



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Energie BFE  
Bundesamt für Umwelt BAFU

Mai 2010

---

# **HOLZ ALS ROHSTOFF UND ENERGIETRÄGER**

## Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien

---

### **Schlussbericht**

---

**Auftraggeber:**

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen  
Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel. +41 31 322 56 11; Fax +41 31 323 25 00

Bundesamt für Umwelt BAFU, Worbletalstrasse 68, CH-3063 Ittigen  
Postadresse: CH-3003 Bern  
Tel.: +41 31 322 93 11; Fax: +41 31 322 99 81

**Auftragnehmer:**

Bernhard Pauli, Patric Bürgi, Stefan Brühlhard, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen, [www.shl.ch](http://www.shl.ch)  
Oliver Thees, Renato Lemm, Christian Rosset, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)

**Begleitgruppe:**

Lukas Gutzwiller, Leitung, Bundesamt für Energie BFE  
Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie BFE  
Rolf Gurtner, Bundesamt für Umwelt BAFU  
Ulrike Krafft, Bundesamt für Umwelt BAFU  
Urs Amstutz, Waldwirtschaft Schweiz  
Urs Brändli, WSL, Landesforstinventar  
Matthias Dieter, Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg  
Werner Riegger, IG Industrieholz  
Christoph Rutschmann, Holzenergie Schweiz  
Reto Sauter, Forstverwaltung der Bürgergemeinde Liestal  
Hansruedi Streiff, Holzindustrie Schweiz

Bezugsort der Publikation: [www.ewg-bfe.ch](http://www.ewg-bfe.ch) und [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

[www.umwelt-schweiz.ch/aktionsplan-holz](http://www.umwelt-schweiz.ch/aktionsplan-holz) > Projektübersicht und Ergebnisse > weitere Informationen (rechts)

Projekt Nr.: 102178

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprogramms "Energiewirtschaftliche Grundlagen" des Bundesamts für Energie BFE erstellt.

Für den Inhalt ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

# I Inhaltsverzeichnis

I Zusammenfassung .....	8
1 Ausgangslage und Zielsetzung .....	10
1.1    Einleitung und Beschreibung der Ausgangssituation .....	10
1.2    Projektziele .....	11
2    Überblick über schweizerische und internationale Holzmärkte .....	13
2.1    Vorgehen bei der Erarbeitung .....	13
2.2    Berechnungen .....	14
2.3    Überblick über die Schweizer Holzmärkte .....	14
2.3.1    Entwicklung des Schweizer Waldholzmarktes .....	15
2.3.1.1    Gesamtholzmarkt .....	15
2.3.1.2    Nadel- und Laubholzmarkt .....	15
2.3.1.3    Sortimentsentwicklung .....	17
2.3.1.4    Stammholzmarkt .....	18
2.3.1.5    Industrieholzmarkt .....	19
2.3.1.6    Energieholzmarkt .....	20
2.3.2    Sonstige Holzmärkte .....	22
2.3.2.1    Flurholzmarkt .....	22
2.3.2.2    Altholzmarkt .....	22
2.3.2.3    Plantagenholzmarkt .....	23
2.3.2.4    Restholzmarkt .....	23
2.3.3    Aussenhandel der Schweiz mit Holz .....	24
2.4    Überblick über ausgewählte internationale Holzmärkte .....	28
2.4.1    Gesamtüberblick Waldholzmärkte nach Kontinenten .....	28
2.4.2    Der Europäische Waldholzmarkt im Überblick .....	30
2.4.2.1    Allgemeine Entwicklung .....	30
2.4.2.2    Grossregionen Europas .....	32
2.4.2.3    Vergleich ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz .....	33
2.5    Künftige Entwicklung der internationalen Waldholzmärkte .....	38
2.5.1    Allgemeine Trends .....	38
2.5.2    Globale Entwicklungen .....	38
2.5.3    Entwicklung in Europa .....	40

2.5.4	Entwicklung auf den internationalen Waldholzmärkten .....	40
2.5.4.1	Stammholzproduktion .....	40
2.5.5	Industrieholzproduktion .....	42
2.5.6	Energieholzproduktion .....	44
2.6	Zusammenfassende Beurteilung der Holzmärkte .....	46
2.6.1	Holzmärkte der Schweiz .....	46
2.6.2	Internationale Holzmärkte .....	47
3	Die Stoffflussmatrix 2005 als Ausgangspunkt der Modellierung .....	48
3.1	Vorgehen bei der Erarbeitung .....	48
3.2	Matrixstruktur und Datenbasis .....	48
3.2.1	Aufbau der Stoffflussmatrix .....	48
3.2.2	Untersuchte Branchen und Holzprodukte .....	49
3.2.3	Datenquellen .....	52
3.2.4	Abgrenzung des Waldholzes und Umrechnungsfaktoren .....	53
3.2.5	Herleitung Waldholzmengen .....	53
3.2.6	Herleitung der nicht aus dem Wald resultierenden Holzmengen .....	55
3.3	Ergebnisse der Stoffflussmatrix 2005 .....	56
3.3.1	Holzproduktion in der Schweiz .....	56
3.3.2	Inlandproduktion .....	57
3.3.2.1	Waldholz .....	58
3.3.2.2	Sonstiges Holz .....	58
3.3.2.3	Energieholz .....	59
3.3.3	Inlandverbrauch .....	60
3.3.4	Import und Export .....	63
3.4	Inkonsistenzen .....	65
3.4.1	Waldholz .....	65
3.4.2	Mögliche Ursachen der Inkonsistenzen .....	68
3.5	Fazit .....	69
4	Analyse des Schweizer Holzmarktes .....	70
4.1	Vorgehen bei der Marktanalyse .....	70
4.2	Methodik .....	70
4.3	Analyse des Schweizer Waldholzmarktes .....	71



---

4.3.1	Märkte .....	71
4.3.2	Preisbildung .....	71
4.3.3	Waldholzmarktmodell.....	72
4.3.4	Vermutete Marktstruktur .....	73
4.3.4.1	Empirische Überprüfung der vermuteten Marktstruktur.....	77
4.3.4.2	Ergebnisse der empirische Analyse der Teilmärkte .....	77
4.3.4.3	Analyse des Gesamtmarktes.....	79
4.3.4.4	Ergebnisse der Gesamtmarktanalyse.....	80
4.4	Analyse der sonstigen Rohholzmärkte in der Schweiz .....	84
4.4.1	Flurholzmarkt .....	84
4.4.2	Plantagenholzmarkt .....	85
4.4.3	Altholzmarkt .....	85
4.4.4	Restholzmarkt .....	86
4.5	Fazit .....	87
5	Modelle zur Darstellung von Angebot und Nachfrage auf dem Schweizer Holzmarkt.....	89
5.1	Vorgehen bei der Erarbeitung.....	89
5.2	Methode .....	89
5.3	Übersicht Modellvarianten .....	90
5.4	Ökonometriegestütztes Modell .....	91
5.4.1	Ausgangsbasis der Modellierung.....	91
5.4.2	Verwendete Elastizitäten .....	91
5.4.2.1	Waldholzmarkt .....	91
5.4.2.2	Sonstige Rohholzmärkte.....	94
5.4.3	Modellgrenzen .....	94
5.4.4	Grundlegende Funktionsweise des Modells .....	96
5.4.5	Modellierung Waldholzmarkt.....	98
5.4.5.1	Mengenberechnung.....	98
5.4.5.2	Dekomposition .....	102
5.4.5.3	Preisberechnung.....	105
5.4.6	Modellierung sonstige Rohholzmärkte.....	105
5.4.6.1	Mengenberechnung.....	105
5.4.6.2	Dekomposition .....	106



---

5.4.6.3	Preisberechnung.....	107
5.4.7	Aussenhandel .....	108
5.4.7.1	Import.....	108
5.4.7.2	Exporte.....	108
5.4.7.3	Zusammenhang Aussenhandel und Schweizer Holzmarkt .....	109
5.5	Expertengestütztes Modell.....	110
5.5.1	Datenbasis und Elastizitäten.....	110
5.5.2	Modellierung Waldholzmarkt.....	112
5.5.2.1	Mengenberechnung.....	112
5.5.2.2	Dekomposition .....	113
5.5.2.3	Preisberechnung.....	113
5.6	Fazit .....	114
6	Bildung von Szenarien .....	115
6.1	Vorgehen bei der Erarbeitung.....	115
6.2	Methode .....	115
6.3	Ergebnisse der Szenarien.....	121
6.3.1	Szenario 1: Trendszenario.....	121
6.3.1.1	Szenariobeschrieb .....	121
6.3.1.2	Ergebnisse der Trendprojektion.....	121
6.3.1.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	123
6.3.1.4	Fazit .....	125
6.3.2	Szenario 2: Anstieg der Energiekosten.....	126
6.3.2.1	Szenarioformulierung.....	126
6.3.2.2	Ergebnisse der Einflussanalyse.....	127
6.3.2.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	128
6.3.2.3.1	Variante Anstieg um 25% .....	128
6.3.2.3.2	Variante Anstieg um 50% .....	131
6.3.2.4	Fazit .....	133
6.3.3	Szenario 3: Sturmereignis.....	133
6.3.3.1	Szenarioformulierung.....	133
6.3.3.2	Ergebnisse der Einflussanalyse.....	134
6.3.3.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	135
6.3.3.3.1	Variante Sturmstärke Vivian .....	135

---

6.3.3.3.2	Variante Sturmstärke Lothar .....	137
6.3.3.3.3	Variante Sturmstärke anderthalbfacher Lothar .....	138
6.3.3.4	Fazit .....	139
6.3.4	Szenario 4: Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Schnittwaren und Holzwerkstoffen .....	140
6.3.4.1	Szenarioformulierung.....	140
6.3.4.2	Ergebnisse der Einflussanalyse.....	141
6.3.4.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	141
6.3.4.4	Fazit .....	144
6.3.5	Szenario 5: Verstärkter Anstieg der globalen Holzpreise .....	144
6.3.5.1	Szenarioformulierung.....	144
6.3.5.2	Ergebnisse der Einflussanalyse.....	145
6.3.5.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	145
6.3.5.4	Fazit .....	148
6.3.6	Szenario 6: Neues Grosswägwerk in der Schweiz .....	148
6.3.6.1	Szenarioformulierung.....	148
6.3.6.2	Ergebnisse der Einflussanalyse.....	148
6.3.6.3	Ergebnisse der Szenariointerpretation .....	149
6.3.6.4	Fazit .....	152
7	Schlussfolgerungen .....	153
7.1	Dynamisches Holzmarktmodell und Szenariobildung .....	153
7.1.1	Bewertung und Erkenntnisse aus der Methodik .....	153
7.1.1.1	Quantitative Marktanalyse (ökonometrische Analyse).....	153
7.1.1.2	Experteninterviews .....	153
7.1.1.3	Szenariotechnik .....	154
7.1.2	Synthese und abgeleitete Erkenntnisse aus den Ergebnissen der Modellbildung und der Szenarioanalyse .....	154
7.1.2.1	Der Waldholzmarkt und seine beeinflussenden Parameter.....	154
7.1.2.2	Entwicklung des Angebots- und Nachfrageverhaltens auf dem Waldholzmarkt .....	157
7.1.2.3	Grundsätzlicher Handlungsspielraum.....	158
7.1.2.4	Möglichkeiten und Grenzen von Holzenergie zur Deckung des künftigen Energiebedarfs .....	161
7.2	Politische Handlungsoptionen.....	164
7.2.1	Langfristige Ziele des Bundes im Hinblick auf die Holznutzung in der Schweiz .....	164
7.2.1.1	Langfristige Ziele des Bundesamts für Umwelt .....	164



---

7.2.1.2	Langfristige Ziele des Bundesamts für Energie .....	167
7.2.1.3	Zusammenfassender Vergleich der Zielsetzungen der beiden Bundesämter .....	170
7.2.2	Zukunftsszenarien und politischer Handlungsbedarf .....	171
7.2.3	Politische Handlungsoptionen des Bundes .....	173
8	Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf .....	177
9	Literaturverzeichnis .....	180
	Anhang .....	183

## I Zusammenfassung

Aufgrund des Holzbooms der letzten Jahre wird auf der politischen Bühne zunehmend die Frage aufgeworfen, ob eine künftig weiter steigende Nachfrage nach dem Rohstoff Holz mit dem vorhandenen Angebot an Wald-, Flur-, Rest- und Altholz noch befriedigt werden kann. Zudem wird befürchtet, dass mit einem weiteren Ansteigen der thermischen Nutzung den stofflichen Verwertern der Rohstoff entzogen wird.

Aus diesem Grund beauftragten das Bundesamt für Energie (BFE) sowie das Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Ressort forstliche Produktion der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) sowie die Forschungseinheit forstliche Produktionssysteme der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) mit der Schaffung einer Informationsbasis, um die aktuelle Situation sowie die künftige Entwicklung auf dem Schweizer Holzmarkt besser einschätzen zu können. Das Projekt wurde in vier Hauptschritte unterteilt:

**In einem ersten Projektschritt** wurde eine Stoffflussmatrix für das Jahr 2005 erarbeitet. Basis für diese Matrix waren offizielle Statistiken, die durch verbandsinterne Informationen sowie Einschätzungen von Holzmarktexperten ergänzt wurden. Die Ergebnisse zeigen auf, dass die aktuellen Nutzungsmengen einiger Sortimente in der Forststatistik zum Teil deutlich zu niedrig ausgewiesen werden. Die Differenz beträgt für das Jahr 2005 insgesamt 1.3 Mio. Fm. Die grössten Differenzen ergaben sich beim Nadelstammholz (0.37 Mio. Fm) und beim Laubenergieholz (0.48 Mio. Fm). Die Gesamtnutzungsmenge lag für dieses Jahr bei insgesamt 6.62 Mio. Fm. Damit wurde das nachhaltig nutzbare Potenzial insgesamt bereits zu 70% ausgeschöpft. Im Nadelstammholzbereich lag die Potenzialausschöpfung bereits bei 89%.

