grundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von Harvested Wood Products (HWP) - Bereitstellung und Bewertung von Informationsgrundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von HWP“ wurden Analysen der Abgrenzbarkeit von Produktgruppen sowie deren unterschiedliche Einsatzdauer im Rahmen einer Metastudie durchgeführt. Außerdem wurden die für eine Berechnung in Österreich verfügbaren Datensätze (z.B. HEM, FAO, FHP, Statistik Austria, ÖBB, AS-FINAG) für Halbprodukte und Fertigprodukte sondiert und analysiert sowie eine grobe Abschätzung der Kosten für eine Verbesserung der Datenlage erstellt.

Seit der Konferenz in Durban steht nun endgültig fest, welcher Berechnungsansatz (Production Approach for HWP of Domestic Origin, PAD) für die Anrechnung herangezogen werden soll und damit ist es auch möglich, die Empfehlungen des damaligen Berichts aufzugreifen (bzw. weiter zu entwickeln) und die Möglichkeiten für Datenverbesserungen praktisch zu überprüfen.

Im Sinne der Problemstellung zielt das vorliegende Projekt darauf ab, die Datenverfügbarkeit für das Reporting, aber auch die Abschätzung von möglichen Wechselwirkungen (energetische Nutzung, Holzvorrat) von Harvested Wood Products nachhaltig zu verbessern. Zu diesem Zweck wird das Projekt drei potenzielle Verbesserungsmöglichkeiten praktisch prüfen und bewerten:

### *1. Identifikation des Adaptionsbedarfs des Simulationsmodells FOHOW für zukünftige Simulationen und Berechnungen des Kohlenstoffspeichers in HWP*

Das Simulationsmodell der österreichischen Forst- und Holzwirtschaft (im folgenden "FOHOW" genannt) basiert auf System Dynamics und bildet die österreichische Forst- und Holzwirtschaft systematisch als Ganzes, und zwar vom Holzzuwachs bis etwa zum Papierverbrauch ab. Es eignet sich besonders für langfristige Wirkungsanalysen ("Was wäre, wenn ...?") und ist daher für die Betrachtung des Kohlenstoffspeichers in Holzprodukten (wie auch im Wald) zum Beispiel bei der Berechnung von Referenzwerten (Schwarzbauer et al., 2011) aber auch in unterschiedlichen Szenarien (z.B. Wirtschaftskrise) von großem Nutzen. Hierfür soll geklärt werden, ob das Modell über das Halbproduktniveau (Schnittholz, Papier, Platten) vorwärts integrierbar ist. Eine adäquate Vorgehensweise dazu ist zu elaborieren (z.B. durch ökonomische Ansätze).

2. *Exemplarische Erhebung der Holzmengen in einem Gebäudetyp (Einfamilienhaus) und Prüfung der Datenintegration in das GWR*

Wie in zahlreichen internationalen und nationalen Studien festgestellt, macht der Holzeinsatz im Bausektor mit Abstand den größten Anteil des in Holz gebundenen Kohlenstoffs aus. Stern et al. (2009) kamen zu dem Schluss, dass auch in Österreich der größte Hebel zur Datenverbesserung im Bereich des bestehenden Kohlenstoffpools im Bausektor zu finden ist. In diesem Bereich waren die Diskrepanzen zwischen Halbprodukt-daten und den verfügbaren Daten der Weiterverwendung, wie auch zu den Werten der internationalen Literatur am größten. Es soll, wie bereits 2009 vorgeschlagen, versucht werden den durchschnittlichen Holzanteil für eine Gebäudekategorie und verschiedene Baujahre zu erheben und diese Information mit dem GWR (Gebäude- und Wohnungsregister der Statistik Austria) zu verknüpfen.

3. *Einbindung der holzverarbeitenden Industrie und Prüfung der Entwicklung eines Systems der Datentreuhanderschaft*

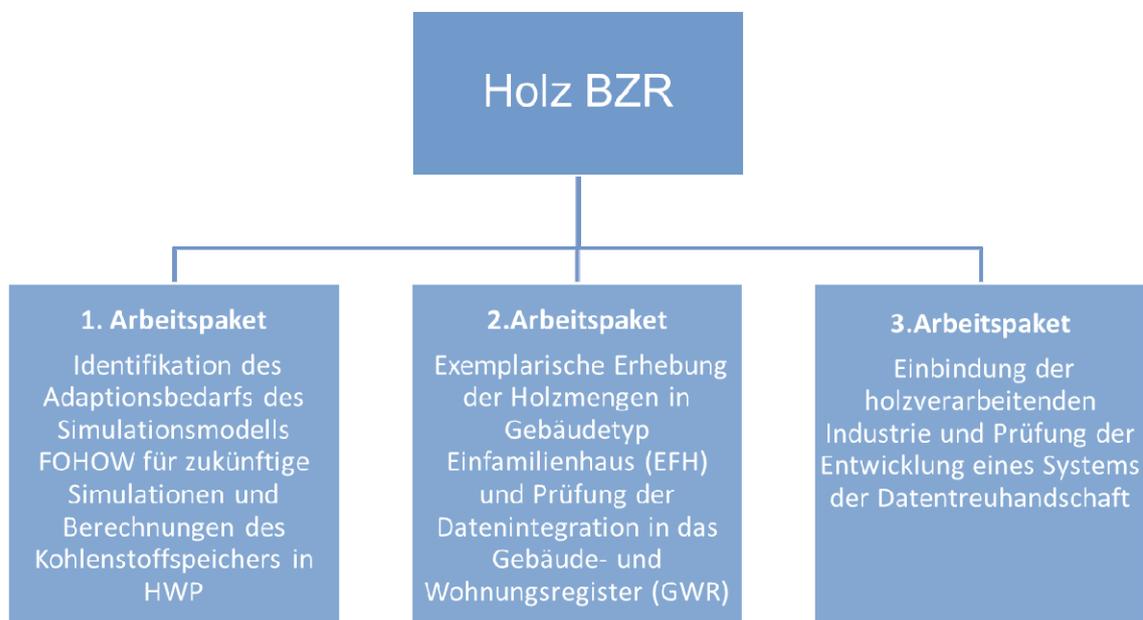
Die wahrscheinlich beste Quelle zur Datenverbesserung für die jüngere Vergangenheit (nicht für die Berechnung des Gesamtkohlenstoffpools bis zu 100 Jahre zurück) stellen die innerbetrieblichen Daten der holzverarbeitenden Industrie dar. Diese Daten sind aber Unternehmenseigentum und in den meisten Fällen (aufgrund der Wettbewerbssituation) derart sensibel, dass eine Weitergabe an Dritte und damit eine Nutzung für die Berechnung der Speichereffekte unmöglich erscheint. Im Rahmen des Projekts soll versucht werden, ob eine Datenweitergabe, und wenn ja in welcher Form, möglich ist. Es gilt zu klären welche Daten vorhanden sind, benötigt werden und wie die Weitergabe gestaltet werden kann (Stichwort – Datentreuhanderschaft).

## D-3 Material und Methoden

### D-3.1 Forschungsdesign

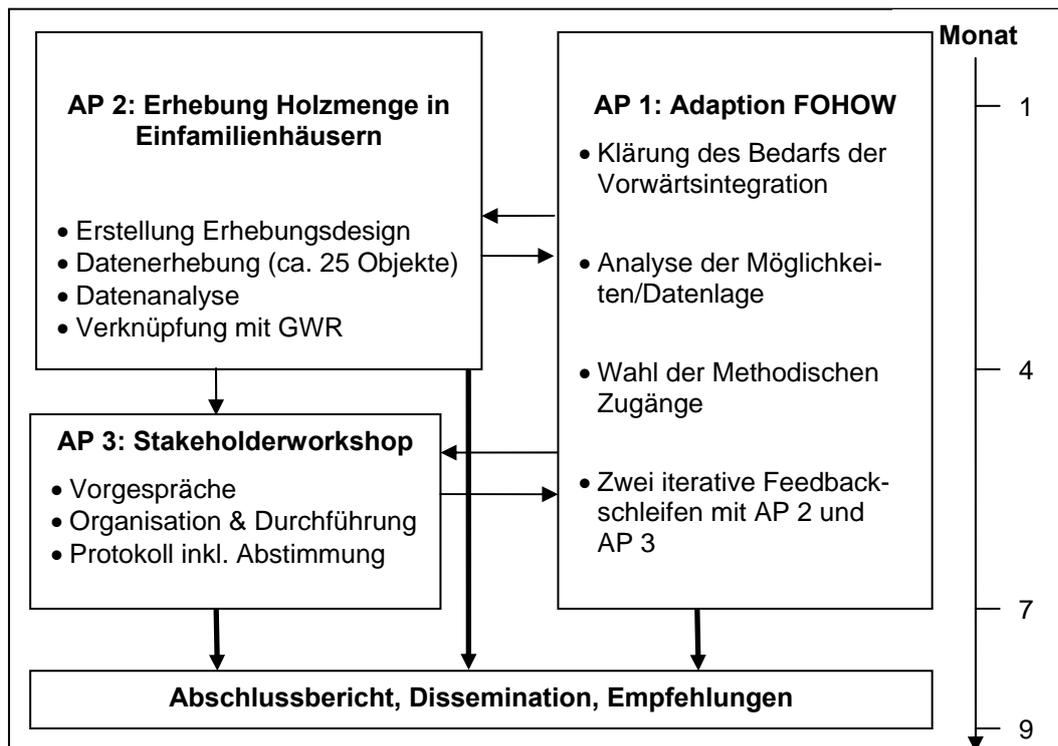
Den drei Teilzielen des Projekt entsprechend wurden für das Projekt im Wesentlichen drei unterschiedliche methodische Zugänge gewählt (Abb. D-2):

1. Adaption des Simulationsmodells FOHOW – Ökonometrische Zugänge oder Input-Output Analysen? (Arbeitspaket 1)
2. Exemplarische Stichprobenerhebung der Holzmengen in einem Gebäudetyp (Einfamilienhaus) (Arbeitspaket 2)
3. Stakeholderworkshop zur Entwicklung eines Systems der Datentreuhandshaft (Arbeitspaket 3)



**Abb. D-2:** Struktur des Projekts

Wie in Abbildung D-3 dargestellt, interagiert insbesondere das AP 1 in iterativen Feedbackschleifen mit den anderen beiden Arbeitspaketen. Hierbei geht es insbesondere um möglichen Datenbedarf bzw. die Umsetzbarkeit und Prüfung von gewonnenen Daten oder Möglichkeiten der Datengenerierung. Zeitlich wurde das AP 2 bereits in den ersten 4 Monaten durchgeführt, da die anderen AP teilweise auf diese Ergebnisse aufbauen konnten. Das AP 3 hingegen wurde in der zweiten Projekthälfte abgewickelt, da es möglichst auf bereits gewonnene Ergebnisse aufbauen sollte.



**Abb. D-3:** Ablaufplan des Projekts

Das Projekt wurde in Kooperation von vier Institutionen durchgeführt. Die operative Zusammenarbeit im Projekt erstreckt sich über das Institut für Holzforschung und das Institut für Marketing & Innovation (beide BOKU Wien) auf die Kompetenzzentrum Holz GmbH (Team Marktanalyse & Innovationsforschung). Zusätzlich wurde jene Abteilung im Umweltbundesamt, die zukünftig das Reporting durchführen wird (Peter Weiss und Alexandra Freudenschuß), in das Projekt eingebunden. Dadurch können die Vertreter des Umweltbundesamts bei jedem Projektmeeting anwesend sein, wodurch sowohl eine optimale Projektsteuerung als auch ein optimierter Wissenstransfer gewährleistet ist.

### D-3.2 Arbeitspaket 1 – Adaptionsbedarf FOHOW

Das FOHOW wurde in der Vergangenheit bereits vielfach erfolgreich für langfristige Simulationen und Wirkungsanalysen von Holzmärkten eingesetzt (Schwarzbauer, 1989; Schwarzbauer, 1993; Allinger et al., 2000; Schwarzbauer & Rametsteiner, 2001; Schwarzbauer & Stern, 2010; Schwarzbauer et. al, 2013). Die etwa 1.500 mathematischen Gleichungen des Modells gliedern sich in vier Komponenten (Abb. D-4).

FOHOW besteht aus zwei Regionen, nämlich Österreich und einer (fiktiven) Außenregion, die die Summe österreichischer Außenhandelsbeziehungen mit Holzprodukten repräsentiert. Die folgenden holzbasierten Produkte bzw. Produktgruppen werden im Modell abgebildet:

#### Forstwirtschaft:

- Nadelrundholz
- Laubrundholz
- Nadelindustrieholz (Faserholz)
- Laubindustrieholz (Faserholz)

- Nadelbrennholz aus dem Wald (Brennholz weich)
- Laubbrennholz aus dem Wald (Brennholz hart)

**Sägeindustrie:**

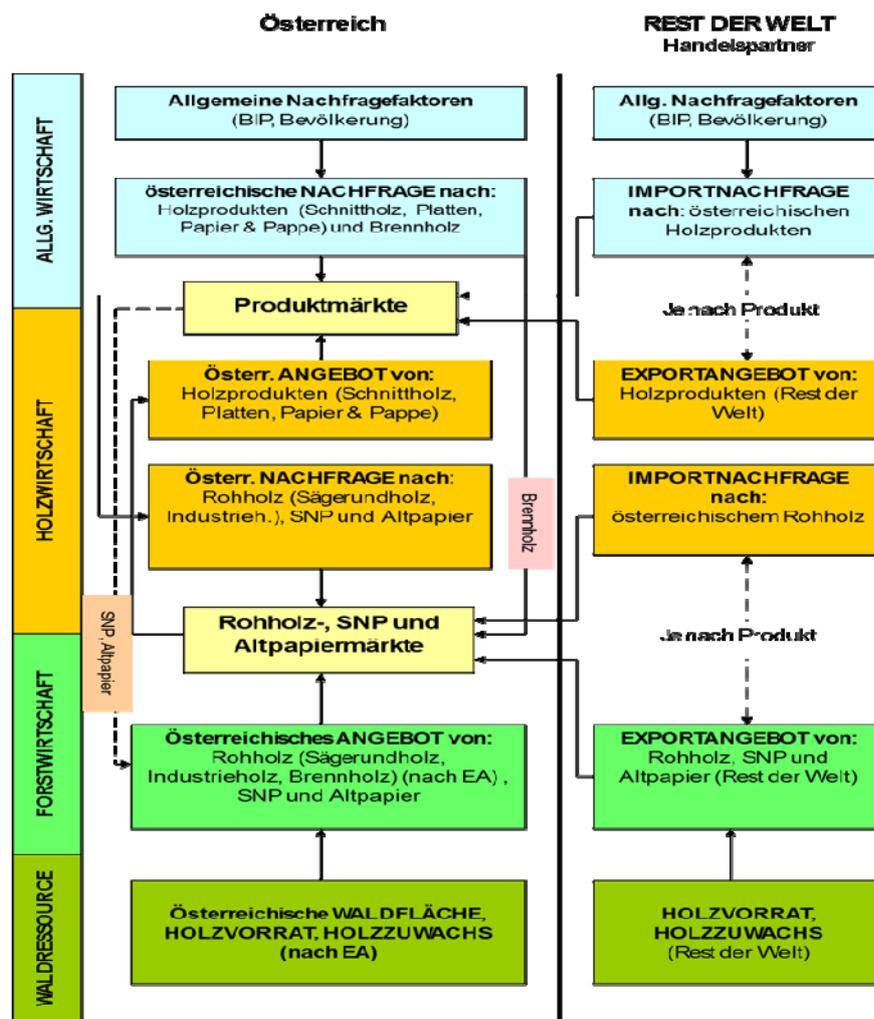
- Nadelschnittholz
- Laubschnittholz
- Sägenebenprodukte

**Plattenindustrie:**

- Span- und Faserplatten

**Papiererzeugende Industrie:**

- Zellstoff- & Holzschliff
- („Frischfaser“)
- Altpapier
- Papier und Pappe



**Abb. D-4:** Die generelle Struktur des FOHOW Modells

Um das Modell entsprechend der Zielsetzung zu erweitern, war im Wesentlichen zu klären, wie sich die Weiterverarbeitung der Produkte der Säge- und der Plattenindustrie (Papier ist zunächst vernachlässigbar – da dort aufgrund der geringen Halbwertszeit keine großen Kohlenstoffspeicher entstehen) darstellen lässt. Idealerweise können für diese komplexen und vielschichtigen Weiterverarbeitungskanäle zumindest teilweise mathematische Zusammenhänge in Analogie zur Modellkonstruktion mit ökonometrischen Methoden (Wooldridge, 2000) hergestellt werden. In anderen Fällen kann aber auch schon ein einfacher Verteilungs- und Nutzungsschlüssel (Input-Output-Methodologie; Dewhurst, 1991; Fleissner, 1993) ausreichend und zielführend sein. Ein spannender Ansatzpunkt für Adaptionen und spätere Analysen sind auch die Anteile inländischen Holzes (nur diese werden angerechnet) in den Weiterverarbeitungsschritten, wenn man bedenkt, dass Österreich der weltweit zweitgrößte Importeur von Nadelnutzholz ist (hinter der VR China).

Folgende Ansätze wurden daher für die Abschätzung der Modellerweiterung verfolgt:

- Bildung von Kategorien z.B. auf Basis der Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich & Gütereinsatzstatistik
- Analogieschlüsse auf Basis von vergleichbaren Studien aus Deutschland und der Schweiz
- Erstellung einer Input-Output-Tabelle
- Schaffung von zusammenhängenden Zeitreihen der Holzverwendung
- Analyse der Zeitreihe

### **D-3.3 Arbeitspaket 2 – Exemplarische Erhebung Holzbau**

Wie betreffend der Datenlage bereits in Stern et al. (2009) festgestellt wurde, können bei Holzprodukten zwar recht gute aktuelle Produktions-, Verbrauchs- oder Konsumdaten auf einer jährlichen Basis für die letzten 10 bis 20 Jahre genutzt werden, jedoch sind die Möglichkeiten auf langfristige Bestände bei Bauten oder gar Möbel zu schließen stark eingeschränkt, weil keiner dieser Datensätze mehrere Jahrzehnte konsistent zurückreichend verwendet werden kann. Derartige Daten in hervorragender Qualität sind leider nur in einzelnen Anwendungsbereichen wie etwa für Bahnschwellen (bei der ÖBB) existent.

Durch die Entwicklung des AGWR II (Gebäude- und Wohnungsregister der Statistik Austria; Statistik Austria, 2013a) könnte eine derartige Erhebung in Zukunft ohne allzu großen Aufwand durch Abfragen und Hochrechnen bereits in der Datenbank verfügbarer Daten möglich sein. Zusätzlich zur derzeit laufenden Entwicklung des AGWR II werden hierfür allerdings verlässliche mittlere Holzanteile für unterschiedliche Gebäudetypen aus unterschiedlichen Bauperioden notwendig sein. Neben den Kategorien wie etwa Einfamilienhaus, Mehrfamilienwohnhaus, Gewerbe- und Industriebau, sowie landwirtschaftliche und öffentliche Bauten müssten in den einzelnen Kategorien auch verschiedene Bauperioden (z.B. 1980 bis 1990; 1990 bis 2000; 2000 bis heute) erhoben werden. Je nach Häufigkeit der Gebäudetypen müssten in den einzelnen Bauperioden auch eine entsprechende Anzahl an Gebäuden und Bauweisen untersucht werden. Dies wurde im Rahmen des Projekts exemplarisch anhand eines Gebäudetyps (Einfamilienhaus) und einer Bauperiode versucht. Die Erhebung der Daten erfolgte im Wesentlichen durch eine am Institut für Holzforschung entwickelte Vorgehensweise (Stingl et al., 2011).

#### **D-3.4 Arbeitspaket 3 – Einbindung der Holzverarbeitenden Industrie**

Um die Möglichkeiten der Datentreuhanderschaft auszuloten, wurde geplant einen Stakeholderworkshop (Stoll-Kleemann, 2006) mit ausgewählten Industrievertreterinnen und -vertretern durchzuführen. In Vorgesprächen mit einzelnen Meinungsführern (z.B. FV Holzindustrie, forstliche Interessensvertretung und einzelne Unternehmen) sollte die genaue Vorgehensweise für den Workshop erarbeitet werden, um die Erfolgchancen so weit wie möglich zu erhöhen. In Zusammenhang mit anderen ähnlichen Fragestellungen lagen beim Umweltbundesamt bereits Erfahrungen mit ähnlichen Systemen vor, welche in den Vorgesprächen vorgestellt wurden. Das Hauptaugenmerk dieser Aktivitäten war auf die Sägeindustrie gerichtet, da dort die maßgeblichsten relevanten Wirkungen erzielt werden und daher großes Potenzial zu erwarten war.

## D-4 Ergebnisse

### D-4.1 Arbeitspaket 1 – Adaptionsbedarf FOHOW

Auf Basis der Daten der Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich (Statistik Austria, 2013b) und zahlreichen Annahmen und Umrechnungen konnte eine einfache Input-Output-Tabelle erstellt werden, welche die Verteilung der Holzverwendung auf Basis der produzierten Halbprodukte erlaubt (Tab. D-1). Diese wurde um weitere nationale Statistiken (Lang & Nemestothy, 2012; Nemestothy, 2011) ergänzt, wobei die Gütereinsatzstatistik (Statistik Austria, 2013c) leider keine zufriedenstellende Erweiterung erlaubte.