Die Stoffflussmatrix stellte die Basis für den **zweiten Projektschritt**, der Entwicklung eines sortimentsbezogenen, dynamischen Holzmarktmodells dar. Dabei wurden sämtliche Holzquellen, von Waldholz bis Altholz sowie auch die mögliche Überschneidung der stofflichen und energetischen Verwendung berücksichtigt. Der Zeithorizont des Modells wurde auf zwanzig Jahre festgelegt. Im Verlauf des Projekts zeigte sich, dass zwei Marktmodelle entwickelt werden mussten, um die vom Auftraggeber gewünschten Anforderungen, einer Abschätzung der künftigen Mengenentwicklung sowohl über angebots- und nachfragebestimmende Parameter, als auch über die Eingabe von Sortimentspreisen zu erfüllen. Das ökonometriegestützte Modell basiert auf der Analyse vergangener Marktdaten, die mit Erkenntnissen aus dem deutschen Rohholzmarkt sowie mit Experteneinschätzungen ergänzt wurden. Das expertengestützte Modell basiert ausschliesslich auf Einschätzungen von Marktakteuren. Beide Modelle liefern konsistente und nachvollziehbare Ergebnisse und ermöglichen eine Beurteilung der künftigen Marktentwicklung.

Als wichtigste Angebotsbestimmende Faktoren wurden neben den Holzpreisen, die Holzernektosten sowie nicht-kompensierbare Kalamitäten, welche nicht im normalen Einschlagsprogramm untergebracht werden können, identifiziert. Auf der Nachfrageseite sind neben dem Holzpreis die Verarbeitungskapazität der Sägeindustrie sowie der Schnittholzimportpreis wichtigste bestimmende Parameter. Insgesamt zeigen die Modelle unter der Annahme einer Fortsetzung der aktuellen Markttrends eine zunehmende Entwicklung hinsichtlich der künftigen Angebots-/Nachfragemengen sowie der Sortimentspreise. Eine Ausnahme hierbei stellt jedoch das Laubstammholz dar. Dieses Sortiment wird auch künftig nicht in befriedigendem Umfang nachgefragt. Die Modelle zeigen zudem, dass eine Erhöhung der Preise für Energieholz zumindest kurzfristig keine wesentliche Sortimentsverschiebung vom Industrie- zum Energieholz nach sich ziehen wird. Langfristig und bei sehr hohen Energieholzpreisen wäre jedoch eine Abwanderung der Industrieholz nachfragenden Abnehmer möglich.

Im Rahmen der Analyse wurde offensichtlich, dass sich die Waldholzanbieter in der Vergangenheit eher preisunelastisch verhalten haben und somit Marktchancen nur teilweise genutzt wurden. Seit einigen Jahren ist jedoch ein Wandel im Angebotsverhalten der Waldbesitzer hin zu einem preiselastischeren Marktverhalten zu beobachten. Diese Erkenntnis wurde von Marktexperten quantifiziert und in die Modelle integriert.

Die entwickelten Marktmodelle dienten wiederum als Basis für den **dritten Projektschritt**, der Ableitung konkreter Zukunftsszenarien. Insgesamt wurden fünf mögliche, zukünftige Entwicklungen skizziert, ein starker Energiekostenanstieg, ein grosses Sturmereignis, eine Erhöhung des Pro-Kopf-Verbrauchs bei Schnittholz und Holzwerkstoffen, ein Anstieg der globalen Holzpreise sowie die Ansiedelung eines neuen Grosssägewerks. Zudem wurde ein Trendszenario als Vergleichsbasis entworfen. Die Szenarien zeigen, dass bei einem möglichen Anstieg der Öl- und Strompreise um 25% die Nutzungsmenge an Energieholz aus dem Wald bereits die nachhaltig mögliche Grenze erreicht. Ein Sturmereignis wie Lothar würde in der Zukunft in einem deutlich verwertungsfreundlicheren Marktumfeld stattfinden. Es käme zwar zu einem Preiszerfall, jedoch in geringerem Umfang wie früher. Bei einem Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs an Nadelholz und Holzwerkstoffen im Inland, der gegenüber dem Trendverlauf des Pro-Kopf-Verbrauchs um 10% höher liegt, wäre die nachhaltig nutzbare Nadelstammholzmenge bereits ausgeschöpft. Zusatzmengen müssten aus dem Ausland eingeführt werden.

Im **letzten Projektschritt** wurden auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse konkrete Handlungsempfehlungen für die Politik ausgearbeitet. Dabei wurde versucht, Massnahmen vorzuschlagen, die den grössten Einfluss auf die angebots-/nachfragebestimmenden Parameter ausüben. Als Handlungsschwerpunkt für die Politik wurden Massnahmen zur sukzessiven Senkung der Holzerntekosten sowie zur Beschleunigung der Veränderung des Marktverhaltens der Waldbesitzer vorgeschlagen.

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie und des Bundesamtes für Umwelt verfasst. Beide Bundesämter interessieren sich im Rahmen eigener politischer Überlegungen, wie sich der Schweizer Holzmarkt entwickeln wird. Von besonderem Interesse ist dabei, die künftige Holzmengen- und Preisentwicklung sowie die Allokation der Menge vor dem Hintergrund eines steigenden Holzbedarfs sowie sich verändernder Grenzzahlungsbereitschaften der Abnehmer transparent zu machen. Insbesondere soll die mögliche Konkurrenz zwischen energetischer und stofflicher Nutzung beleuchtet werden.

Die Studie leistet einen Beitrag zur Abschätzung des künftig zu erwartenden Holzangebotes sowie der Holznachfrage in der Schweiz.

## 1.1 Einleitung und Beschreibung der Ausgangssituation

Der starke Anstieg der Rohölpreise in den Jahren 2004 bis 2008 hat den Industrienationen die begrenzte Reichweite der fossilen Energieträger vor Augen geführt. Hinzu kommt die Einsicht, die CO<sub>2</sub> – Emissionen aus Klimaschutzgründen zu reduzieren. Weltweit wird Handlungsbedarf gesehen und es werden diverse Massnahmen eingeleitet.

Neben dem grundsätzlichen Bestreben, den Energieverbrauch zu senken, wird in Europa vor allem in dem verstärkten Einsatz so genannter regenerativer Energieträger, wie Solarenergie, Wasserkraft, Windenergie, Geothermie und Bioenergie grosse Hoffnungen gesetzt. Besonders der Anteil der Bioenergie am Energiemix wird in den europäischen Ländern mit zum Teil ehrgeizigen Projekten ausgebaut. Holz als regenerativer Energieträger soll dabei einen wichtigen Beitrag leisten. So wird in Schweden heute bereits rund 21% des eigenen Energiebedarfs mit Bioenergie gedeckt<sup>1</sup>. Bis zum Jahr 2050 will sich das Land durch eine weitere Erhöhung des Einsatzes von Energieholz aus dem Wald bzw. aus Abfällen der Holz- und Zellstoffindustrie unabhängig von Ölimporten machen. Auch das Nachbarland Österreich plant den Anteil an erneuerbaren Energieträgern am Gesamtenergieverbrauch von derzeit 23% (Jahr 2004) auf 45% im Jahr 2020 zu verdoppeln<sup>1</sup>.

Bei einem Waldflächenanteil von 30% an der Gesamtfläche der Schweiz und jährlichen Zuwachsen von ca. 10 Mio. Fm<sup>2</sup> ist es nicht verwunderlich, dass auch hier das Holz als regenerativer Energieträger bei Überlegungen zur künftigen Deckung des Energiebedarfs eine wichtige Rolle spielt. An verschiedenen Orten im Land werden Projekte für den Bau von auf Biomasse basierten Kraftwerken zur Strom- und Wärmegewinnung geplant und teilweise bereits umgesetzt. Daneben ist nach Aussage von Experten auch der Einsatz von Holz für den Hausbrand in den letzten Jahren stark angestiegen.

Gerade auf Seiten der Holz verbrauchenden Industrien wird der Biomasseboom zunehmend als Bedrohung gesehen. Es wird befürchtet, dass durch die weiter steigende Nachfrage nach Energieholz aus dem Wald diese Sortimente dem Industrieholzmarkt entzogen werden. Anstatt eine kaskadenartige Nutzung anzustreben, wird der Rohstoff unmittelbar einer thermischen Verwertung zugeführt.

Auch Vertreter der Sägeindustrie sehen durch den sich rasant entwickelnden Kapazitätsanstieg der Branche mögliche Engpässe bei der Rohstoffversorgung der Werke.

<sup>1</sup> Vgl. Holz.net: 2007

<sup>2</sup> Vgl. Brassel und Brändli: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. 1999

Dies gilt insbesondere für die nadelholzverarbeitenden Werke, bei denen die Nachfrage nach sägefähigem Rundholz innerhalb der letzten 10 Jahre um rund 33%<sup>3</sup> angestiegen ist.

Mittlerweile wird sowohl auf Anbieter- als auch auf Abnehmerseite die Vermutung geäussert, dass die vorhandenen, letztlich limitierten Potenziale an Waldholz gar nicht ausreichen, um den künftigen Bedarf an Stamm-, Energie- und Industrieholz zu decken.

Die Politik ist somit aus mehreren Gründen aufgefordert, Klarheit über das künftige Holzangebot und seine Grenzen zu schaffen. Nur durch eine geeignete Informationsbasis

- kann eine realistische Einschätzung über den tatsächlich möglichen Anteil von Holz als Energieträger im künftigen Energiemix der Schweiz gezogen werden,
- können Konflikte zwischen den Abnehmern vermieden und ggf. Fehlinvestitionen bei den nachfragenden Industrien verhindert werden,
- können gezielte politische Massnahmen zur optimalen Ausnutzung des verfügbaren Holzpotenzials eingeleitet werden.

Es gilt somit, eine zuverlässige Beurteilung des aktuellen und künftigen Aufkommens von Stamm-, Energie- und Industrieholzsortimenten sowie ihrer Verfügbarkeit zu erarbeiten. Diesem Holzaufkommen muss dann die aktuelle und künftige Nachfragesituation thermischer sowie stofflicher Verwerter gegenüber gestellt werden.

## 1.2 Projektziele

Ziel des Projekts ist es, die künftige Entwicklung auf dem Schweizer Holzmarkt besser einzuschätzen. Dies erfolgt mit Hilfe eines dynamischen Marktmodells, mit dem das künftige Holzangebot sowie auf die künftige Holznachfrage in Abhängigkeit der möglichen Entwicklung von sensitiven angebots- bzw. nachfragebestimmenden Parametern eingeschätzt wird. Dabei werden sämtliche Holzquellen, von Waldholz bis Altholz sowie auch die mögliche Überschneidung der stofflichen und energetischen Verwendung, berücksichtigt. Der Zeithorizont des Modells ist auf zwanzig Jahre festgelegt.

Mittels von den Auftraggebern definierten Szenarien werden in einem weiteren Schritt zudem mögliche Entwicklungen des künftigen potenziellen Holzangebots und der Holznachfrage analysiert und detailliert beschrieben.

In die Analyse wurden folgende Branchen einbezogen: Forstwirtschaft (Forstbetriebe, Privatwald, Forstunternehmer), Flurholzlieferanten, Altholzlieferanten, Plantagenwirtschaft, Sägeindustrie, Papier- und Zellstoffindustrie, Holzwerkstoffindustrie sowie thermische Verwerter.

Aus dem skizzierten Hauptziel können folgende Teilziele abgeleitet werden:

- Eine sortimentsbezogene Darstellung des aktuellen und künftigen potenziellen Holzangebots sowie der aktuellen und künftig zu erwartenden Holznachfrage.
- Die Ermittlung der das künftige Holzangebot sowie die Holznachfrage bestimmenden Einflussparameter und Abschätzen ihrer jeweiligen Einflussstärke.

<sup>3</sup> Vgl. BFS: Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2007

- Die Entwicklung eines auf Microsoft Excel basierten Modells (dynamisches Holzmarktmodell) zur Abschätzung des künftigen Angebots verschiedener Holzsortimente sowie der jeweiligen Nachfrage und der daraus resultierenden sortimentsbezogenen Holzpreise.
- Die Analyse und Beurteilung der aktuellen politischen Massnahmen im Hinblick auf das Ziel der Schaffung optimaler Rahmenbedingungen für eine stoffliche und energetische Verwertung von Holz.

Das erarbeitete dynamische Holzmarktmodell ermöglicht es, Veränderungen bei den das Holzangebot sowie die Holznachfrage bestimmenden Einflussparametern nachzuführen und somit die Marktsituation bestmöglich abschätzen zu können.

## 2 Überblick über schweizerische und internationale Holzmärkte

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel, ein zukunftsgerichtetes dynamisches Holzmarktmodell für die Schweiz zu erarbeiten. Als Grundlage hierfür ist es notwendig, ein Verständnis über die Entwicklung und Funktionsweise von Rohholzmärkten zu entwickeln. Deshalb geben die folgenden Kapitel einen Überblick über den Schweizer Holzmarkt sowie ausgewählte internationale Waldholzmärkte, wobei Zentraleuropa eine besondere Beachtung geschenkt wird.

### 2.1 Vorgehen bei der Erarbeitung

Um die Entwicklung der Schweizer Holzmärkte sowie diejenige der internationalen Waldholzmärkte zu beschreiben, wurde wie folgt vorgegangen:

1. Systematische Sammlung und Auswertung offizieller Statistiken,
2. Ergänzung der statistischen Zeitreihen durch Statistiken von Branchenverbänden und Interessengemeinschaften der Holzindustrie sowie Fachliteratur und
3. Auswertung und Interpretation der Holzmarktdaten.

Folgende Datenquellen dienten dabei als Grundlage:

- Schweizerische Forststatistik (BFS),
- Schweizerische Holzpreisstatistik (BFS),
- Schweizerische Aussenhandelsstatistik (EZV),
- Eidg. Holzverarbeitungserhebung (BFS),
- Zusammenstellung Altholzmaterialfluss (IG Altholz),
- Forest Products Statistics, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) und
- Forest Products Statistics, UNECE Trade and Timber Division.

Zusätzlich wurde folgende Literatur herangezogen:

- ATKearny: Steigende Holzknappheit erfordert europaweites Umdenken. Pressemitteilung. 2007.
- BFE: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. Schlussbericht 2006.
- Infras: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. 2004.
- IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006.
- Pöyry: Entwicklungen in der Forst- und Holzwirtschaft; Zukünftiges Potenzial der Laubholzindustrie in Europa. 2007.
- Bemann: Forstwirtschaft Russlands, Entwicklung, Stand und Perspektiven. 2008.

## 2.2 Berechnungen

### Restholzmenge aus dem Einschnitt von Stammholz

Die im Kapitel 2.3.2.4 dargestellte Entwicklung der Restholzmengen in der Schweiz basiert auf dem Einschnittverlust aus der gesamten inländischen Produktion von Schnittholz. Die resultierende Restholzmenge, die beim Einschnitt von Stammholz in der Sägeindustrie anfällt, wurde wie folgt berechnet:

Stammholz (ohne Rinde) \* durchschnittlicher Einschnittverlust

Für Nadelholz wurde ein durchschnittlicher Einschnittverlust von 38% angenommen<sup>4</sup>. Beim Laubholz wurde ebenfalls mit einem Einschnittverlust von 38% gerechnet<sup>5</sup>.

### Durchschnittliche Holzerntekosten der Schweiz

Das Bundesamt für Statistik (BFS) führt keine offizielle Statistik über die Holzerntekosten in der Schweiz. Um den Verlauf der durchschnittlichen Holzerntekosten abzubilden, wurden die durchschnittlichen Holzerntekosten aus den Erhebungen des forstwirtschaftlichen Testbetriebsnetzes (TBN) verwendet. Die durchschnittlichen Holzerntekosten wurden nach geographischer Region (Jura, Mittelland, Alpen) ermittelt. Die Gewichtung der Kosten zur Bildung eines Gesamtindexes für die Schweiz wurde über die jeweiligen Nutzungsmengen der geographischen Region vorgenommen.

### Inflationsbereinigung der Holzpreise und Holzerntekosten

Die im Kapitel 2.3 dargestellten Holzpreise sowie die durchschnittlichen Holzerntekosten sind teuerungsbereinigte Preisindizes. Als Grundlage zur Teuerungsbereinigung wurde die vom Bundesamt für Statistik (BFS) jährliche publizierte durchschnittliche Jahresteuierung herangezogen (vgl. Anhang).

## 2.3 Überblick über die Schweizer Holzmärkte

Die Schweizerischen Rohholzmärkte werden in zwei Teilkapiteln dargestellt. Es wird die Periode 1985-2005 betrachtet. Ein erstes Kapitel beschreibt die Entwicklung auf dem Schweizer Waldholzmarkt. Das zweite Kapitel stellt die Entwicklung der übrigen Holzmärkte dar. Zu den übrigen Holzmärkten gehören:

- Flurholzmarkt,
- Altholzmarkt,
- Plantagenholzmarkt und
- Restholzmarkt.

<sup>4</sup> Angabe Holzindustrie Schweiz. Mündliche Mitteilung 2008.

<sup>5</sup> Einschätzung durch Corbat SA. Mündliche Mitteilung 2008.

### 2.3.1 Entwicklung des Schweizer Waldholzmarktes

Der Waldholzmarkt wird nachfolgend systematisch beschrieben. In einem ersten Teil werden die gesamten Waldholzmengen sowie die aggregierten Teilmärkte Nadel- und Laubholz sowie deren Preisentwicklung betrachtet. Anschliessend werden die einzelnen Teilmärkte nach Sortimenten aufgeschlüsselt dargestellt und Folgerungen daraus gezogen.

#### 2.3.1.1 Gesamtholzmarkt

Der Gesamtmarkt an Waldholz umfasst die ganze Holzproduktion aus privaten und öffentlichen Wäldern in der Schweiz. Dabei wird die ganze Waldholznutzung eines Kalenderjahres zusammengefasst. In der betrachteten Periode ist die Gesamtwaldholzmenge in der Schweiz leicht angestiegen. Ende der 80-er Jahre lag sie bei ca. 4.5 Mio. m<sup>3</sup> und pendelte sie sich nach dem Jahrhundertorkan „Lothar“ bei etwas mehr als 5 Mio. m<sup>3</sup> ein. In derselben Zeitperiode sanken der Rohholzpreis sowie die Holzerntekosten kontinuierlich. Der Rohholzpreis hat sich innerhalb des Betrachtungszeitraums halbiert. Hauptgrund dafür ist die Annäherung an den internationalen Holzpreis. Nach beiden grossen Sturmereignissen hat der Holzpreis stark abgenommen und sich in den zwei darauf folgenden Jahren wieder leicht erholt. Der vermehrte Einsatz hochmechanisierter Holzernteverfahren und die zunehmende Bündelung von Hiebflächen dürften die Hauptgründe für die kontinuierliche Abnahme der Holzerntekosten darstellen (Abb. 1).

#### Waldholzmengen in der Schweiz 1985-2005

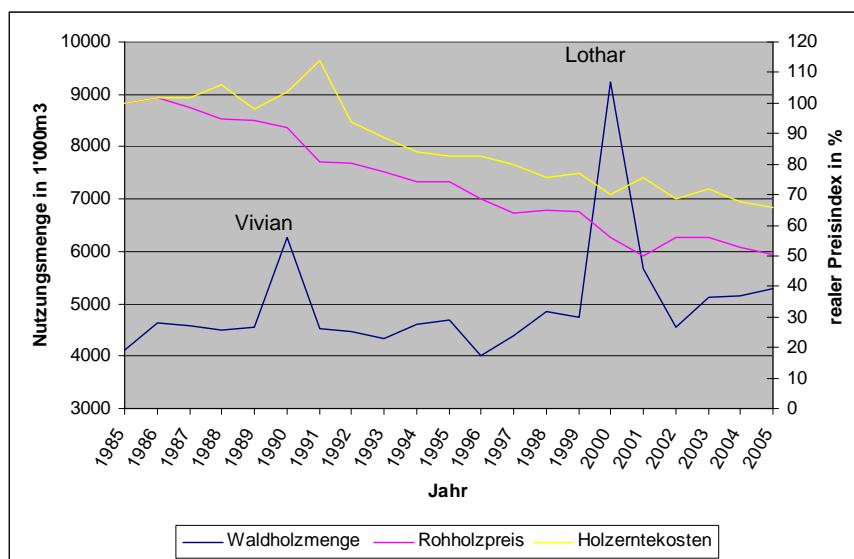


Abb. 1: Gesamtwaldholzmengen in der Schweiz sowie Holzpreise und Holzerntekosten in der Schweiz in der Periode 1985-2005 (Quelle: BFS, WVS).

#### 2.3.1.2 Nadel- und Laubholzmarkt

Der auf dem Gesamtmarkt registrierte Mengenanstieg (vgl. vorangehendes Kapitel) kann vor allem auf den Anstieg der Nadelholzmenge zurückgeführt werden. Über den Betrachtungszeitraum ist die Nadelholzmenge um ca. 1 Mio. m<sup>3</sup> gestiegen. Die Laubholzmenge blieb mit kleinen Schwankungen konstant. Der Einfluss der Sturmereignisse kommt vor allem beim Nadelholz deutlich zum Ausdruck. Laubholz war von den Stürmen nicht in grösserem Umfang betroffen. Der Nadelholzpreis hat sich innerhalb des Betrachtungszeitraumes halbiert. Beim Laubholz ist die Preisabnahme mit ca. einem Drittel geringer ausgefallen. Der Einfluss von Stürmen auf den Holzpreis kann beim Nadelholz stärker beobachtet werden als beim Laubholz.

Grund dafür sind die deutlich grösseren Schadholzmengen beim Nadelholz. Beim Sturm „Lothar“ wurde im Vergleich zum Vorjahr mehr als die doppelte Nadelholzmenge auf den Holzmarkt geworfen. Beim Laubholz erhöhte sich die Marktmenge lediglich um einen Viertel gegenüber der normalen Nutzung (Abb. 2).

### Nadel- und Laubholzmarkt 1985-2005

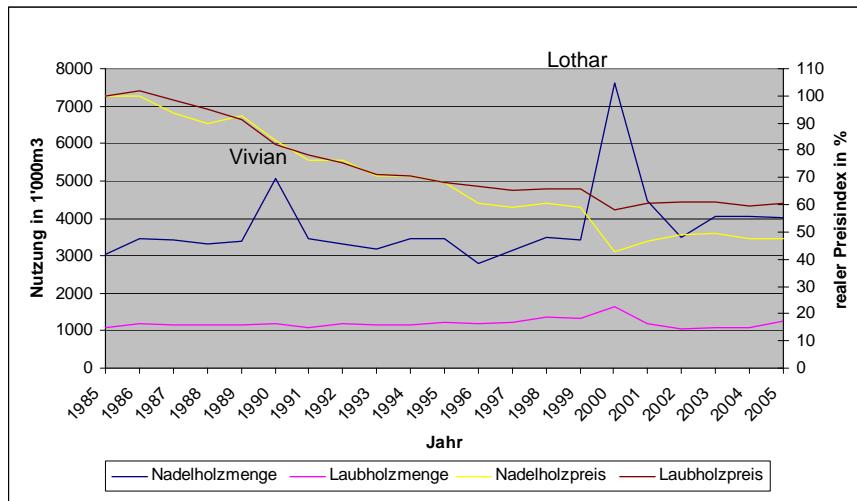


Abb. 2: Entwicklung des Nadel- und Laubholz mengen sowie der Preise in der Periode 1985-2005 (Quelle: BFS).

### Entwicklung der Nadel- und Laubholzanteile

Die Anteile von Nadel- und Laubholz an der Gesamtmarktmenge von Waldholz blieb innerhalb des Betrachtungszeitraumes ziemlich konstant. Grosses Sturmereignisse führten zu einem grösseren Nadelholzanteil, der sich in den kommenden Jahren nach dem Sturm wieder dem durchschnittlichen Anteil anglich. Der durchschnittliche Nadelholzanteil innerhalb der Betrachtungsperiode betrug 75%, der Laubholzanteil somit 25% (Abb. 3).

### Nadel- und Laubholzanteile 1985-2005

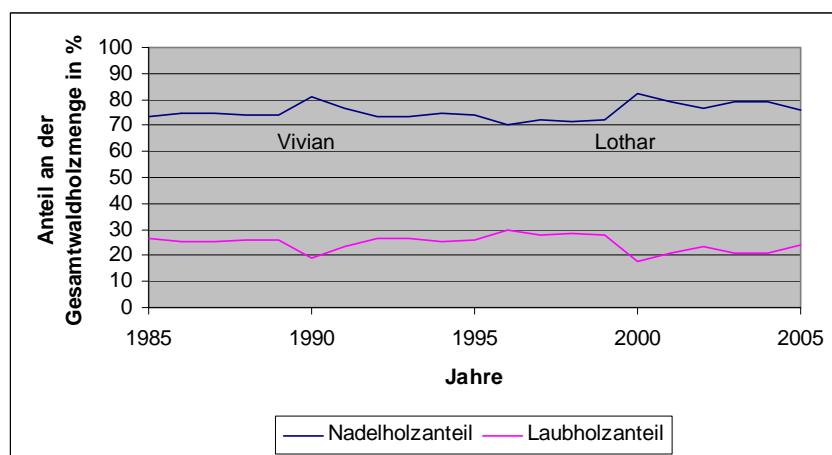


Abb. 3: Entwicklung der Nadel- und Laubholzanteile in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: BFS).