#### D-4.1.1 Ergebnisse der Input – Output-Tabelle

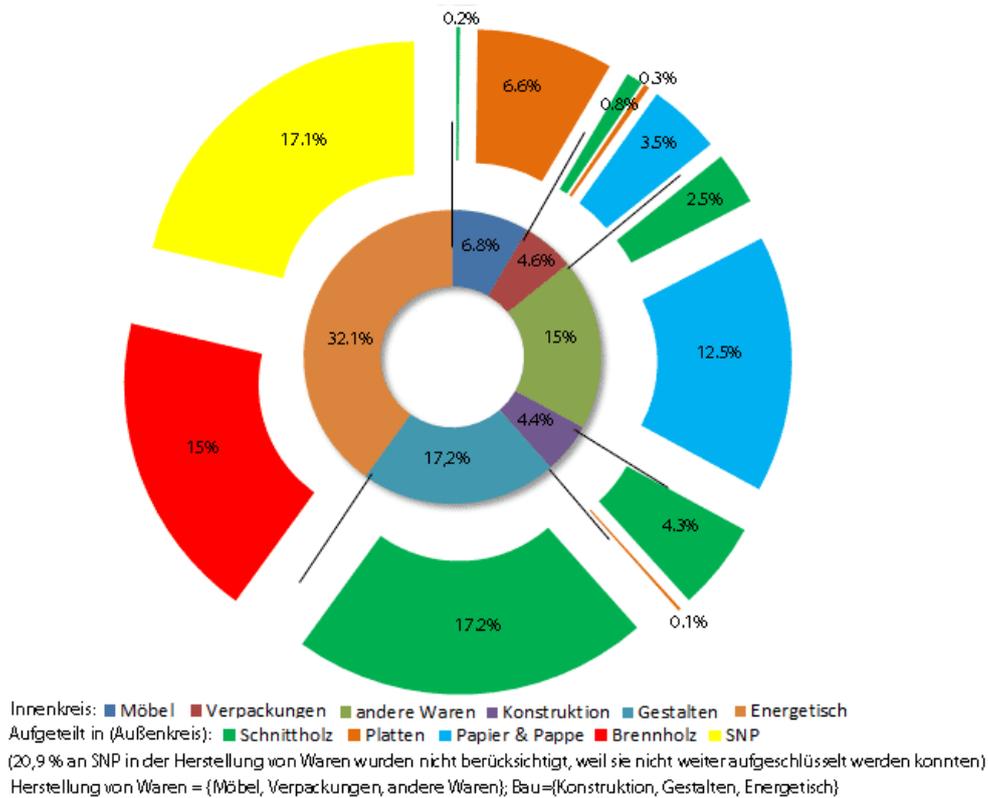
Im Jahr 2011 machte die abgesetzte Produktion von Schnittholz (Nadel- und Laubholz) in Österreich rund 12,4 Mio. Kubikmeter aus (Statistik Austria, 2013b). Rund 14 % davon flossen im selben Jahr in die Herstellung von Waren (5 % Möbel, 23 % Verpackung sowie 73 % in andere Waren). Im Bau wurden 86 % des Schnittholzes verbraucht (20 % in „Bau Konstruktion“ sowie 80 % in „Bau gestaltend“). Nadelschnittholz wird in erster Linie im Bau eingesetzt. Bei der Herstellung von Waren liegt der Anteil an Laub- im Vergleich zum Nadelschnittholz deutlich höher (siehe Tab. D-1).

**Tab. D-1:** Input-Output-Tabelle auf Basis nationaler Statistiken für das Jahr 2011

		AUS DEM FOHOW: MENGEN in m3	EXPORTANTEIL (%) ANTEIL in %	Angabe in %							Summe	
				Herstellung von Waren	Möbel	Verpackung	andere Waren	Bau	Bau Konstruktion	Bau Gestaltend		Energetische Nutzung
INPUTS	Schnittholz	Nadel&Laub	25	14	5	23	73	86	20	80	0	100
		Nadel		13	1	25	74	87	20	80	0	100
		Laub		91	43	1	56	9	100	0	0	100
		Holzplatten	7	98	96	4	0	2	100	0	0	100
		Brennholz	15	0	0	0	0	0	0	0	100	100
		SNP	38	55	0	0	0	0	0	0	45	100
		Papier/Pappe	16	100	0	22	78	0	0	0	0	100
Summe			100									

98 % der abgesetzten Produktion an Holzplatten ist der Güterkategorie „Herstellung von Waren“ zuzuordnen (96 % Möbel sowie 4 % Verpackung). In der Konjunkturstatistik 2011 finden sich keine Angaben zum Brennholzverbrauch. Die energetische Nutzung von Brennholz machte 2011 in Österreich 7,2 Mio. Kubikmeter aus. Knapp die Hälfte der im Jahr 2011 anfallenden SNP (= Sägenebenprodukte) wurde energetisch verwertet. 55 % der SNP wurden zur Herstellung von Waren (Papier und Plattenerzeugung) verwendet (Lang & Nemestothy, 2012). Aus Papier und Pappe werden in erster Linie Waren hergestellt (22 % Verpackung sowie 78 % andere Papierprodukte; Statistik Austria, 2013b).

Abbildung D-5 zeigt im Außenkreis die Verteilung der Halbprodukte und die Zugehörigkeit zu den Weiterverarbeitungskategorien im Innenkreis.



**Abb. D-5:** Verteilung der Halbprodukte (Außen) zu den Weiterverarbeitungskategorien (Innen)

Die Analyse der Gütereinsatzstatistik (Statistik Austria, 2013c) führte trotz Abo zu keinem zielführenden Ergebnis, da z.B. aufgrund der Geheimhaltungspflicht in den einen oder anderen Datensatz keine Einsicht genommen werden konnte. Außerdem finden sich in der Gütereinsatzstatistik Gütercodes, in denen unterschiedliche Holzprodukte zusammengefasst sind, was eine realistische Schätzung des Holzverbrauchs der einzelnen Holzprodukte kaum möglich macht. Eine Auswertung wurde versucht, jedoch nach einer gewissen Zeit aufgrund unrealistischer Schätzungen wieder abgebrochen.

#### **D-4.1.2 Analogieschlussmethode**

Zur Validierung wurde ein Abgleich mit ähnlichen Studien durchgeführt (Bliem et al., 2013). In Deutschland und der Schweiz gab es in der Vergangenheit bereits einige Versuche die Stoffströme und Mengen darzustellen, z.B.:

- Der Holzfluss in der Bundesrepublik Deutschland von Weimar (2009)
- Stoffstrom-Modell-Holz, Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten von Bilitewski und Mantau (2005)
- Studie über die zweite Holzverarbeitungsstufe in der Schweiz 1995 (BFS, 1998)
- Endverbrauch des Holzes in der Schweiz 1996 (BUWAL, 1998)
- Holz als Rohstoff und Energieträger – Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien (BAFU, 2010)

Die Studie „Stoffstrom-Modell-Holz“ (Bilitewski und Mantau, 2005) erwies sich in Summe für die Anwendung eines Analogieschlusses am geeignetsten. Mit der plausiblen Annahme, dass der mengenmäßige Anteil des Inlandverbrauchs, der in den „Bau“ geht, in Österreich und Deutschland relativ gleich ist, wurde der prozentuelle Anteil der Holzhalbwaren, die in Deutschland in die Bauwirtschaft fließen, errechnet. Dieser wurde

dann mit dem österreichischen Inlandsverbrauch multipliziert, woraus sich die entsprechenden Schätzungen ergaben (Tab. D-2).

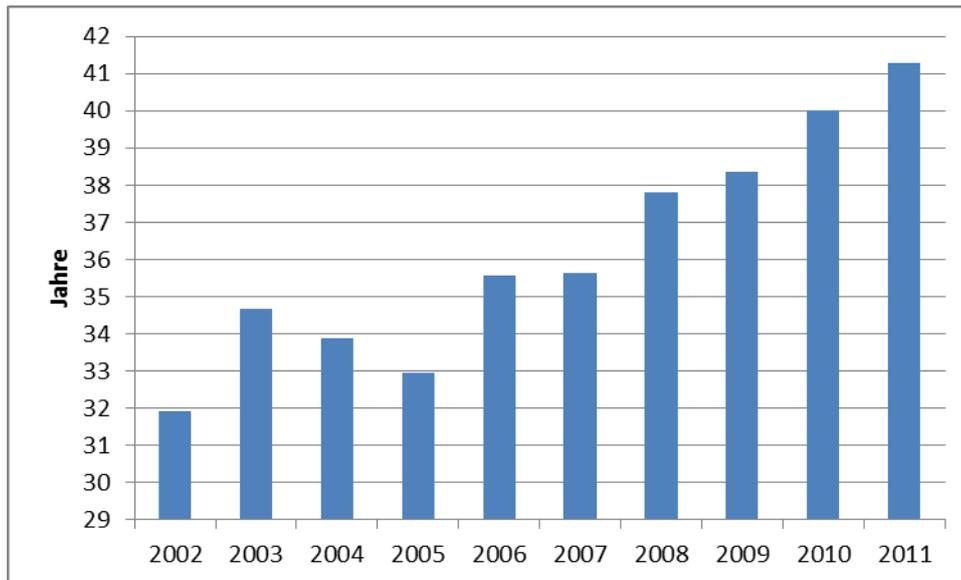
**Tab. D-2:** Analogieschluss zur Abschätzung der im Bau eingesetzten Holzmengen (Bliem et al., 2013)

<b>Halbwaren</b>	<b>Inlandsverbrauch Ö in Tsd. m<sup>3</sup> 2012</b>	<b>% in D in "Bau"</b>	<b>Menge Österreich in "Bau" in Tsd. m<sup>3</sup></b>
N-SH	5.200	58,35%	<b>3.034</b>
L-SH	261	43,89%	<b>115</b>
Spanplatte	920	17,67%	<b>163</b>
MDF	210	15,11%	<b>32</b>
Sperrholz	215	40,96%	<b>88</b>
Furnier	36	38,41%	<b>14</b>
OSB	129	82,44%	<b>106</b>
			<b>Σ 3.551</b>

Im Vergleich zu den aus der Konjunkturstatistik abgeleiteten Werten (Tab. D-1) ergeben sich sowohl ein deutlich geringerer Anteil bei der Verwendung von Schnittholz als auch ein wesentlich höherer Anteil bei Plattenwerkstoffen im Bau. Grundsätzlich sind gewisse relative Abweichungen systematisch bedingt, da die Konjunkturstatistik die Produktion und der Analogieschluss den Inlandsverbrauch abbilden. Trotzdem bleibt der mittels Analogieschluss berechnete Wert (710.000 m<sup>3</sup> konstruktiv) deutlich unter jenem, welcher mittels nationaler Statistiken abgeleitet wurde (997.000 m<sup>3</sup> konstruktiv). Insgesamt erscheint die Bandbreite unter Berücksichtigung des für Einfamilienhäuser errechneten Durchschnittswerts (375.000 m<sup>3</sup>) durchaus plausibel.

#### ***D-4.1.3 Zeitreihengenerierung und Analyse***

Abschließend wurde versucht, mit verfügbaren und vergleichbaren Konjunkturstatistiken eine möglichst lange Zeitreihe zu generieren. Dazu konnte der Zeitraum von 2002 bis 2011 systematisch hinsichtlich der Holzverwendung ausgewertet und eine entsprechende Zeitreihe generiert werden. Zwar ist diese Zeitreihe für ökonomische Analysen noch zu kurz (Wooldridge, 2000) jedoch ist es möglich, in Anlehnung an den von Stern et al. (2009) gemachten Berechnungen für jedes Jahr eine durchschnittliche gewichtete Half-Life zu berechnen (Abb. D-6).