### 2.3.1.3 Sortimentsentwicklung

#### Nadelholz

Der Stammholzanteil beim Nadelholz blieb innerhalb des Betrachtungszeitraumes ziemlich konstant. Nach dem Sturm „Vivian“ konnte eine leichte Erhöhung des Stammholzanteils festgestellt werden, der sich im darauf folgenden Zeitraum weitgehend gehalten hat. Durchschnittlich betrug der Stammholzanteil 78%. Der Industrieholzanteil halbierte sich innerhalb der Betrachtungsperiode. Die Abnahme erfolgte primär zugunsten des Stammholzes. Der Energieholzanteil stieg leicht an (Abb. 4).

#### Sortimentsanteile Nadelholz 1985-2005

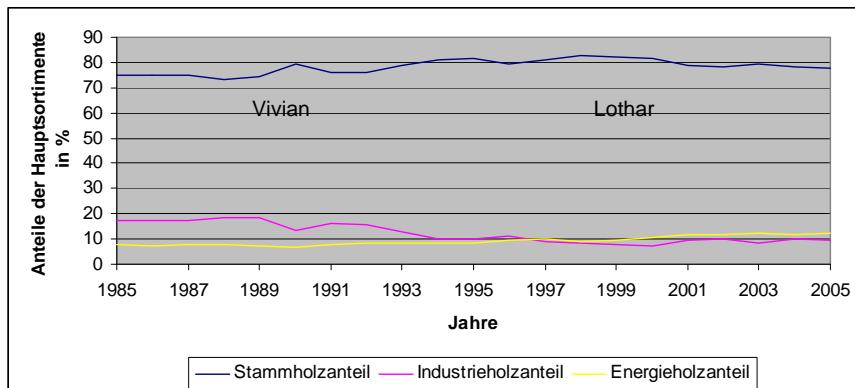


Abb. 4: Entwicklung der Sortimentsanteile beim Nadelholz in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: BFS).

#### Laubholz

Beim Laubholz können grössere Schwankungen bei den ausgehaltenen Sortimenten festgestellt werden. Am konstantesten war der Industrieholzanteil. Er schwante zwischen 10 und 20%. Die Stammholz- und Energieholzanteile waren bis zum Sturmereignis „Lothar“ mit Schwankungen von 10% ziemlich konstant. Nach „Lothar“ kann eine deutliche Steigerung des Energieholzanteils auf Kosten des Stammholzes beobachtet werden (Abb. 5).

#### Sortimentsanteile Laubholz 1985-2005

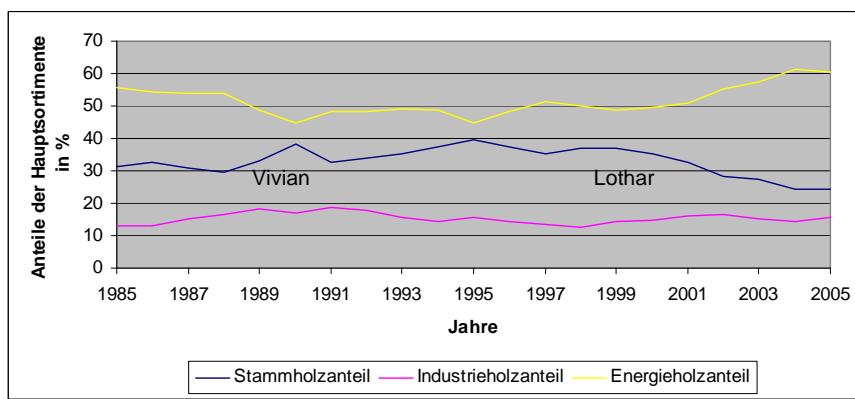


Abb. 5: Entwicklung der Sortimentsanteile beim Laubholz in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: BFS).

### 2.3.1.4 Stammholzmarkt

#### Nadelholz

Die Nadelstammholzmenge ist in den letzten rund 20 Jahren kontinuierlich angestiegen. Sie lag zu Beginn der Betrachtungsperiode bei ca. 2.5 Mio. m<sup>3</sup> und pendelte sich nach dem Orkan „Lothar“ bei ca. 3 Mio. m<sup>3</sup> ein. Werden die Sägewerkskapazitäten<sup>6</sup> der Mengenentwicklung auf dem Schweizer Stammholzmarkt gegenübergestellt, kann eine gleichläufige Entwicklung festgestellt werden. Der Stammholzpreis hat sich innerhalb des Betrachtungszeitraums mehr als halbiert. Der deutliche Preiseinbruch nach einem Sturmereignis und die darauf folgende Erholung der Preise sind deutlich sichtbar (Abb. 6).

#### Nadelstammholzmarkt Schweiz 1985-2005

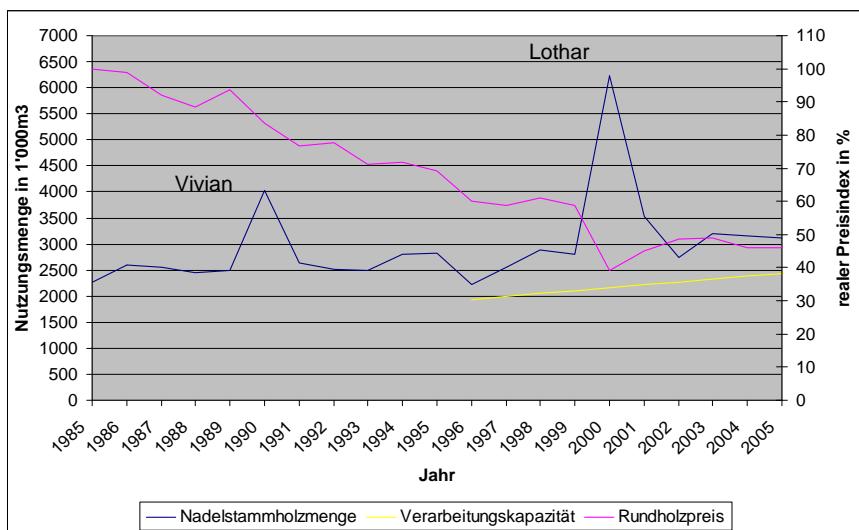


Abb. 6: Entwicklung des Nadelstammholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

#### Laubholz

Die Laubstammholzmenge stieg bis zum Sturmereignis „Lothar“ kontinuierlich an. Danach kann eine deutliche Mengenabnahme beobachtet werden. Wird das Ausgangsjahr mit dem Endjahr der Zeitreihe verglichen, blieb die Gesamtmenge etwa gleich bei ca. 0.3 Mio. m<sup>3</sup>. Der Stammholzpreis hat indes um 46% abgenommen. Vor „Lothar“ stabilisierte sich der Holzpreis. Nach dem Sturmereignis wurde das Vorsturmpreisniveau nicht mehr erreicht (Abb. 7).

<sup>6</sup> Vgl. BFS: Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2007

## Laubstammholzmarkt Schweiz 1985-2005

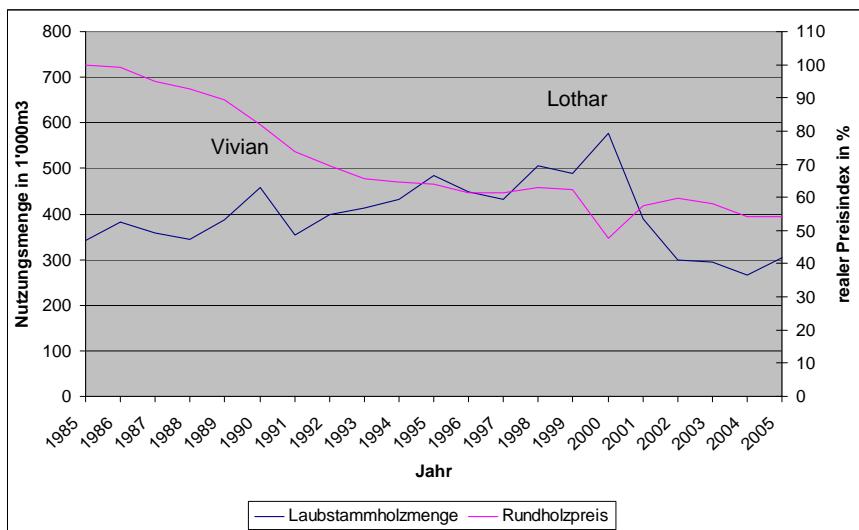


Abb. 7: Entwicklung des Laubstammholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

### 2.3.1.5 Industrieholzmarkt

#### Nadelholz

Die Nadelindustrieholzmenge hat innerhalb des Betrachtungszeitraumes um ein Fünftel abgenommen. Nach dem Sturmereignis „Vivian“ brachen die Mengen deutlich ein und stabilisierten sich nach dem Orkan „Lothar“ bei ca. 0.4 Mio. m<sup>3</sup>. Der Industrieholzpreis nahm bis kurz nach „Lothar“ kontinuierlich auf weniger als die Hälfte des Ausgangspreises ab. Ab 2002 hat sich der Preis stabilisiert und zeigte sogar einen leichten Aufwärtstrend (Abb. 8).

## Nadelindustrieholzmarkt Schweiz 1985-2005

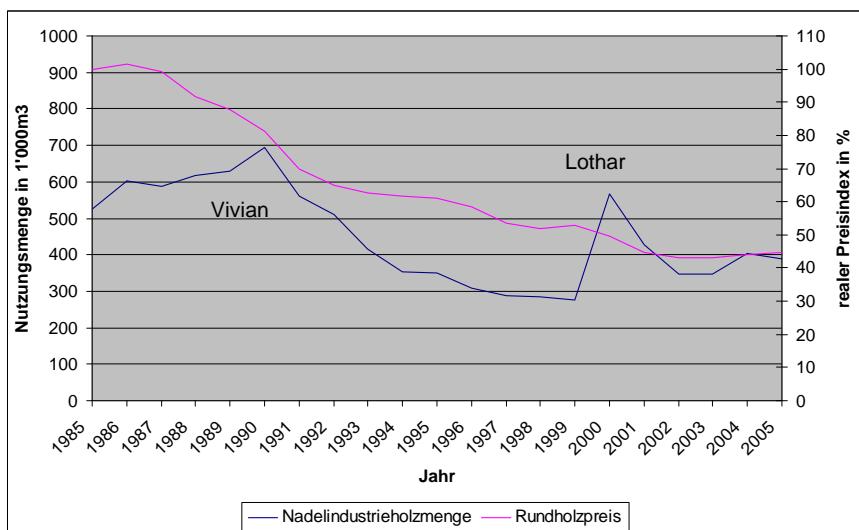


Abb. 8: Entwicklung des Nadelindustrieholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

## Laubholz

Die Laubindustrieholzmenge bewegte sich innerhalb der ganzen Betrachtungsperiode um 0.2 Mio. m<sup>3</sup>. Wie beim Nadelindustrieholz nahm auch beim Laubindustrieholz der Preis bis nach „Lothar“ stetig ab. Insgesamt reduzierte sich der Preis um über 50%. Besonders auffällig ist der Preiszerfall nach dem Sturm „Vivian“, wobei der Preis innerhalb eines Jahres um ein Viertel nachliess. Seit 2002 ist eine Preisstabilisierung mit leichter steigender Tendenz zu beobachten (Abb. 9).

### Laubindustrieholzmarkt Schweiz 1985-2005

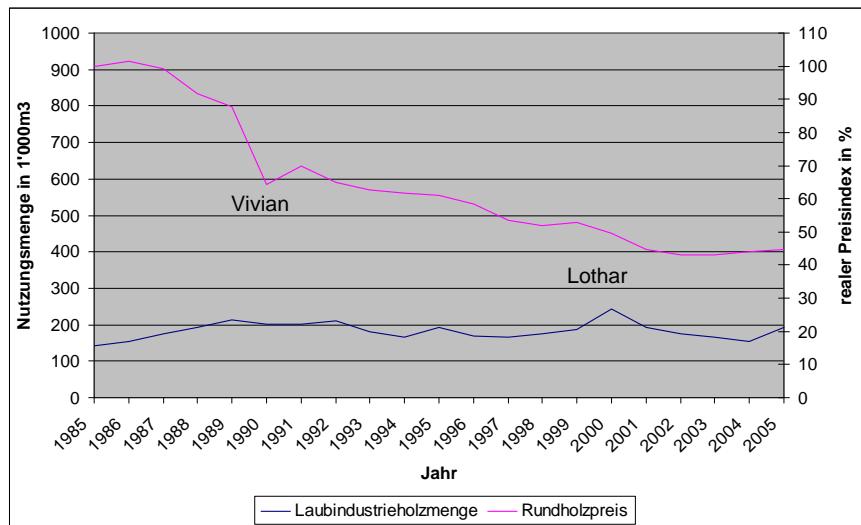


Abb. 9: Entwicklung des Laubindustrieholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

#### 2.3.1.6 Energieholzmarkt

##### Nadelholz

Auf dem Nadelenergieholzmarkt kann eine kontinuierliche Mengensteigerung bis zum Orkan „Lothar“ festgestellt werden, dessen Trend sich nach dem Sturm weiter fortsetzte und noch verstärkte. Infolge des Sturmereignisses „Lothar“ wurde mehr als die doppelte Nadelenergieholzmenge auf den Markt gebracht. Durch Sturmereignisse erleiden die geworfenen Bäume oft Schaftbrüche, insbesondere in der oberen Hälfte des Schaftes. Aus gebrochenem Holz kann kein Stammholz und nur noch Industrieholz zweiter Klasse ausgehalten werden. Durch häufig auftretende starke Spannungen der Bäume nach Sturmereignissen sowie aus holzerteknischen Gründen wird oft nur das Stammholz abgetrennt und danach die restlichen Baumteile zu Energieholz (i.d.R. zu Hackschnitzeln) aufgearbeitet. Die Preisabnahme beim Nadelenergieholz war mit einem Drittel deutlich geringer als beim Stamm- und Industrieholz (Abb. 10).