**Abb. D-6:** Zeitlicher Verlauf der nach Verwendung und Mengen gewichteten durchschnittlichen Half-Lifes der in Österreich hergestellten Holzprodukte

Wie bereits 2009 vermutet, zeigt Abbildung D-6 deutlich, dass die nach Mengen und Verwendung gewichteten durchschnittlichen Half-Lifes einen eindeutig steigenden Trend aufweisen. Dies ist insofern eine außerordentlich bemerkenswerte Entwicklung, weil alle Ansätze zur Berechnung von Kohlenstoffpools in HWP bisher von statischen Half-Life-Annahmen ausgehen. Dieser steigende Trend wird von verschiedenen Entwicklungsfaktoren bestimmt. Wichtig sind hier vor allem die Technologie-, Ingenieur- und Maschinenbauentwicklung. Ein weiterer Faktor ist die gesellschaftliche Entwicklung hin zu nachhaltigen Werkstoffen und die generelle Umstellung des Gewerbes. Eine weitere mögliche Hypothese zur Erklärung dieser Beobachtung wäre, dass aufgrund des verschärften Wettbewerbs um den Rohstoff Holz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung formuliert werden. Es wäre denkbar, dass die stoffliche Nutzung von Holz verstärkt in Anwendungen erfolgt, welche besonders langfristig und damit auch entsprechend hochwertig sind. Zur Prüfung dieser Hypothese sind jedenfalls weitere Datenpunkte und ein tieferes Verständnis der Holzverwendungspfade vonnöten. Dieses Thema wird daher im Rahmen einer Masterarbeit (Georg Winner) weiterverfolgt.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass eine entsprechende Adaption des FOHOW Modells für eine Berechnung der Kohlenstoff-Pools und -Flüsse umsetzbar ist. Die Verwendung einer Input-Output-Methodik ist insbesondere machbar, kann jedoch im Hinblick auf die Differenzen zwischen nationalen Statistiken, Analogieschlüssen und den Ergebnissen von AP 2 noch verfeinert werden.

In besonders langfristigen Anwendungen zeigt sich über mehrere Jahre hinweg hinsichtlich der Entwicklung der Mengen ein Trend, der gegen ein starres Verteilungssystem spricht. Dies ist ein wichtiger Hinweis, dass mittelfristig dynamische Modelladaptionen benötigt werden. Zur Entwicklung eines ökonometrischen Modells fehlen derzeit jedoch noch weitere Datenpunkte und Analysen. Der Trend der steigenden durchschnittlichen Half-Lifes ist wissenschaftlich hoch interessant und wird vermutlich in einem wissenschaftlichen Journal publiziert werden.

## **D-4.2 Arbeitspaket 2 – Exemplarische Erhebung Holzbau**

Wie zahlreiche Arbeiten belegen (z.B. Wimmer, 1992; Eggers, 2002; Baur, 2003; Pingoud et al., 2003; Stern, 2008), ist der Bausektor für die Frage der Kohlenstoffspeicherung mit Abstand die wichtigste Nutzungskategorie. Gerade in diesem Bereich konnten (Stern et al., 2009) in der internationalen Literatur zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen festgestellt werden. Zum einen erfolgt eine Aufgliederung nach Bauelementen (Dachstuhl, Wandelement, Fenster, Türen, etc.) oder nach ganzen Gebäuden (Fertighaus, Einfamilienhaus, Brücken, landwirtschaftliche Gebäude, etc.). Es ist insgesamt wenig überraschend, dass die Betrachtung nach Gebäuden insbesondere in Ländern Verwendung findet, in welchen die Gebäude traditionell einen hohen Holzanteil haben (USA, Skandinavien), während Bauelemente eher in anderen Ländern herangezogen werden.

Um die Mengen des verbauten Holzes abschätzen bzw. berechnen zu können, müssen gut aufbereitete Basisdaten zur Verfügung stehen. Im Rahmen dieses Projekts wurden zu Beginn dieses Arbeitsteiles Möglichkeiten der Datenerhebung überlegt und nach ihrer Tauglichkeit beurteilt. Im Folgenden sind einige dieser Überlegungen aufgelistet:

### **1. Verfügbare Halbprodukt Daten**

Für viele Halbprodukte bestehen bereits verfügbare Datenbanken. Die Verknüpfung für die Anwendung dieser Produkte im Bausektor stellte sich jedoch als schwierig dar.

### **2. Daten der Holzverarbeitenden Industrie**

Als gute Datenquellen stellten sich die innerbetrieblichen Daten der Holzverarbeitenden Industrie heraus. Diese Informationen sind jedoch Eigentum der Unternehmen und sind in den meisten Fällen derart sensibel, dass eine externe Weitergabe und damit eine Nutzung für die Berechnung der Speichereffekte nicht möglich sind.

### **3. Direkte Konsumentenbefragung**

Dieses Datenmaterial könnte von unabhängigen Stellen erhoben bzw. anonymisiert werden und ist somit für die Weiterverwendung zugänglich. Hier stellt sich das Problem, dass der Konsument meist nicht das fachliche Wissen besitzt, um brauchbare Informationen zu erhalten.

### **4. Erhebung der Daten bei der ersten Bauinstanz**

Bautechnisches Datenmaterial liegt bei den Behörden der ersten Bauinstanz (Bauabteilungen bzw. Bauämter der Gemeinden und Städte) auf. Für eine exakte Bestimmung des Holzeinsatzes sind die Unterlagen jedoch zu ungenau und der Aufwand, diese Informationen zu erheben, ist sehr hoch. Weiters könnten rechtliche Grundlagen den Zugang zu den Bauunterlagen verhindern.

### **5. Kombinierte Methode zur Erhebung der eingesetzten Holzmengen**

Eine brauchbare Lösung zur Ermittlung der Daten lag in der Kombination der bereits beschriebenen Möglichkeiten (Stern et al., 2009). Eine bereits fertiggestellte Studie zur Ermittlung des Holzbauanteils in Österreich (Stingl et al. 2011), basierend auf Erhebungen bei der ersten Bauinstanz und der Bereitstellung von Informationen zum Holzeinsatz der Holzverarbeitenden Industrie (speziell von Zimmereien und der Fertighausindustrie), die anonymisiert stark an Sensibilität verloren, führte zu verifizierbaren Methoden, den Holzeinsatz zu ermitteln.

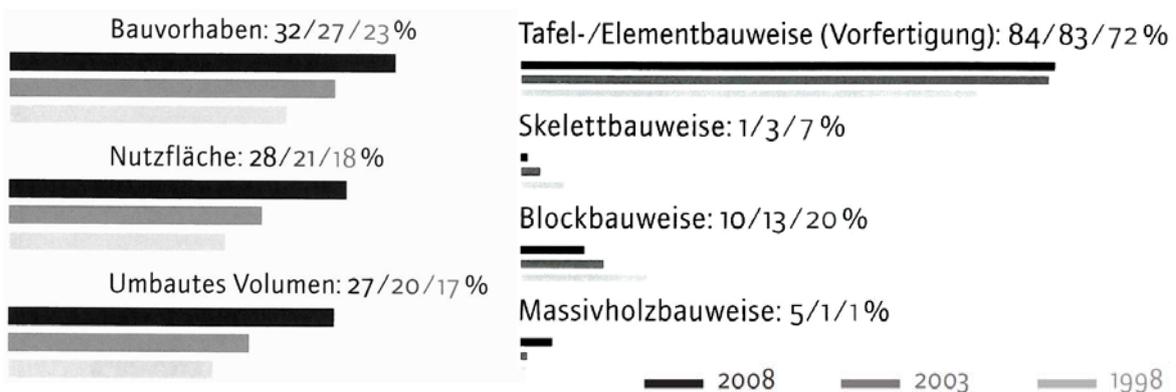
Für die Erhebung des Holzeinsatzes im Zuge dieses Projektes wurden folgende Rahmenbedingungen aufgestellt:

- Einfamilienhäuser (EFH)
- Bewilligt im Zeitraum 1998 - 2008
- nur der konstruktive Teil des Gebäudes (= tragende Teile)
- Unterscheidung in Leicht- & Massivholzbauweise
- Zusätzliche Ermittlung der Holzverwendung für Dachstühle der EFH in Massivbauweise

Teile des erforderlichen Datenmaterials waren bereits mit Projektstart vorhanden. Die fehlenden Informationen konnten mit Hilfe von Zimmereien und der Fertighausindustrie zusammengestellt werden. Im Folgenden sind die einzelnen Informationen aufgelistet und kurz beschrieben:

### 1. Holzbauanteil in Österreich

Der Holzbauanteil bzw. die Holzbauquote (Abb. D-7 li) für den Österreichischen Hochbau wurde mit Unterstützung der Bauabteilungen bzw. Baubehörden heimischer Gemeinden und Städte auf Basis der dort aufliegenden Baupläne (Einreichung zur Bewilligung eines Bauprojekts) ermittelt (Stingl et al. 2011). In dieser Studie werden die Gebäude in mehrere Gebäudekategorien, z.B. Ein- oder Mehrfamilienhäuser, Gewerbe- & Industriebauten oder öffentliche Bauten, unterteilt. Die Gebäude in Holzbauweise wurden zusätzlich in verschiedene Konstruktionsformen (z.B. Elementbauweise oder Massivholzbauweise) unterteilt (Abb. D-7 re). Diese genaue Beschreibung der Holzbauten bietet eine gute Ausgangsmöglichkeit für die weitere Modellierung.



**Abb. D-7:** Holzbauanteil (bezogen auf die Anzahl der Bauvorhaben, die Nutzfläche = Bruttogeschossfläche und das umbaute Volumen) von Einfamilienhäusern in Österreich (li) und die Art der Konstruktionsformen von Einfamilienhäusern in Holzbauweise (re) (Quelle: Stingl et al. 2011)

### 2. Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)

Das Gebäude- und Wohnungsregister enthält Adressdaten zu Grundstücken, Gebäuden und Nutzungseinheiten sowie Strukturdaten von Gebäuden, Wohnungen und sonstigen Nutzungseinheiten. Eingerichtet ist dieses Register bei der Statistik Österreich. Die Erstbefüllungsdaten stammen aus verschiedenen administrativen Datenquellen sowie früheren statistischen Erhebungen. Darauf aufbauend erfolgt die laufende Aktualisierung durch die Meldung von Änderungen am Adress- und Gebäudebestand sowie durch die Erfassung von Baumaßnahmen. Meldepflichtig sind die Gemeinden und die Bezirkshauptmannschaften in Zusammenarbeit mit der örtlichen Baupolizei, wobei hier derzeit im Burgenland, in Niederösterreich, in Salzburg und in der Steiermark diesbezügliche Verordnungen existieren. Zentraler Punkt des GWR sind die quartalsweisen EU-

Meldungen über die Baubewilligungen (Verordnung (EG) Nr. 1165/98) und die laufenden Auswertungen über Gebäude, Wohnungen und Baumaßnahmen (Beispiel hierzu in Tab. D-2). Aus Datenschutzgründen ist kein öffentlicher Zugang zu Einzeldaten gegeben. Auswertungen aus dem Register dürfen nur unter Berücksichtigung der statistischen Geheimhaltungspflicht vorgenommen und veröffentlicht werden.

**Tab. D-3:** 2005 bis 2011 bewilligte Wohnungen in neuen Wohngebäuden und bewilligte Bruttogeschosflächen neuer Gebäude (Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2012)

Gebäudeeigenschaft	2011 <sup>1)</sup>	2010 <sup>1)</sup>	2009 <sup>1)</sup>	2008 <sup>1)</sup>	2007 <sup>2)</sup>	2006 <sup>2)</sup>	2005 <sup>2)</sup>
<b>Anzahl der Wohnungen in neuen Wohngebäuden (Privatwohnzwecke)</b>	<b>43.151</b>	<b>39.452</b>	<b>38.012</b>	<b>38.101</b>	<b>37.662</b>	<b>37.569</b>	<b>36.090</b>
mit 1 Wohnung	19.321	18.666	15.183	15.785	16.358	16.517	15.180
mit 2 oder mehr Wohnungen	23.829	20.787	22.829	22.316	21.304	21.052	20.910
<b>Bruttogeschosflächen <sup>3)</sup> neuer Gebäude (in m<sup>2</sup>)</b>	<b>12.756.920</b>	<b>11.389.381</b>	<b>10.524.444</b>	<b>10.769.225</b>	<b>10.187.760</b>	<b>10.253.367</b>	<b>8.929.371</b>
in Wohngebäuden (Privatwohnzwecke)	9.346.749	8.526.286	7.536.861	7.272.681	6.984.642	7.000.350	6.618.195
mit 1 Wohnung	5.692.225	5.315.193	4.207.552	4.008.598	4.026.736	4.064.883	3.795.349
mit 2 oder mehr Wohnungen	3.654.524	3.211.094	3.329.309	3.264.084	2.957.906	2.935.467	2.822.846
in Wohngebäuden von Gemeinschaften	119.693	151.870	176.229	281.352	184.103	127.411	114.847
in Gebäuden für Büro-, Verwaltungszwecke	542.762	420.057	419.551	820.895	665.584	828.920	472.546
in sonstigen Nicht-Wohngebäuden	2.747.716	2.291.167	2.391.803	2.394.297	2.353.430	2.296.686	1.723.783

Q: STATISTIK AUSTRIA, Adress-, Gebäude- und Wohnungsregister. Erstellt am: 10.10.2012.  
 Die enthaltenen Wiener Ergebnisse beruhen auf gesonderten Meldungen (zuletzt vom 13.06.2012). - 1) Vorläufige Ergebnisse. Mit Ausnahme von Wien sind die Zahlen in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 14.03.2012 registrierten Nachmeldungen aufgeschätzt. Rundungsdifferenzen wurden dabei nicht ausgeglichen. - 2) Mit Ausnahme von Wien endgültige Ergebnisse (Datenabzug vom 14.03.2012). - 3) Summe aller Geschosflächen des Gebäudes inkl. Keller-, Privatgaragen-, Verkehrs- und Versorgungs- sowie Mauerwerksflächen.

© STATISTIK AUSTRIA, Letzte Änderung: 10.10.2012

### 3. Holzverbrauch bei typischen Einfamilienhaus-Modellbauten

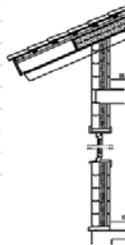
Im Zuge dieses Projekts wurde von 27 Einfamilienhaus-Modellbauten der Holz- bzw. Holzwerkstoffbedarf für die tragende Konstruktion (hauptsächlich Wände, Decken, Dach) ermittelt. Die hierzu benötigten Holzauszüge (Abb. D-8) wurden von österreichischen Zimmermeisterbetrieben bzw. Unternehmen der Fertighausindustrie zur Verfügung gestellt. Die einzelnen Daten der Betriebe wurden anonymisiert und statistisch aufbereitet. Der Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauch der einzelnen Gebäude wurde in die gängigen Konstruktionsformen (Abb. D-7 re) unterteilt und auf die Bruttogeschosfläche der Einfamilienhäuser bezogen.

Hierbei zeigte sich, dass die am häufigsten verwendete Konstruktionsform, die vorgefertigte Elementbauweise, den geringsten Holzverbrauch, jedoch den höchsten Holzwerkstoffverbrauch aufweist. Die sich in den letzten Jahren immer deutlicher etablierte Massivholzbauweise konnte mit ca. 0,23 m<sup>3</sup> Holz pro m<sup>2</sup> Bruttogeschosfläche die größten Holz mengen verbuchen. Die Ergebnisse sind in Tabelle D-4 zusammengefasst.

**Tab. D-4:** Zusammenfassung des Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauches bei Einfamilienhäusern in Holzbauweise, bezogen auf die Bruttogeschossfläche (BGFI) und unterteilt in die gängigsten Konstruktionsformen im Holzbau

Konstruktionsformen von Einfamilienhäusern	Holzverbrauch (m³ Holz / m² BGFI)	Holzwerkstoffverbrauch (m³ HWSt / m² BGFI)
Elementbauweise (vorgefertigt)	0,145	0,068
Skelettbauweise (vor Ort abgebunden)	0,179	0,061
Blockbauweise	0,241	0,049
Massivholzbauweise	0,234	0,057

Modell - Einfamilienhaus - Blockbauweise			
Einfamilienhaus mit einer bebauten Fläche von 8 m x 10 m = 80 m²	Außenwände:	120 Im horizontale Hölzer (Schwelle, ...) 16 x 16	3,1 m³
Kellergerüst (aus Stahlbeton) + Erdgeschoß + Obergeschoß		100 Im horizontale Hölzer (Fenstersturz, ...) 16 x 10	1,6 m³
Nutzfläche (inkl. Keller) von ca. 210 m²		400 Im stehende Hölzer (Steher, ...) 16 x 10	6,4 m³
Nutzfläche (ohne Keller) von ca. 140 m²		500 Im Latten 3 x 3	0,5 m³
umbautes Volumen von ca. 480 m³ (ohne Keller)			11,5 m³
umbautes Volumen von ca. 750 m³ (inkl. Keller)		400 m² Holzwerkstoffe ca. 18 mm dicke	7,2 m³
Satteldach mit Ziegelddeckung	Deckenelemente:	225 Im Deckenbalken 36 x 10	8,1 m³
Innenwände als Holzständerwände mit Holzverkleidung		150 m² Schalung (Sparschalung) 20 mm dicke	1,5 m³
Holz als Fassadenmaterial (Blockbohlen)			9,6 m³
Holzfenster, Holzstiege, teilweise Holzböden		150 m² Holzwerkstoffe ca. 18 mm	2,7 m³
	Dach:	200 Im Balken in Dachelemente 28 x 10	5,6 m³
		180 Im Querhölzer 6 x 10	1,1 m³
		250 Im Lattung 5 x 8	1,0 m³
		450 Im Lattung 3 x 5	0,7 m³
			8,4 m³
		200 m² Holzwerkstoffe ca. 18 mm	3,6 m³
	Innenwände:	100 Im horizontale Hölzer 10 x 10	1,0 m³
		150 Im stehende Hölzer 10 x 10	1,5 m³
			2,5 m³
		180 m² Holzwerkstoffe ca. 15 mm	2,7 m³



**Abb. D-8:** einfacher Holzauszug eines Einfamilien-Blockhauses

#### D-4.2.1 Anwendung des Erhebungsmodelles

Basierend auf den Rahmenbedingungen und den vorhandenen Ausgangsdaten wurde das Erhebungsmodell für den Holzverbrauch von Einfamilienhäusern in Österreich wie folgt umgesetzt.

Hierzu werden die Bruttogeschossflächen aus dem GWR (Tab. D-3) mit den Holzbauquoten (Abb. D-7 li) multipliziert. Das Ergebnis zeigt die Bruttogeschossflächen, welche in Holzbauweise errichtet wurden.

Da die einzelnen Konstruktionsformen der Holzbauten unterschiedliche Holz- und Holzwerkstoffverbrauchszahlen aufweisen, wird die bereits ermittelte Holz-Bruttogeschossfläche mit dem Verteilungsschlüssel der Konstruktionsformen (Abb. D-7 re) verknüpft. Daraus ergibt sich die Bruttogeschossfläche von Holzbauten unterteilt in deren Konstruktionsformen.

Mit Hilfe der Modellbauten von Einfamilienhäusern konnte der Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauch bezogen auf die Konstruktionsform und auf die Bruttogeschossfläche

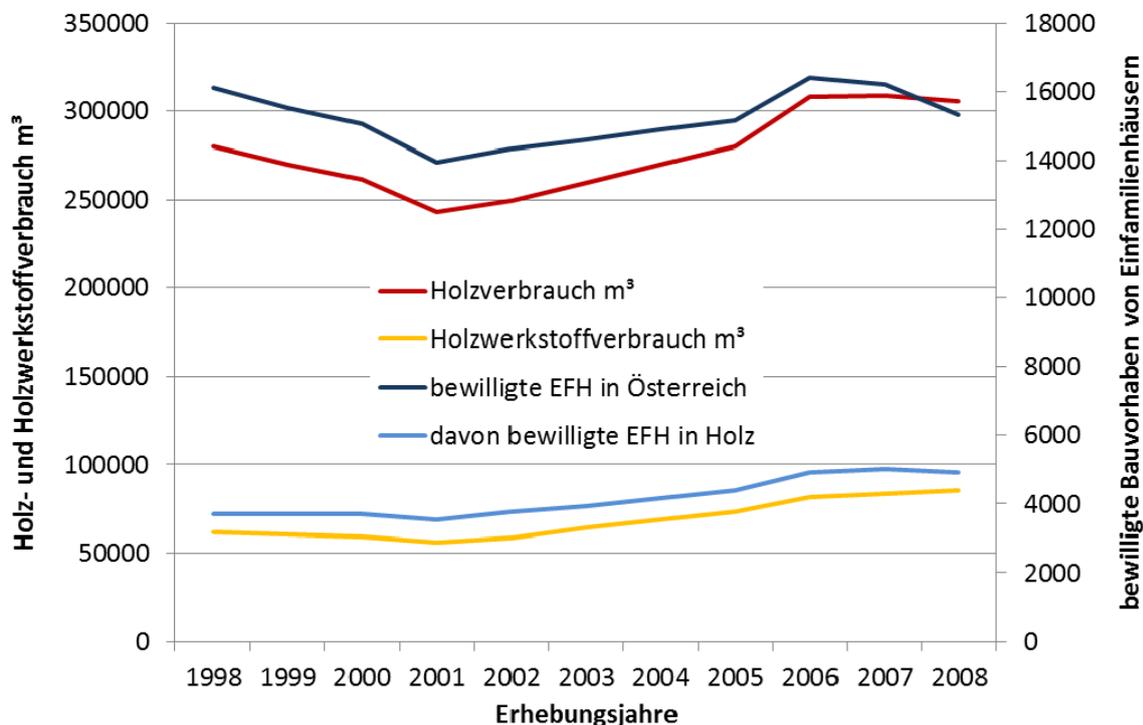
(Tab. D-3) bestimmt werden. Führt man nun die bereits errechnete Holz-Bruttogeschoßfläche pro Konstruktionsform mit den Daten der Modellbauten zusammen, können die absoluten Holz- bzw. Holzwerkstoffmengen eruiert werden. Dieses Erhebungsmodell kann nun auf alle Konstruktionsformen und Erhebungsjahre angewendet und die Einzelergebnisse aufsummiert werden.