## Nadelenergieholzmarkt Schweiz 1985-2005

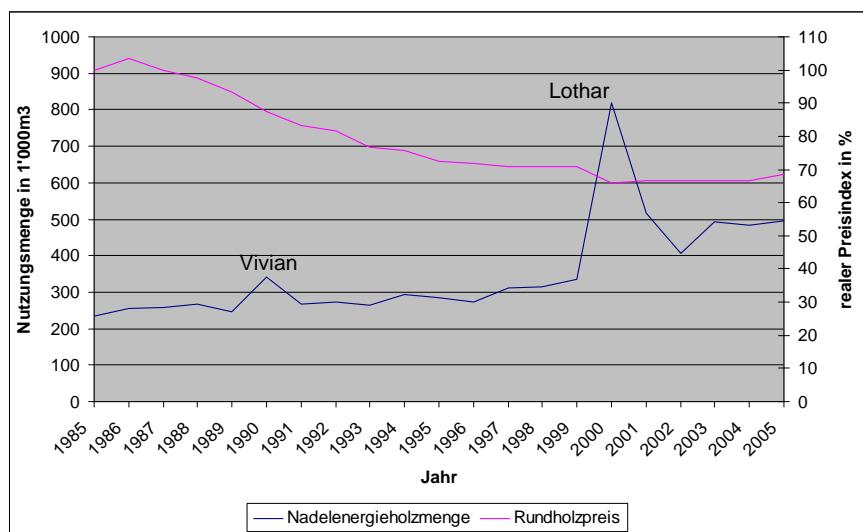


Abb. 10: Entwicklung des Nadelenergieholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

## Laubholz

Der Mengenanstieg beim Laubenergieholz ist geringer als beim Nadelenergieholz. Es kann jedoch, wie beim Nadelholz, ein stärkerer Mengenanstieg nach dem Orkan „Lothar“ beobachtet werden. Nach dem Sturmereignis stabilisierte sich der Laubenergieholzpreis wieder (Abb. 11).

## Laubenergieholzmarkt Schweiz 1985-2005

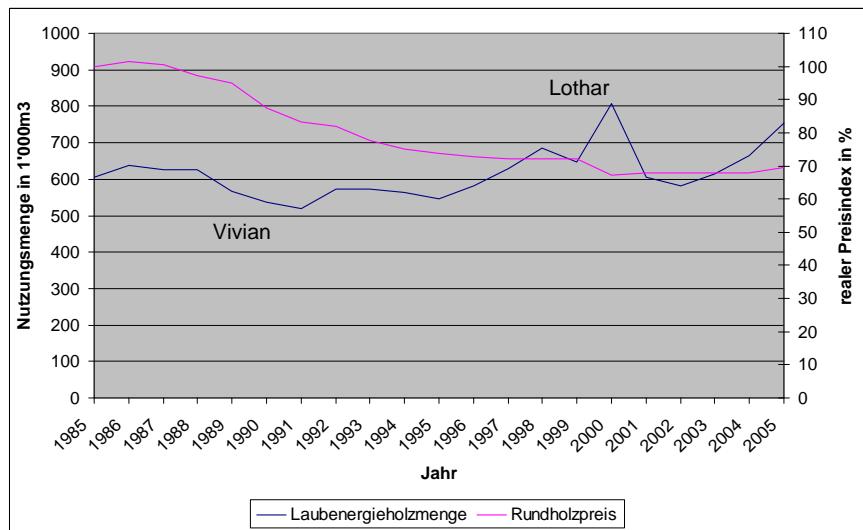


Abb. 11: Entwicklung des Laubenergieholzmarktes sowie dessen Preise in der Schweiz von 1985-2005 (Quelle: BFS).

## 2.3.2 Sonstige Holzmärkte

### 2.3.2.1 Flurholzmarkt

Als Flurholz wird anfallendes Frischholz bezeichnet, das ausserhalb des Waldes erzeugt wird. Flurholz entsteht bei der Nutzung von Feldgehölzen, Gebüschwäldern und Hecken, aber auch im Obstbau, in Parkanlagen sowie in Bestockungen innerhalb von Siedlungsräumen. Für den Flurholzmarkt sind keine offiziellen Statistiken verfügbar, es wird oft nicht im klassischen Sinne vermarktet. Flurholz wird häufig von den Erzeugern selbst verwertet, am Anfallsort (i.d.R. in Form von Hackschnitzeln) belassen oder kompostiert<sup>7</sup>. Unter der Kompostierung wird eine kontrollierte Verwesung – Zersetzung organischen Materials durch Destruenten (Verwerter von Totmaterial) unter Zufuhr von Sauerstoff (aerob ablaufender Vorgang) - verstanden<sup>8</sup>. Die Kompostierung erfolgt in privaten Gartenkompostanlagen oder in grösseren Kompostieranlagen von Gemeinden oder Städten. Die thermisch genutzte Flurholzmenge wird seit dem Beginn der Holzenergiestatistik auf ca. 0.2 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt<sup>9</sup>. Das Potenzial beim Flurholz ist jedoch beträchtlich. Eine 2004 veröffentlichte Studie<sup>10</sup> schätzte das jährlich zuwachsende Biomassepotenzial für Hecken, Obst- und Rebbaum auf 0.9 Mio. m<sup>3</sup>. Über den Flurholzmarkt werden keine Preiserhebungen durchgeführt.

### 2.3.2.2 Altholzmarkt

Als Altholz wird Holz bezeichnet, das bereits einem stofflichen Verwendungszweck zugeführt wurde und nach seiner Entsorgung als Sekundärrohstoff stofflich oder thermisch weiterverwertet werden kann. Altholz entsteht beispielsweise beim Abbruch von Häusern sowie bei der Entsorgung von Möbeln, Faserplatten u.ä. Das Altholzpotenzial wird seit anfangs der 90er Jahre auf 700 Tonnen geschätzt<sup>11</sup>. Das durch die IG Altholz geschätzte Altholzpotenzial wurde 2005 leicht nach oben korrigiert. Aufgrund mangelnder zuverlässigen Daten zum Altholzmarkt und der Tatsache, dass die Altholzexporte erst ab dem Jahr 1997 als eigenständige Position in der Exportstatistik erfasst wurden, wird nachfolgend die Periode 2000-2005 dargestellt. Der Exportanteil beim Altholz hat innerhalb der Betrachtungsperiode stetig zugenommen. Die thermisch verwertete Altholzmenge blieb indes ziemlich konstant. Ein Teil der Altholzmenge wurde illegal entsorgt, dieser Anteil hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Auch über den Altholzmarkt werden keine Preisstatistiken geführt (Abb. 12).

<sup>7</sup> Vgl. Mündliche Mitteilung Holzenergie Schweiz

<sup>8</sup> Vgl. Verband Kompost- und Vergärwerke Schweiz

<sup>9</sup> Vgl. BFE: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. Schlussbericht 2006.

<sup>10</sup> Vgl. Infras: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. 2004

<sup>11</sup> Vgl. IG-Altholz: Altholz-Materialfluss. Unveröffentlicht.

## Altholzmarkt Schweiz 2000-2005

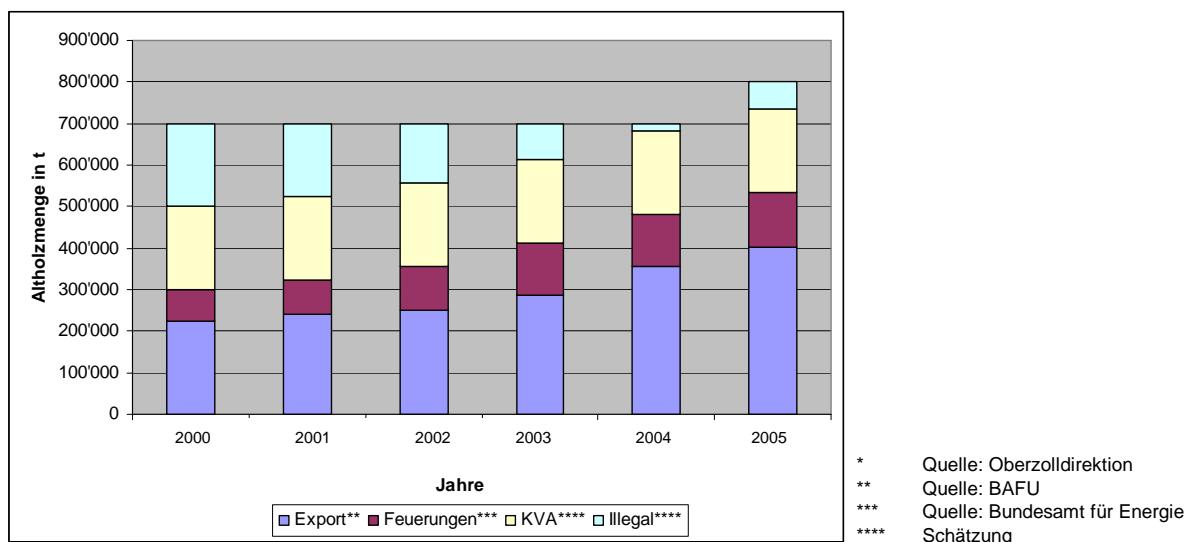


Abb. 12: Entwicklung des Altholzmarktes in der Schweiz 2000-2005.

### 2.3.2.3 Plantagenholzmarkt

Unter Plantagenholz wird Holz aus Biomassenkulturen verstanden, dass primär der thermischen Verwertung zugeführt wird<sup>12</sup>. Bis 2005 wurde in der Schweiz kein Plantagenholz in nennenswerten Mengen erzeugt<sup>13</sup>. Der Hauptgrund dafür dürfte die ausreichende Versorgung mit Waldenergieholz sein. Ein weiterer Grund wird bei den im Vergleich zu Waldenergieholz höher liegenden Produktionskosten von Holzplantagen vermutet<sup>10</sup>.

### 2.3.2.4 Restholzmarkt

Unter dem Begriff Restholz werden Kuppelprodukte, die bei der Herstellung von Holzprodukten anfallen, zusammengefasst. Restholz kann in der Form von Hackschnitzeln, Rinde, Säge- und Hobelspanen sowie Sägemehl anfallen. Die Verwertung kann stofflich oder thermisch erfolgen. Über den Restholzmarkt liegen nur lückenhafte statistische Daten unterschiedlicher Qualität vor, welche keinen Vergleich über die letzten 20 Jahre zulassen. Da die Restholzmenge unmittelbar von der erzeugten Schnittwarenmenge abhängt, wurde die potenzielle Restholzmenge aus der produzierten Schnittwarenmenge<sup>14</sup> errechnet (Berechnung siehe Kap. 2.2).

Die Restholzmenge hat bis Anfang der 90er Jahre leicht abgenommen und pendelte sich dann zwischen 0.8 – 1.0 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr ein. Während den Sturmereignissen „Vivian“ und „Lothar“ stieg die Restholzmenge leicht an. Es wird vermutet, dass die Sägewerke aufgrund des sturmbedingt tieferen Holzpreises die Marktchance genutzt und ihre Produktionskapazitäten maximal ausgelastet haben. Dadurch könnte der Mengenanstieg von Restholz in den Sturmjahren erklärt werden. Über den Restholzmarkt sind keine allgemein verfügbaren Preisstatistiken verfügbar (Abb. 13).

<sup>12</sup> Vgl. Definition Flurholz Kap. 3.2.2

<sup>13</sup> Vgl. Mündliche Miteilung Holzenergie Schweiz 2008

<sup>14</sup> Vgl. BAFU: Produktion von Schnittholz 1980-2005. Unveröffentlicht.

## Restholzmarkt Schweiz 1985-2005

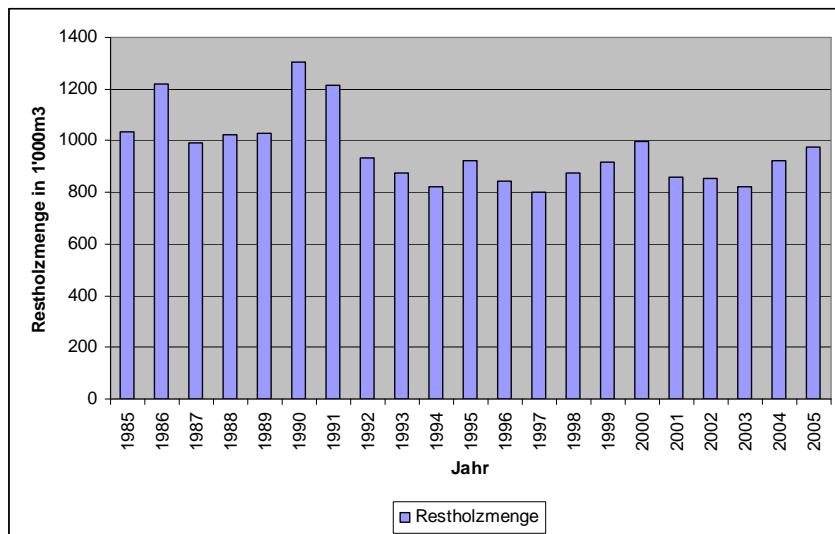


Abb. 13: Entwicklung des Restholzmarktes in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: Eigene Berechnung, vgl. Kap. 2.2).

### 2.3.3 Aussenhandel der Schweiz mit Holz

#### Aussenhandelsbilanz

Zwischen 1985 und 1989 war die Schweiz ein Nettoimportland von Rohholz (Wald- und Altholz). Ab 1990 wurde die Schweiz zu einem Nettoexporteur. Seit Ende der Achtziger Jahre stieg der Rohholzexport an. Bedingt durch das Sturmereignis „Lothar“ stieg der Rundholzexport im Jahr 2000 um ca. 150% auf 2 Mio. m<sup>3</sup> an. Im Folgejahr wurde nochmals eine ähnliche Menge exportiert. Ab 2002 stabilisierte sich der Holzexport bei ca. 2 Mio. m<sup>3</sup> (Abb. 14).

#### Aussenhandelsbilanz von Wald- und Restholz der Schweiz 1985-2005

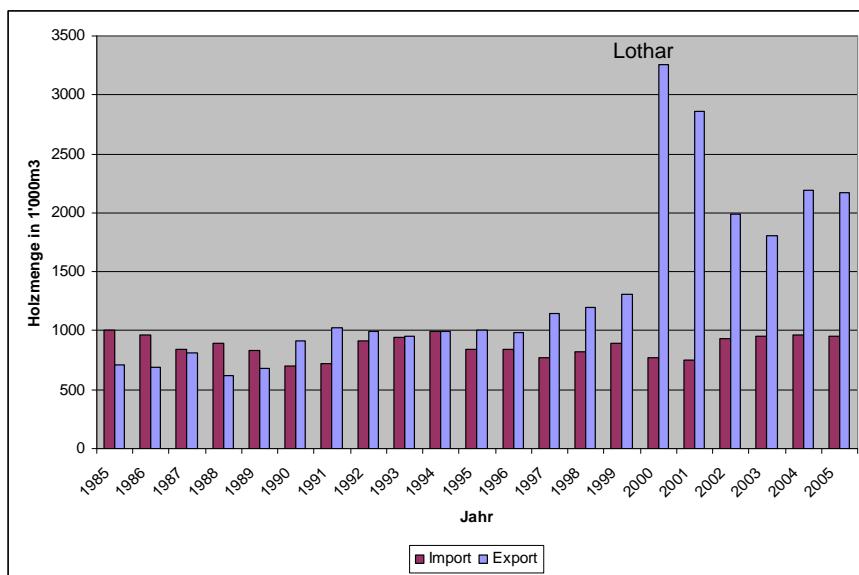


Abb. 14: Entwicklung von Import- und Export von Wald- und Restholz in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

## Bedeutung des Aussenhandels mit Waldholz

Tab. 1 zeigt das Verhältnis zwischen der Holznutzung und dem Aussenhandel der Schweiz mit Waldholz. Über die letzten rund 20 Jahre wurden durchschnittlich 5% des Inlandverbrauchs (0.3Mio. m<sup>3</sup>) durch Importe abgedeckt. Es wird deutlich, dass der Import von Waldholz bisher eine untergeordnete Rolle spielte. Der Inlandverbrauch konnte weitgehend durch die Holznutzung gedeckt werden. Es wurde jedoch deutlich mehr Holz exportiert als importiert. Ca. ein Fünftel der gesamten inländischen Holznutzung (1.1Mio. m<sup>3</sup>) wurde exportiert. Dies galt im Besonderen für das Sortiment Stammholz. Der Stammholzexport konnte erfreulicherweise nach 2005 durch eine deutliche Verbrauchssteigerung der heimischen Sägereien merklich gesenkt werden. Gemäss der Aussenhandelsstatistik betrug der Exportüberschuss von Stammholz 2008 (0.5 Mio. m<sup>3</sup>) weniger als die Hälfte gegenüber dem Jahr 2005 (1.2 Mio. m<sup>3</sup>).

Tab. 1: Schweizer Holznutzung und Aussenhandel von Waldholz in der Periode 1985-2005 (Quelle: Jahrbuch Wald und Holz 2005)

Jahr	Holznutzung 1'000m3	Inlandverbrauch 1'000m3	Import		Export	
			1'000m3	in % des Inland- verbrauchs	1'000m3	in % der Holznutzung
1985	4116	3974	564	14	706	17
1986	4628	4431	497	11	694	15
1987	4570	4127	367	9	810	18
1988	4495	4146	411	10	760	17
1989	4542	4130	409	10	821	18
1990	6262	5603	226	4	885	14
1991	4537	3807	226	6	956	21
1992	4483	3871	302	8	914	20
1993	4338	3791	313	8	860	20
1994	4610	4078	331	8	863	19
1995	4678	4084	236	6	830	18
1996	3995	3427	237	7	805	20
1997	4383	3695	230	6	918	21
1998	4845	4225	278	7	898	19
1999	4737	4085	333	8	985	21
2000	9238	6672	270	4	2836	31
2001	5662	3500	212	6	2374	42
2002	4557	3361	310	9	1506	33
2003	5121	4122	303	7	1302	25
2004	5161	3846	219	6	1534	30
2005	5285	4043	214	5	1456	28
<b>Mittelwert</b>	<b>4964</b>	<b>4144</b>	<b>309</b>	<b>8</b>	<b>1129</b>	<b>22</b>

## Rohholzimporte

Die Rohholzimportmenge blieb innerhalb des Betrachtungszeitraums ziemlich konstant. Die Importe schwankten zwischen 0.7 - 1 Mio. m<sup>3</sup>. Die Schwankungen wurden vor allem durch die variierenden Importmengen beim Rest- und Industrieholz verursacht. Das Hauptimportprodukt war Restholz für die Papier- und Zellstoffindustrie sowie für die Holzwerkstoffindustrie. Laut der Interessengemeinschaft für Industrieholz (IG Industrieholz) ist die Versorgungssicherheit der Werke ein wichtiger Grund für den Import von Restholz. Neben Restholz wurde auch Industrieholz durch die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Holzwerkstoffindustrie importiert. Stammholz wurde nur in geringen Mengen importiert. Es wurde hauptsächlich Laubstammholz eingeführt. Nadelstammholz wurde nur in Kleinstmengen importiert (Abb. 15).

### Holzimporte nach Rohholzsortimenten der Schweiz 1985-2005

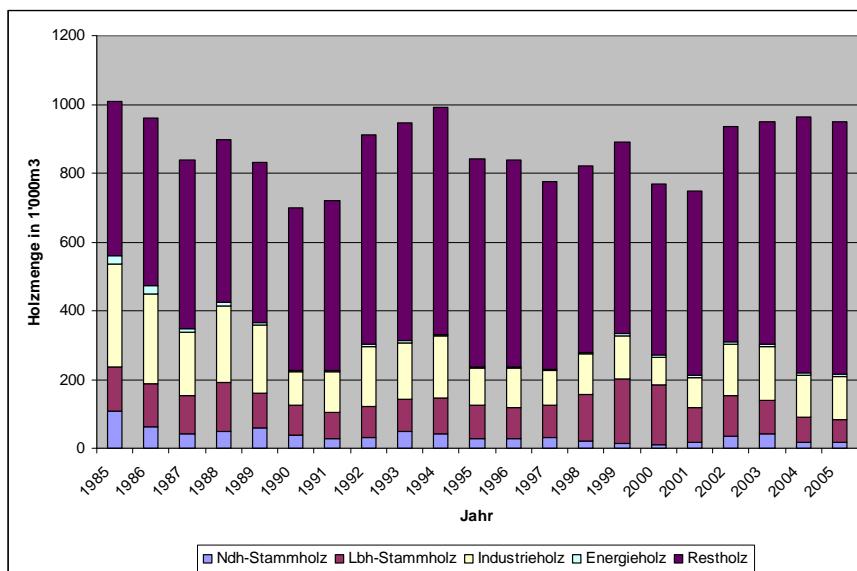


Abb. 15: Entwicklung der Rohholzimporte nach Sortimenten in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

Aus der Abb. 16 wird ersichtlich, aus welchen Ländern Rohholz importiert wurde. Die Darstellung zeigt, wie viel Prozent eines Holzsortimentes bezogen auf die ganze Importmenge des jeweiligen Sortiments aus einem bestimmten Land importiert wurde. Abgesehen von Energieholz wurde am meisten Holz aus Deutschland eingeführt. Nahezu die ganze verbleibende Rohholzimportmenge wurde aus Frankreich eingeführt. Die verbleibende Menge wurde zu Kleinstanteilen in verschiedenen Ländern, vor allem aus Europa, importiert (Abb. 16).

### Holzimporte der Schweiz nach Ländern 2005

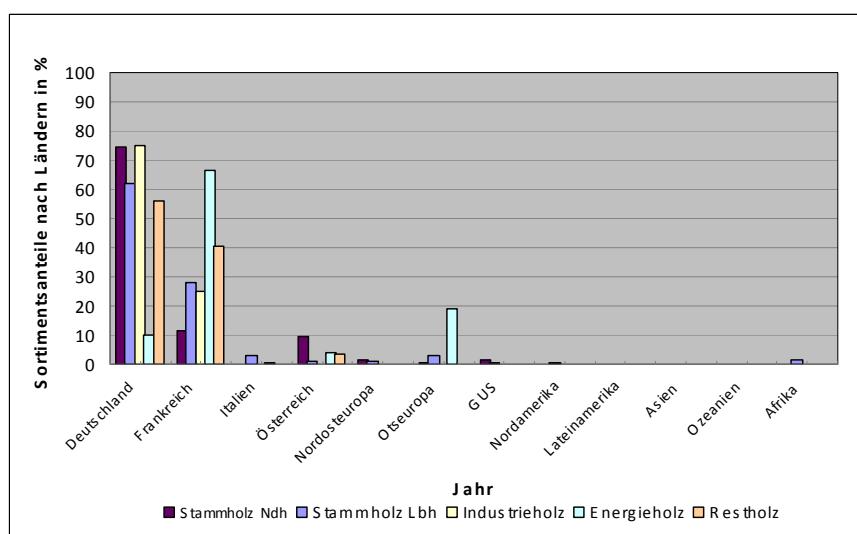


Abb. 16: Rohholzimporte der Schweiz nach Sortimenten und Importländern für das Jahr 2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

## Rohholzexporte

Die Rohholzexportmenge stieg bis zum Jahr 2000 leicht an. Infolge des Orkans „Lothar“ stieg der Export im Jahr 2000 und im Folgejahr massiv an. Danach pendelte sich der Export bei ca. 2 Mio. m<sup>3</sup> ein. Hauptexportprodukt war Nadelstammholz und Restholz. Laubstammholz wurde ebenfalls exportiert. Industrieholz sowie Energieholz wurde nur in sehr geringen Mengen ausgeführt (Abb. 17).

### Holzexporte der Schweiz nach Sortimenten 2005

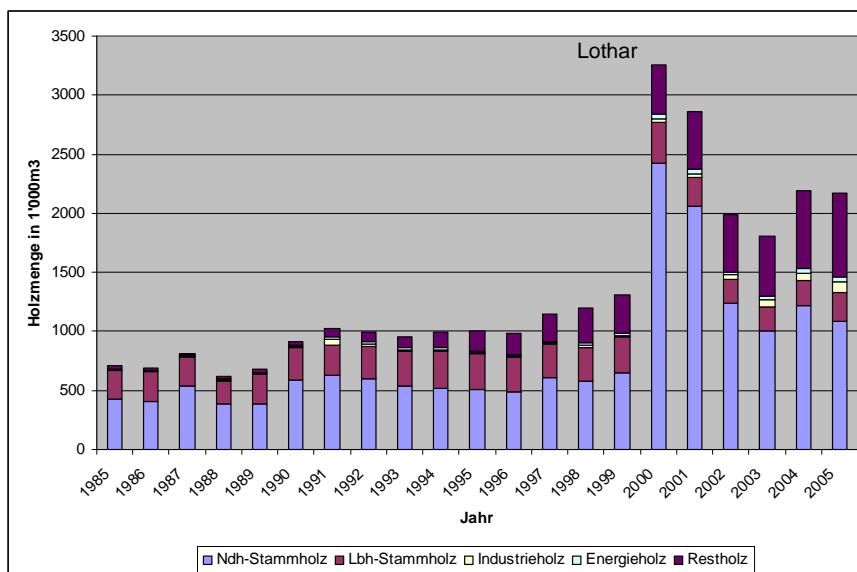


Abb. 17: Entwicklung der Rohholzexporte nach Sortimenten in der Schweiz 1985-2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

Hauptempfänger der Schweizer Rohholzexporte im Jahr 2005 war Italien. Mehr als 80% des Laubstammholzes und über 40% des Nadelstammholzes wurden nach Italien exportiert. Bei den restlichen Holzsortimenten zeigt sich ein ähnliches Bild. Mehr als 90% des Energieholzes, über 80% des Restholzes sowie mehr als 70% des exportierten Industrieholzes wurden nach Italien geliefert. Die restliche Rohholzmenge wurde in die verbleibenden Nachbarländer Deutschland, Frankreich und Österreich exportiert. Dabei wurde etwa ein Drittel der exportierten Nadelstammholzmenge nach Österreich und etwas mehr als ein Fünftel nach Frankreich ausgeführt. Mehr als ein Viertel des exportierten Industrieholzes wurde nach Deutschland geliefert (Abb. 18).