Zusätzlich wurden mit einer ähnlichen Vorgehensweise die verbauten Holz- und Holzwerkstoffmengen von Dachstühlen der Massiv-Einfamilienhäuser (nicht in Holzbauweise) ermittelt.

Nach der Anwendung des Erhebungsmodells auf alle Konstruktionsformen von Einfamilienhäusern in Holzbauweise und von Dachstühlen von Häusern in Massivbauweise (nicht Holzbauweise) für die Erhebungsjahre 1998 bis 2008 und der Aufsummierung dieser Daten konnte folgendes Ergebnis ermittelt werden:

**In den Jahren 1998 bis 2008 wurden ca. 3.000.000 m<sup>3</sup> Holz und 750.000 m<sup>3</sup> Holzwerkstoffe für tragende Zwecke bei Einfamilienhäusern eingesetzt.**

Die Betrachtung der Daten über die Zeitachse von 1998 bis 2008 zeigt, dass ein starker Zusammenhang zwischen Baukonjunktur und Holzverbrauch herrscht. Ab dem Jahr 2001 konnte eine stetige Steigerung des Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauchs verzeichnet werden. Dies ist einerseits auf die Zunahme der Bautätigkeiten bei Einfamilienhäusern zurückzuführen und andererseits durch die Steigerung des Holzbauanteils zu erklären (Abb. D-9).



**Abb. D-9:** Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauch und die Anzahl der bewilligten Einfamilienhäuser (gesamt und Holzbauten) im Zeitraum 1998 - 2008

**D-4.2.2 Prüfung der Datenintegration in das GWR**

Mit Hilfe des GWR (Gebäude- und Wohnungsregister) konnte in der Vergangenheit nur bedingt das vorangehend beschriebene Modell umgesetzt werden. Es war notwendig, den Holzbauanteil der Gebäude durch eine eigene Erhebung zu ermitteln.

Aufbauend auf den Erfahrungen der ersten Betriebsjahre im Probetrieb wurde ein neues Adress-GWR II entwickelt. Neben einer Verbesserung der Verwendbarkeit und einer Aktualisierung des technischen Standards wurden auch inhaltliche Adaptierungen vorgenommen (Tab. D-5). Die Inbetriebnahme des Adress-GWR II erfolgte am 29. März 2010.

**Tab. D-5:** Informations- bzw. Datenaufbereitung des GWR I bzw. AGWR II

	<b>GWR I</b> (eingesetzt bis März 2010)	<b>AGWR II</b> (eingesetzt ab April 2010)
Regional zuordenbar (nach Bundesländer oder Bezirke)		
Informationen zu den Gebäudedimensionen (z.B. Bruttogeschossfläche, umbautes Volumen,...)		
Unterscheidung in Gebäudekategorien (Nutzung) (z.B. Ein- und Mehrfamilienhaus, landw. Zweckbauten, Gewerbebauten, ...)	 	
Energiekennzahl	 	
Informationen zur Bauweise (Massiv- oder Holzbauweise)		 
Energiebereitstellung (für Heizung oder Warmwasser)		
Weitere Gebäudeinformationen (z.B. Fassadengestaltung, Fensterwahl, Innenausstattung, ...)		

Um eine Ermittlung des Holz- und Holzwerkstoffverbrauchs bis 2010 zu ermöglichen, ist das hier angeführte Modell gangbar. Daten zu den Gebäudedimensionen, wie Bruttogeschossfläche, können aus dem GWR auch für bereits vergangene Jahre eruiert werden. Die Erhebung der Holzbauquote muss in einem eigenen Schritt durchgeführt werden. Weiters ist auf Basis des GWR keine genaue Unterscheidung der Gebäude- bzw. Nutzungskategorien möglich, auch diese müssten im Rahmen der Holzbauanteilbestimmung ermittelt werden.

Mit Einführung des neuen AGWR II (ab April 2010) ist eine erweitere Datenlandschaft vorhanden. Aus Sichtweise dieser Studie wäre eine genauere Beschreibung der Bauweise (derzeit wird nur in Stahl, Stahlbeton, Ziegel und Holz unterschieden) von Vorteil, da sich der Holzverbrauch innerhalb der unterschiedlichen Bauweisen in Holz stark unterscheidet. Zusätzliche Gebäudeinformationen (wie Fensterwahl oder Innenausstattungen) würden eine Materialverbrauchserhebung deutlich erleichtern.

### **D-4.3 Arbeitspaket 3 - Einbindung der Holzverarbeitenden Industrie**

Neben den geplanten Vorgesprächen, welche den Weg zu einem abschließenden Stakeholderworkshop effizient ebnen sollten, wurde entschieden, eine probeweise schriftliche Befragung ausgewählter Unternehmen im Rahmen einer studentischen Arbeit (Bliem et al., 2013) durchzuführen, um mögliche Reaktionen im Vorfeld studieren zu können.

#### **D-4.3.1 Befragung von Unternehmen**

Um Aussagen über den Holzeinsatz in der Baubranche tätigen zu können, sollten große Firmen der Holzindustrie um Betriebsdaten gebeten werden. Dabei ging es konkret um den Marktanteil, um die Menge an verarbeitetem Holz und Betriebsdaten, die je nach Sektor unterschiedlich sind. Diese waren:

##### **1. Fertighaus-Sektor**

- Wie viele Häuser haben Sie im letzten Jahr in Österreich gebaut?
- Wie viele Landwirtschafts-/Industrie-/Gewerbebauten (Objektbauten) aus Holz haben Sie im letzten Jahr gebaut?
- Wie viel Massivholz/KVH/Spanplatten/OSB/MDF/Dämmstoffe (holzbasiert) wurden für die Häuser bzw. Objektbauten im letzten Jahr verwendet?
- Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in diesen Sektoren (Fertighausbau und Objektbau) schätzen?

*Angeschrieben wurden folgende Unternehmen: Haas Fertighaus, Wolf System, KLH, StoraEnso – CLT, Binderholz, Mayr-Melnhof - BSP*

##### **2. Fußboden-Sektor**

- Wie viel m<sup>3</sup> Laubholz und wie viel m<sup>3</sup> Nadelholz wurden im letzten Jahr in der Produktion eingesetzt (Input)?
- Wie hoch ist die durchschnittliche Ausbeute (Endprodukt/Input-Menge)?
- Wie hoch ist der Anteil, der für den österreichischen Markt produziert wurde?

*Angeschrieben wurden folgende Unternehmen: Weitzer-Parkett, STIA*

##### **3. Do-It-Yourself-Bereich**

- Wie viel m<sup>3</sup> OSB/Spanplatten/MDF/Massivholzplatten/Massivholz (Latten, Bretter...) wurden in Österreich im vergangenen Jahr verkauft?
- Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in diesem Bereich schätzen?

*Angeschrieben wurden folgende Händler: Hornbach, Bauhaus, Obi, Baumax, Hagebau*

##### **4. Fenster und Türen-Sektor**

- Wie viel m<sup>3</sup> Nadelschnittholz und wie viel m<sup>3</sup> Laubschnittholz haben Sie im letzten Jahr verarbeitet (Input)?
- Wie hoch ist die durchschnittliche Ausbeute (Holzmenge im Endprodukt/Input)?
- Wie hoch ist Ihr Exportanteil?

- Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in Österreich schätzen?

*Angeschrieben wurden folgende Unternehmen: Gaulhofer, Josko, Internorm, Katzbeck, Bruckner*

Es wurde versucht, in jedem Betrieb eine geeignete Ansprechperson zu finden. Es wurden Mitarbeiter aus dem Bereich Vertrieb, Geschäftsführung oder PR angeschrieben. Mit folgenden Sätzen sollte den Firmen die Sorge der Datenweitergabe genommen werden, um eine höhere Antwortquote zu erreichen:

“Die von Ihnen gesendeten Daten werden natürlich vertraulich behandelt und sollen Grundlage für eine Abschätzung sein. Sie werden in der Endfassung der Arbeit nicht Ihrem Unternehmen zuordenbar sein. Es soll lediglich versucht werden, den gesamten Materialfluss (Holz und Holzwerkstoffe), der in den Holzbau geht, darzustellen.”

Das Problem bei dieser Herangehensweise war, wie erwartet, die geringe Rücklaufquote von Antworten. Aus manchen Sektoren kamen gar keine Antworten, aus anderen nur ein oder zwei, was für eine Hochrechnung auf die Marktsituation bei weitem unzureichend ist. Da das Zusammentragen der Daten im Betrieb (aus Rechnungen und anderen Produktionsaufzeichnungen) mit einem Zeitaufwand verbunden ist, gab es für viele Betriebe keinen ausreichenden Anreiz, Informationen zu liefern. Des Weiteren ist es sehr schwer, alle Kleinbetriebe (Bautischlereien für Fenster, Zimmerer...) miteinzuberechnen. Das wäre nur pauschal über Zahlen der Innungen möglich, die jedoch nicht vorhanden sind. Auch Holz, das in Schwarzarbeit verbaut wird, oder Holz, das aus dem eigenen Betrieb (z.B. in der Landwirtschaft) stammt, ist für diesen Ansatz nicht greifbar.

#### **D-4.3.2 Antworten der Unternehmen**

Als Beispiel seien hier die Antworten jener fünf Unternehmen angeführt, die auf die Anfrage reagiert haben, von anderen angeschriebenen Unternehmen gab es auch auf Nachfrage keine Antworten.

#### **Firma I - Fertighaus-Sektor/BSP**

Wie viele Häuser haben Sie im letzten Jahr in Österreich gebaut?

*Die Frage ist in dieser Form gestellt, schwer zu beantworten. Wodurch definiert sich ein Haus. Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Objektbau... In Summe haben wir im Jahr 2012 870 Projekte in AUT realisiert. Ein Einfamilienhaus fällt in der Regel in die Kategorie 1 oder 2. Tendenziell werden EFH immer größer – zw. 50 und 80 m<sup>3</sup>. In Ausnahmefällen auch darüber.*

Wie viele Objektbauten aus Holz haben Sie im letzten Jahr gebaut?

*Siehe Frage 1. Eine genaue Abgrenzung ist schwer möglich. Wann beginnt ein Objektbau – ab 100 m<sup>3</sup> oder erst ab 200 m<sup>3</sup>. Kindergärten, Schulen, Altersheime oder Wohnbauten fallen auf jeden Fall in der Regel in diese beiden Größenkategorien.*

Wie viel CLT/Massivholz/KVH/BSH/Spanplatten/OSB/MDF/Dämmstoffe (holzbasiert) wurden für die Häuser bzw. Objektbauten im letzten Jahr verwendet?

*CLT: 29.332 m<sup>3</sup>*

*KVH: 18.659 m<sup>3</sup>*

*DUO / TRIO: 2.173 m<sup>3</sup>*

*Scantling, Laths: 1.323 m<sup>3</sup>*

Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in diesen Sektoren (Fertighausbau und Objektbau) schätzen?