## Holzexporte der Schweiz nach Ländern 2005

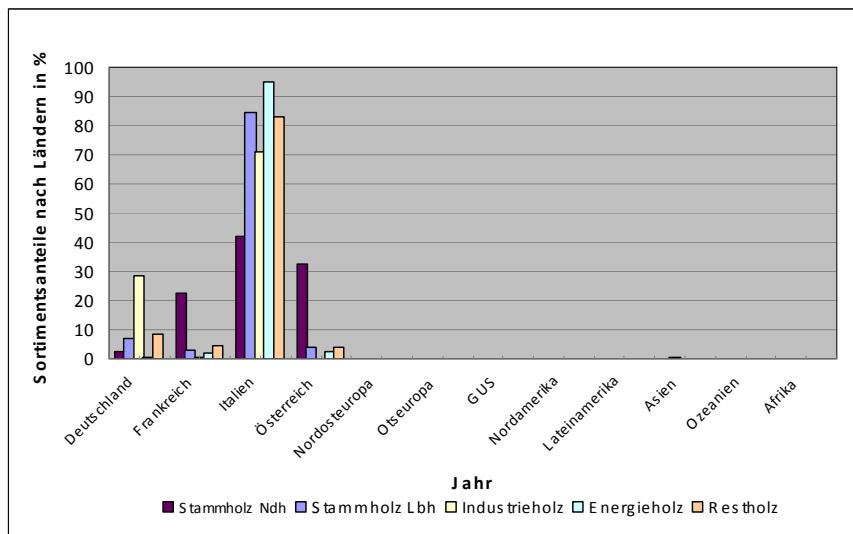


Abb. 18: Rohholzexporte der Schweiz nach Sortimenten und Empfängerländern für das Jahr 2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

## 2.4 Überblick über ausgewählte internationale Holzmärkte

Die nachfolgenden Kapitel geben einen Überblick über die Mengen- und Preisentwicklung auf den für die Schweiz relevanten internationalen Waldholzmärkten. Wegen der herausragenden Bedeutung der europäischen Waldholzmärkte werden diese besonders ausführlich beschrieben.

### 2.4.1 Gesamtüberblick Waldholzmärkte nach Kontinenten

#### Mengenentwicklung

Die weltweit grössten Produzenten von Waldholz sind Amerika und Asien. Die Holzproduktion von Amerika zeigt eine leicht steigende Tendenz. Dieser Trend verstärkte sich ab der Jahrtausendwende. Die Holzproduktion von Asien blieb innerhalb des Betrachtungszeitraums ziemlich konstant. Afrika hingegen steigerte seine Holzproduktion kontinuierlich. Die Waldholzmenge Afrikas nahm um knapp ein Viertel zu. Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion sank die Holznutzung in Europa um ca. ein Drittel. Nach einer Phase der Stabilisierung, Mitte der neunziger Jahre, konnte die Holznutzung wieder kontinuierlich gesteigert werden. Die Holzproduktion von Ozeanien ist im Verhältnis zu den übrigen Weltregionen eher unbedeutend (Abb. 19).

## Waldholzmärkte nach Kontinenten 1985-2005

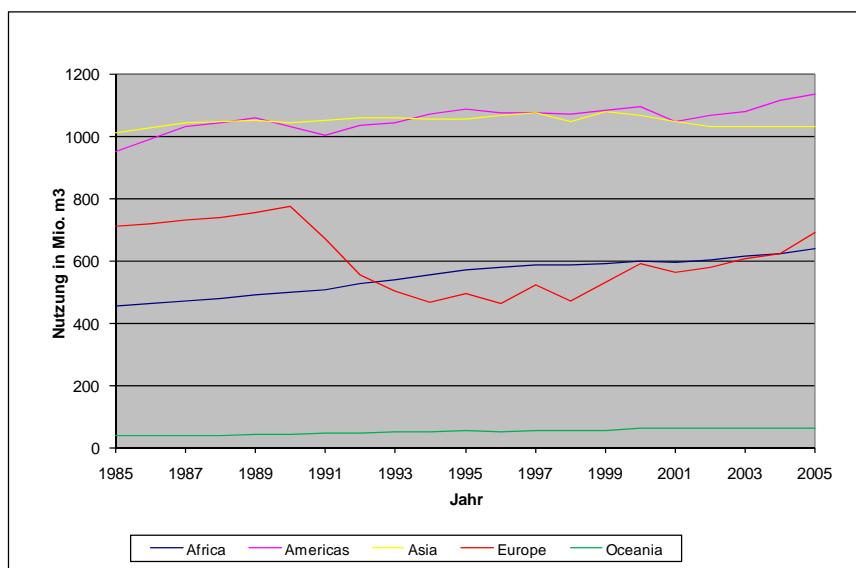


Abb. 19: Mengenentwicklung auf den Waldholzmärkten der Kontinente 1985-2005 (Quelle: FAO).

## Preisentwicklung

Die Preisentwicklung der Waldholzmärkte wird über die Exportpreise in US-Dollar gemessen. Es bestehen deutlich unterschiedliche Preisniveaus auf den Weltholzmärkten. Die Preisentwicklung verlief jedoch auf allen Weltmärkten ziemlich gleichläufig. Seit der Jahrtausendwende wurden die Preisunterschiede zwischen den internationalen Holzmärkten zunehmend kleiner. Dies könnte darauf zurück zu führen sein, dass die Weltholzmärkte in zunehmendem Austausch und somit auch in zunehmender preislicher Konkurrenz stehen. Innerhalb der ersten zehn Jahre stiegen die Exportpreise für Waldholz auf allen Weltholzmärkten an. Danach sanken die Preise wieder und stabilisierten sich auf einem leicht höheren Niveau. Im internationalen Vergleich erzielte der ozeanische Holzmarkt die höchsten Preise. Die höchsten Preise für Waldholz wurden auf den Holzmärkten von Amerika und Europa erzielt (Abb. 20).

## Waldholzpreise nach Kontinenten 1985-2005

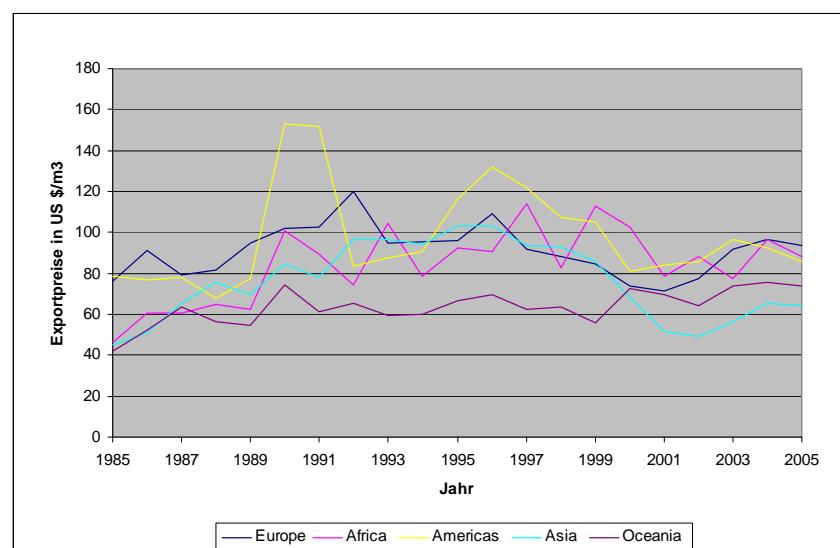


Abb. 20: Preisentwicklung der

Waldholzmärkte nach Kontinenten 1985-2005 (Quelle: FAO).

## 2.4.2 Der Europäische Waldholzmarkt im Überblick

Nachfolgend wird ein Überblick über die europäischen Waldholzmärkte sowie deren Preisentwicklung gegeben. Ein erstes Teilkapitel zeigt die Entwicklung nach geographischen Grossregionen auf. Danach wird die Entwicklung wichtiger Teilmärkte innerhalb der EU dargestellt und Folgerungen daraus gezogen.

### 2.4.2.1 Allgemeine Entwicklung

Der europäische Waldholzmarkt folgt hinsichtlich der Mengenentwicklung der weltweiten Tendenz nach oben. Während der Laubholzeinschlag in Europa jedoch stagniert, ist der Einschlag von Nadelholz seit Anfang der 1990er um mehr als 50% gestiegen (vgl. Abb. 21).

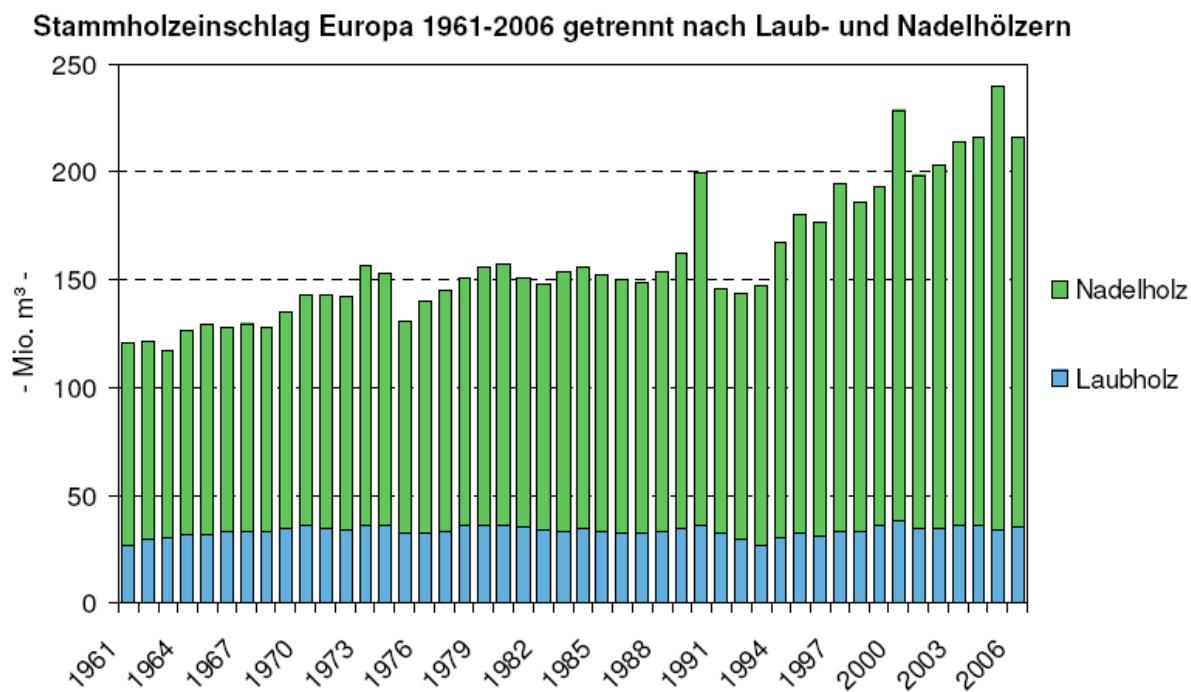


Abb. 21: Entwicklung der Stammholzbereitstellung in Europa (EU 27) (Quelle: Pöyry, 2008).

Gemäss einer Studie des Verbands der Deutschen Sägeindustrie fallen bei der Analyse der zeitlichen Entwicklung der Holzbereitstellung in Europa drei wesentliche Aspekte auf:

Der Einschlag von Laubhölzern entspricht aktuell ca. 16% des gesamten Stammholzeinschlags. Nadelstammholz ist mit 84% bedeutender.

Der Einschlag von Nadelstammholz hat sich seit 1960 nahezu verdoppelt. Hingegen wies der Laubholzeinschlag seit 1961 nur ein sehr moderates Wachstum von ungefähr 25% auf und stagniert annähernd auf dem Niveau von 1990.

Die Nadelholzindustrie weist eine ausgeprägte Zykлизität auf, die in direktem Zusammenhang mit den großen Windwurf-Ereignissen steht (z.B. die Orkane „Wiebke“ 1990, „Lothar“ 1999, „Gudrun“ 2005, „Kyrill“ 2007).

Der wichtige Nadelstammholzmarkt stieg mengenmässig deutlich an (+87% EU 1985 – 2005). Dies ist vor allem auf die Aus- und Neubautendenzen der Sägeindustrie zurückzuführen, die in den letzten Jahren – vor allem in Süddeutschland und Österreich stattfanden, zurückzuführen (vgl. Abb. 22).