*Es liegen keine Zahlen vor. Lassen Sie mich es so sagen – wir haben noch sehr viel Potential uns nach oben zu entwickeln. Ich gehe von einem kleinen einstelligen %-Wert aus.*

### **Firma II - Fertighaus-Sektor/BSP**

*Genauere Zahlen haben wir leider keine, aber überschlagsmäßig schaut's folgendermaßen aus: Total Verkauft ca. 80.000m<sup>3</sup>, davon Österreich ca. 30.000m<sup>3</sup>*

*Durchschnitts Projekt: 40m<sup>3</sup>*

*Das heißt ca. 600-700 EFH bzw. nur deren Decke (ich schätze dass bei ca. 1/3 nur die Decke gemacht wurde)*

*Objektbau ist in Österreich eher weniger, das waren knapp 10 Projekte.*

### **Firma III - Fertighaus-Sektor/BSP**

*Produktion 2012: 50.000 m<sup>3</sup> Brettsperrholz am Standort*

### **Firma IV - Fertighaus-Sektor/BSP**

Wie viele Häuser haben Sie im letzten Jahr in Österreich gebaut?

*Da wir ein reiner Produktionsbetrieb sind und unsere Platten ausschließlich an Zimmer- und Holzbaubetriebe verkaufen, kann diese Frage nicht beantwortet werden. Unser Dienstleistungsangebot reicht von der technischen und statischen Beratung über die Entwicklung von projektspezifischen Details bis hin zur Produktion und Lieferung der passgenauen Elemente. Die fertig zugeschnittenen BSP-Massivholzelemente werden just in time auf die Baustelle geliefert und dort von fachkundigen Holzbaubetrieben oder Baufirmen in kürzester möglicher Bauzeit mittels Baukran montiert.*

Wie viele Objektbauten aus Holz haben Sie im letzten Jahr gebaut?

*siehe vorherige Antwort*

Wie viel Kreuzlagenholz/Massivholz/KVH/BSH/Spanplatten/OSB/MDF/Dämmstoffe (holzbasierend) wurden für die Häuser bzw. Objektbauten im letzten Jahr verwendet?

*verkaufte Vorjahresmenge 581.000 m<sup>2</sup>*

Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in diesen Sektoren (Fertighausbau und Objektbau) schätzen?

*Marktanteil Fertighausbau ~ 10 % Marktanteil Einfamilienhäuser generell ~ 30 % Marktanteil Objektbau ~ 70 %*

### **Firma V - Fenster- und Türen-Sektor**

Wie viel m<sup>3</sup> Nadelholz und wie viel m<sup>3</sup> Laubholz haben Sie im letzten Jahr verarbeitet (Input)?

*Rund 8.000m<sup>3</sup> Nadelholz, kein Laubholz.*

Wie hoch ist die durchschnittliche Ausbeute (Holzmenge im Endprodukt/Input)?

*55%*

Wie hoch ist Ihr Exportanteil?

*38%*

Wie hoch würden Sie Ihren Marktanteil in Österreich schätzen?

*9%*

### **D-4.3.3 Vorgespräche als Endpunkt**

Als Hauptgesprächspartner für die Vorgespräche wurde der Fachverband der Holzindustrie gewählt, da dieser sowohl die Säge- als auch die Plattenindustrie vertritt und damit alle für HWP wesentlichen Industriezweige abdeckt. Es wurden drei intensive Vorgespräche (16., 19., 23.4) mit Herren DI Handl und Mag. Lechner geführt, dabei zeigte sich:

#### **1. Unsicherheit und Skepsis in der Industrie ist bezüglich der Anrechnung von HWP sehr hoch**

Das Thema HWP ist für die Betroffenen noch recht neu. Es musste daher in den Gesprächen viel Zeit mit der Erklärung der Hintergründe, dem Stand der Entwicklung, den Regeln der Anrechnung und möglichen Auswirkungen verbracht werden. Dabei konnten einerseits großes Interesse für die Thematik und andererseits auch relativ große Vorbehalte wahrgenommen werden.

Auch wenn die Anrechnung rein auf nationalstaatlicher Ebene erfolgt, gibt es Befürchtungen, dass ein Verfehlen von positiven Anrechnungseffekten einen unmittelbaren negativen Niederschlag auf die Industrie haben könnte. Diese Ängste und Sorgen überwiegen überraschenderweise teilweise deutlich die möglichen Chancen, welche sich für die gesamte Industrie durch die Anrechnung ergeben könnten. Die Branchenvertreter erwarten nur sehr bedingt, dass sich durch das gesteigerte politische Interesse an Holzprodukten die wirtschaftliche Situation für ihre Produkte verbessert. Auch einer gewissen Entschärfung der Konkurrenzsituation zur energetischen Nutzung von Holz stehen die Industrievertreter skeptisch gegenüber. Insbesondere die möglichen negativen Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Importholz (der Anreiz das Rohholz in den Ursprungsländern zu halten steigt) stimmen die Industrievertreter negativ.

Mehr Information und fundierte Einschätzungen möglicher Auswirkungen konnten als wichtige Voraussetzungen für eine mögliche groß angelegte Stakeholderbeteiligung identifiziert werden. Anfang 2014 sollten erste Abschätzungen der Wirkungen der Anrechnung von HWP vorliegen. Eine entsprechende Informationsveranstaltung könnte dann großes Interesse bei der Industrie hervorrufen und für einen Stakeholderworkshop genutzt werden. Auswirkungen auf mögliche Rohholzimporte sind deutlich schwerer abschätzbar und müssten in einem eigenen Vorprojekt untersucht werden – dazu gibt es Gespräche mit dem Fachverband der Holzindustrie.

#### **2. Vorhanden sind Daten vom Wald zum Werk**

Über die Holzströme vom Wald zum Werk sind am ehesten konsistente Daten zu erwarten. Der Arbeitskreis Holzflusssteuerung der Kooperationsplattform Forst-Holz-Papier hat in den letzten Jahren diesbezüglich eine Verbesserung des Datenaustauschs erreicht, diese könnten zur Verfügung gestellt werden. Im Wesentlichen wurden diese Daten aber bereits von Lang und Nemestothy (2012) erfasst und veröffentlicht. In den nächsten Monaten wird es aufgrund der neuen EU-Holzverordnung unter Umständen auch noch zu weiteren Verbesserungen kommen. Gewisse Datenlücken (Black Box) zwischen Holzeinschlagsmeldung und Holzverarbeitung sind aller Voraussicht nach auch mit diesen Daten nicht zu schließen. Letztlich sind die Daten dieses Abschnitts für die Anrechnung von HWP auch von relativ geringer Bedeutung.

#### **3. Daten über die Holzflüsse vom Werk zum Werk**

Solche Daten sind laut Fachverband der Holzindustrie derzeit aggregiert nicht vorhanden und müssten von einzelnen Unternehmen kommen (Datentreuhandschaft voraus-

gesetzt). Eine vollständige Teilnahme aller Unternehmen wird von den Branchenvertretern als unwahrscheinlich bis unmöglich erachtet.

Aufgrund der derzeit äußerst angespannten wirtschaftlichen Situation in der österreichischen Sägeindustrie raten die Experten derzeit von der Durchführung eines entsprechenden Workshops eher ab.

#### **4. Andere wichtige Daten (z.B. historisch – Lager, Lebensdauer) sind nicht verfügbar**

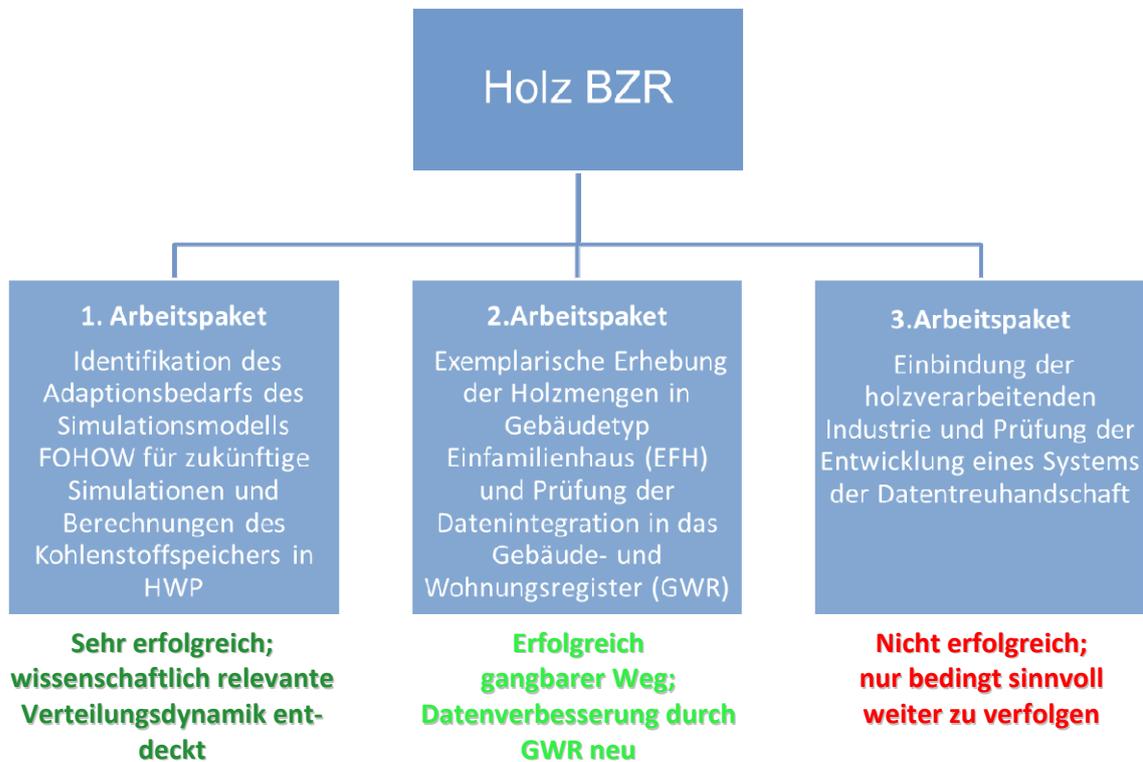
Laut Herrn Mag. Lechner ist es nicht möglich, eine genaue Aussage über den Verbleib von Holz im Baubereich zu machen. Es wurden bereits einige Institute europaweit mit dieser Fragestellung beauftragt, sie konnten jedoch keine brauchbaren Ergebnisse liefern. Als Hauptgrund dafür führt Herr Mag. Lechner den Do-it-yourself Sektor in Form der Baumärkte an, der einen wesentlichen Anteil am Gesamtmarkt trägt, aber nicht erhoben werden kann. Im Weiteren führte Herr Mag. Lechner an, dass eine mengenmäßige Aufgliederung zwischen dekorativer und konstruktiver Holzverwendung nicht möglich ist.

Die Durchführung des geplanten Stakeholder-Workshops ist im Rahmen der Projektlaufzeit daher aus zwei Gründen nicht zielführend:

1. der Zeitpunkt ist ungünstig (zu früh für das Thema HWP, schlechte Situation der Industrie, Einführung der EU Holzverordnung);
2. die erhofften Daten bzw. ihre Qualität wird kaum jene aus AP 1 und AP 2 übertreffen.

## D-5 Schlussfolgerungen

Für die drei unterschiedlichen Arbeitspakete des Projekts können abschließend Bewertungen hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Anwendbarkeit für ein zukünftiges Berichtswesen gegeben werden (Abb. D-10).



**Abb. D-10:** Bewertung der Ergebnisse des Projekts nach Arbeitspaketen

Die Adaption des FOHOW ist mit einfachen Input-Output-Ansätzen machbar und erlaubt damit eine relative exakte Abschätzung der Entwicklungen hinsichtlich der Kohlenstoffspeicherung in HWP. Die vorliegenden Daten aus nationalen Statistiken, Analogieschlüssen von Studien aus anderen Ländern und den Ergebnissen aus AP 2 ermöglichen eine weitere Verfeinerung und Validierung der im ersten Schritt generierten Input-Output-Tabelle. Mittelfristig sollte diese Input-Output-Tabelle ökonomischen Schätzungen weichen, dies könnte in zirka fünf Jahren möglich sein. Bis dahin wird die Analyse der Entwicklung bei der durchschnittlichen gewichteten Half-Life zur Datenverbesserung beitragen (Diplomarbeit Winner).

Die exemplarische Erhebung der Holzmengen in Einfamilienhäusern konnte ebenfalls erfolgreich durchgeführt werden. Damit steht ein weiteres Werkzeug zur Datenverbesserung, insbesondere auch für historische Daten zur Verfügung. Mittelfristig wäre es daher möglich, die Zahl der Gebäudetypen und Baujahre zu erhöhen und in der Folge mit dem GWR vollständige Hochrechnungen zu betreiben. Die Ergebnisse solcher Hochrechnungen sind wahrscheinlich die einzige kosteneffiziente Möglichkeit Rückschlüsse auf die Richtigkeit der internationalen Annahmen zur Modellierung des historischen HWP-Pools für Österreich zu erlangen.

Einzig die Ergebnisse des AP 3 bleiben deutlich hinter den Erwartungen zurück. Während die Bereitschaft der Industrie mittelfristig verbessert werden kann, wurde der Eindruck gewonnen, dass die dort verfügbaren Daten kaum zu wesentlichen Datenverbesserungen führen werden. Da die Akzeptanz der Industrie für die Anrechnung von HWP

trotzdem als wichtig erachtet werden kann und eine Verbesserung der Datenverfügbarkeit auch langfristig verfolgt werden muss, erscheint die Abhaltung einer Informationsveranstaltung nach Vorliegen erster Wirkungsabschätzungen trotzdem eine erstrebenswerte Maßnahme, welche in Kooperation mit dem Umweltbundesamt für das Jahr 2014 geplant ist.

## Literaturverzeichnis

- Allinger-Csolich, W.; Hackl, J.; Heckl, F.; Hochbichler, E.; Schwarzbauer, P. und Schwarzl, B., 2000. Papierrecycling – Wald. Papierrecycling – Forstwirtschaft – Wald: Darstellung möglicher Zusammenhänge; im Besonderen Kapitel 3: Beschaffungs- und Absatzmärkte der Zellstoff-, Holzstoff- Papier- und Papperezeugenden Industrie. UBA Monographien M-131, Vienna
- Baur, 2003. Study: The possible contribution of the Austrian Forest Sector to climate change policies and implications of the Kyoto-Protocol, Wood K plus, Vienna, 111
- Bilitewski B. und Mantau U., 2005. Stoffstrom-Modell-Holz – Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten. Celle: Forschungsbericht für den Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (VDP)
- Bliem, P., Gass, G., Matz, P., Morawetz, J., Nothdurfter, M. und Salzger, E., 2013. Holzflüsse – Holzverwendung: Einsatz von Holz in Produkten, Seminararbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 39
- BUNDESAMT FÜR ENERGIE – BFE und BUNDESAMT FÜR UMWELT – BAFU, 2010. Holz als Rohstoff und Energieträger – Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien – Schlussbericht. Bern: Selbstverlag.
- BUNDESAMT FÜR STATISTIK – BFS, 1998). Studie über die zweite Holzverarbeitungsstufe in der Schweiz 1995. Bern: Selbstverlag.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT – BUWAL, 1998. Endverbrauch des Holzes in der Schweiz 1996. Bern: Selbstverlag.
- Dewhurst, J.H. [Hrsg.], 1991. Regional input-output modeling- new developments and interpretations. Aldershot, Avebury, 272 S., ISBN 1-85628-119-1
- Eggers, T., 2002. The Impacts of Manufacturing and Utilization of Wood Products on the European Carbon Budget, EFI, Internal Report 9, 90
- Fleissner, P., 1993. Input-Output-Analyse - eine Einführung in Theorie und Anwendungen, Wien: Springer, IX, 375 S., ISBN 0-387-82435-9
- Han, F.X.; Lindner, J.S. und Wang, C., 2007. Making carbon sequestration a paying proposition, *Naturwissenschaften* 94:170-182
- Lang, B. und Nemestothy, K., 2012. Holzströme in Österreich 2010. klima:aktiv energieholz / Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency, FHP Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2
- Lechner, D.: mündliche Mitteilung vom 22. April 2013.
- Nemestothy, K., 2011. Holzströme in Österreich 2009 – Stand Juli 2011. In: Biomasseverband (2011): Basisdaten 2011 – Bioenergie.
- Pingoud, K.; Perälä, A.-L.; Soimakallio, S. und Pussinen, A., 2003. Greenhouse gas impacts of harvested wood products. Evaluation and development of methods. VTT Research Notes 2189, 138
- Schwarzbauer, P. und Rametsteiner, E., 2001. The Impact of SFM-Certification on Forest Product Markets in Western Europe – an Analysis Using a Forest Sector Simulation Model. *Forest Policy and Economics* 2 pp. 241-256
- Schwarzbauer, P. und Stern, T., 2010. Energy vs. Material: Uses of Wood Biomass - Economic Impacts of Alternative Scenarios for the Forest-based Sector in Austria. *Forest Policy and Economics* 1, pp. 31-38
- Schwarzbauer, P., 1989. Modellstudie über die Folgen eines EG-Beitritts für die österreichischen Holzmärkte. *Internationaler Holzmarkt* Nr. 22, S. 7-10 und Nr. 23, pp. 13-15

- Schwarzbauer, P., 1993. Der österreichische Holzmarkt im Modell. EG - Waldsterben - Zellstoffmarkt. Schriftenreihe des Instituts für forstliche Betriebswirtschaft und Forstwirtschaftspolitik, Bd. 17, Universität für Bodenkultur, Vienna.
- Schwarzbauer, P.; Stern, T. und Koch, S., 2011. Assessment of Wood Supply and Demand in Austria until 2020. Lebensministerium, 17
- Schwarzbauer, P.; Weinfurter, S.; Stern, T. und Koch, S., 2013. Economic crises: Impacts on the forest-based sector and wood-based energy use in Austria. FOREST POLICY ECON. 2013; 27: 13-22
- Statistik Austria, 2013a. Gebäude- und Wohnungsregister, [http://www.statistik.at/web\\_de/services/adress\\_gwr\\_online/index.html](http://www.statistik.at/web_de/services/adress_gwr_online/index.html)
- Statistik Austria, 2013b. Konjunkturstatistik im Produzierenden Bereich 2011 - Band 2: Produktionsergebnisse nach (Ö)CPA 2008 und ÖPRODCOM. at: [http://www.statistik.at/web\\_de/services/publikationen/9/index.html](http://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/9/index.html) (06.03.2013).
- Statistik Austria, 2013c. Gütereinsatzstatistik. at: <http://statcube.at/superwebguest/autoLoad.do?db=deprogue1> (06.03.2013).
- Stern, T., 2008. Contribution of the Austrian Forest Sector to Climate Change Policies - Industrial Marketing Implications. In: UNECE/FAO Timber Section, Proceeding of the Workshop on Harvested Wood Products in the Context of Climate Change Policies, Editor: Sebastian Hetsch, 45
- Stern T., Kraus C., Huber W. und Schwarzbauer P. (2009): Grundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von Harvested Wood Products (HWP) – Bereitstellung und Bewertung von Informationsgrundlagen für den Entscheidungsprozess und das Reporting von HWP. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 47
- Stingl, R., Zukal, M.L. und Teischinger, A., 2011. Der Holzbauanteil in der Bundeshauptstadt Wien. proHolz Austria - Arbeitsgemeinschaft der öst. Holzwirtschaft, 140
- Stoll-Kleemann, S. [Hrsg.], 2006. Stakeholder dialogues in natural resources management - theory and practice, Berlin [u.a.]: Springer, XXVIII, 386 S., ISBN 978-3-540-36916-5
- Verordnung (EG) Nr. 1165/98;1998, VERORDNUNG DES RATES vom 19. Mai 1998 über Konjunkturstatistiken, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 162/1
- Weimar, H., 2011. Der Holzfluss in der Bundesrepublik Deutschland 2009 Methode und Ergebnis der Modellierung des Stoffflusses von Holz. Hamburg: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
- Wimmer, 1992. Can increasing wood consumption help to mitigate the CO<sub>2</sub>-problem in Austria? (in German), "Holzforschung und Holzverwertung, 44(4):59-61
- Wooldridge, J.M., 2000. Introductory Econometrics – A Modern Approach, South-Western College Publishing, Michigan, 824

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungen

Abb. D-1: Beispiel für eine kaskadische Nutzung von Holz .....	6
Abb. D-2: Struktur des Projekts .....	9
Abb. D-3: Ablaufplan des Projekts .....	10
Abb. D-4: Die generelle Struktur des FOHOW Modells .....	11
Abb. D-5: Verteilung der Halbprodukte (Außen) zu den Weiterverarbeitungskategorien (Innen) .....	15
Abb. D-6: Zeitlicher Verlauf der nach Verwendung und Mengen gewichteten durchschnittlichen Half-Lifes der in Österreich hergestellten Holzprodukte .....	17
Abb. D-7: Holzbauanteil (bezogen auf die Anzahl der Bauvorhaben, die Nutzfläche = Bruttogeschoßfläche und das umbaute Volumen) von Einfamilienhäusern in Österreich (li) und die Art der Konstruktionsformen von Einfamilienhäusern in Holzbauweise (re) (Quelle: Stingl et al. 2011) .....	19
Abb. D-8: einfacher Holzauzug eines Einfamilien-Blockhauses .....	21
Abb. D-9: Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauch und die Anzahl der bewilligten Einfamilienhäuser (gesamt und Holzbauten) im Zeitraum 1998 – 2008 .....	22
Abb. D-10: Bewertung der Ergebnisse des Projekts nach Arbeitspaketen .....	29

### Tabellen

Tab. D-1: Input-Output-Tabelle auf Basis nationaler Statistiken für das Jahr 2011 .....	14
Tab. D-2: Analogieschluss zur Abschätzung der im Bau eingesetzten Holzmengen (Bliem et al., 2013) .....	16
Tab. D-3: 2005 bis 2011 bewilligte Wohnungen in neuen Wohngebäuden und bewilligte Bruttogeschoßflächen neuer Gebäude (Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2012) ...	20
Tab. D-4: Zusammenfassung des Holz- bzw. Holzwerkstoffverbrauches bei Einfamilienhäusern in Holzbauweise, bezogen auf die Bruttogeschoßfläche (BGFI) und unterteilt in die gängigsten Konstruktionsformen im Holzbau .....	21
Tab. D-5: Informations- bzw. Datenaufbereitung des GWR I bzw. AGWR II .....	23