## Nadelholzsägewerke in Süddeutschland, Österreich und der Schweiz

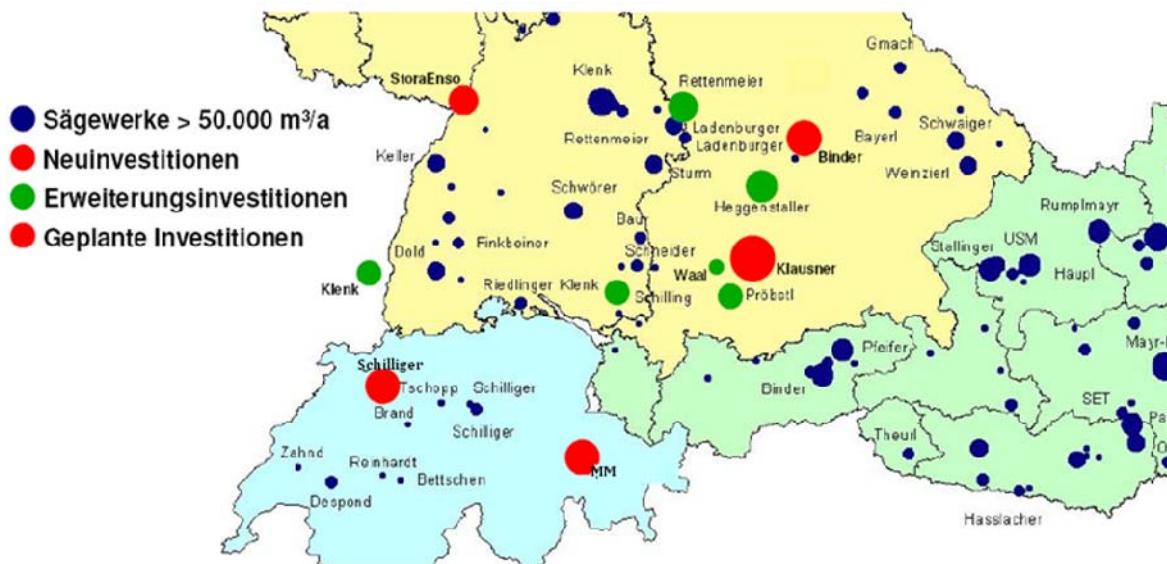


Abb. 22: Sägewerksstandorte in Deutschland, Österreich und der Schweiz (Quelle: Pöyry, 2005).

Aufgrund von Nivellierungstendenzen bei den Holzpreisen zwischen den europäischen Ländern konnten aber innerhalb Europas keine nennenswerte Preissteigerung realisiert werden.

Seit der Jahrtausendwende zeigte sich ein Trend hin zu einer vermehrten Produktion von Energieholz bei den waldholzproduzierenden Ländern der EU. Diese Entwicklung dürfte sich vor dem Hintergrund der prognostizierten, weiteren Verteuerung fossiler Energieträger noch zunehmend verstärken. Neben der grundsätzlichen Möglichkeit, mit dem regenerativen Energieträger Holz, nicht regenerative Energieträger, wie Erdöl, Kohle oder Erdgas zu substituieren, wird vor allem in der CO<sub>2</sub> – Neutralität sowie die regionale Verfügbarkeit ein grosser Vorteil gesehen. Damit können sich vor allem waldreiche Länder unabhängiger von Ölimporten machen und gleichzeitig angestrebte Klimaschutzziele realisieren.

Laut einer Studie von A. T. Kearney (2008) wird die Nachfrage nach Rohholz in Europa auch im kommenden Jahrzehnt weiter ansteigen. Gleichzeitig wird es immer schwieriger, angebotsseitig mit dieser Nachfrage Schritt zu halten, da das vorhandene, theoretische Rundholzpotenzial im Wald aufgrund wirtschaftlicher, technischer aber auch ökologischer Restriktionen nicht volumnäßig nutzbar gemacht werden kann. Dadurch besteht die Gefahr, dass es zu Versorgungsgängen - vor allem bei den gefragten Nadelstammholzsortimenten - kommen wird. Zudem wird eine zunehmende Preisvolatilität vorausgesagt. Diese Entwicklung führt zu einer Steigerung des Handelsvolumens über die Grenzen hinweg, wobei besonders der Import aus den östlichen Nachbarstaaten der EU zunehmen wird. Die Studie geht im Jahr 2020 von Holzimporten in die EU in Höhe von 138 m<sup>3</sup> aus. Diesem Trend steht aber wiederum entgegen, dass Russland Exportzölle auf Rohholz erheben will, um die Weiterverarbeitung von Holz im eigenen Land anzusiedeln bzw. zu binden.

Zunehmende Engpässe auf den europäischen Holzmärkten haben zweifellos auch Auswirkungen auf den Schweizer Holzmarkt. Geht man jedoch von einer gleichen Wettbewerbsfähigkeit der jeweiligen Abnehmerindustrien aus, so sind keine grundlegenden Änderungen auf den Exportmärkten zu erwarten.

## 2.4.2.2 Grossregionen Europas

### Mengenentwicklung

Der europäische Waldholzmarkt war stark durch den Zusammenbruch der Sowjetunion beeinflusst. Nach dem Fall der Berliner Mauer 1989 und dem Zusammenbruch der Sowjetunion 1991 brach die osteuropäische Holzproduktion deutlich ein. Innerhalb von vier Jahren sank die Waldholzproduktion von Osteuropa auf weniger als die Hälfte der ursprünglichen Menge. Nach einer kurzen Phase der Stabilisierung Mitte der neunziger Jahre steigerte Osteuropa seine Waldholzproduktion wieder um mehr als ein Drittel. Während sich die Waldholzmengen des nordeuropäischen Marktes innerhalb des Betrachtungszeitraumes etwa verdoppelten, blieben die Waldholzmengen von Süd- und Westeuropa ziemlich konstant (Abb. 23).

### Waldholzmärkte Europas 1985-2005

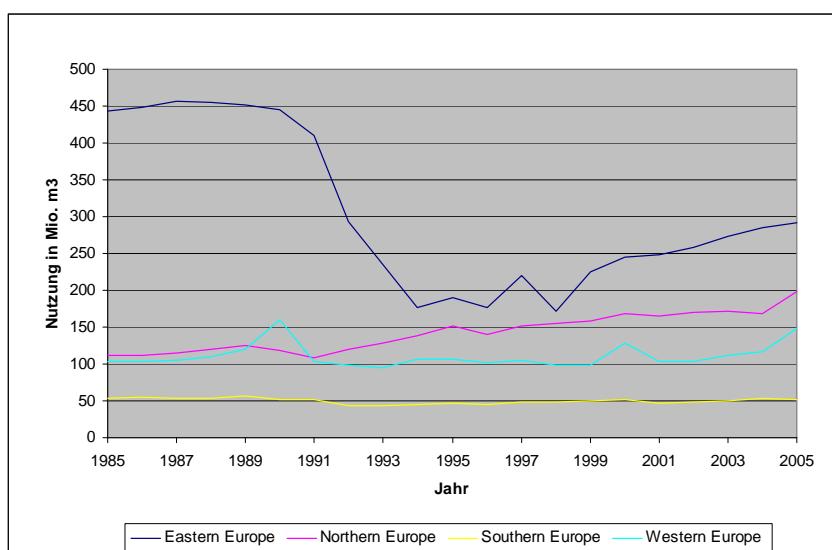


Abb. 23: Mengenentwicklung auf den Waldholzmärkten Europas 1985-2005 (Quelle: FAO).

### Preisentwicklung

Die Preisentwicklung auf den europäischen Waldholzmärkten verlief weitgehend gleichläufig. Die Preisunterschiede der Märkte sind seit der Jahrtausendwende relativ gering. Einige Ausnahme bildet das deutlich tiefere Preisniveau von Westeuropa. Der Hauptgrund dafür ist der Jahrhundertorkan „Lothar“. In ganz Europa wurden dabei ca. 200 Mio. m<sup>3</sup> Holz geworfen<sup>15</sup>, der Hauptanteil davon in Westeuropa. Am stärksten betroffen war Frankreich mit ca. 140 Mio. m<sup>3</sup> Schadholz<sup>16</sup>. Infolge des Überangebotes an Waldholz brachen die Preise ein.

Trotz einer Erholung der Preise ab 2002 blieb das Preisniveau um mehr als Drittelp tiefer, als das Preisniveau der übrigen Europäischen Grossregionen (Abb. 24).

<sup>15</sup> Vgl. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 2009

<sup>16</sup> Vgl. Waldwissen.net: Dossier Sturm und Windwurf. 2005

## Waldholzpreise Europas 1985-2005

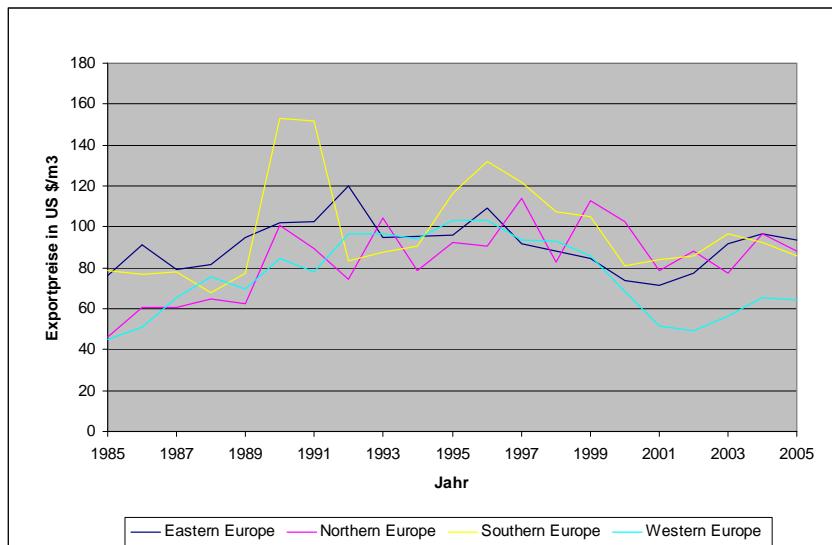


Abb. 24: Preisentwicklung der Waldholzmärkte Europas 1985-2005 (Quelle: FAO).

### 2.4.2.3 Vergleich ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz

In den folgenden Abschnitten wird die Mengen- und Preisentwicklung der sechs grössten Waldholzproduzenten der EU sowie Italien und der Schweiz beschrieben. Betrachtet werden die Gesamtwaldholzmengen sowie die für die vorliegende Studie wichtigen Teilmärkte Nadelstammholz und Energieholz. Die mengenmässig bedeutendsten Waldholzproduzenten in der Europäischen Union sind in absteigender Reihenfolge nachfolgend aufgelistet:

- Schweden,
- Finnland,
- Deutschland,
- Frankreich,
- Polen und
- Österreich.

### Vergleich der Gesamtwaldholzmengen

Zu den bedeutendsten Waldholzproduzenten der EU gehören die skandinavischen Länder Schweden und Finnland. Sie verzeichneten ein kontinuierliches Wachstum über die ganze Betrachtungsperiode. Schweden steigerte seine Holzproduktion um ca. 30% (ausgenommen im Sturmjahr 2005, Orkan „Gudrun“). Das Wachstum von Finnland fiel mit einem knappen Drittel etwas geringer aus. Polen steigerte seine Holzproduktion ebenfalls seit Mitte der Neunzigerjahre um etwa einen Dritt. Die Holzproduktion der übrigen Länder blieb ziemlich stabil.

Eine Ausnahme bildet dabei Deutschland, dass zwar stark geprägt durch das Sturmereignis „Vivian“ 1990 grosse Sturmholzmengen auf den Markt brachte, aber insgesamt bis zum Ende des letzten Jahrtausends die Holzmenge nicht steigern konnte. Ab 2000 stieg die Waldholzmenge Deutschlands jedoch innerhalb von fünf Jahren um fast die Hälfte (Abb. 25).

### Waldholzmengen ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz 1985-2005

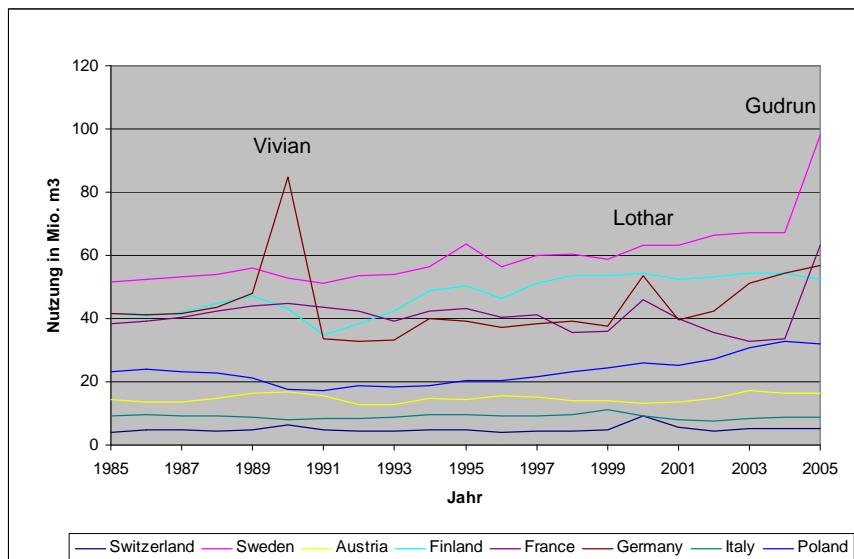


Abb. 25: Mengenentwicklung auf den Waldholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: FAO).

### Vergleich der Gesamtwaldholzpreise

Die wichtigsten Waldholzproduzenten der EU zeigen unterschiedliche Preisniveaus. Die Preisunterschiede sind innerhalb der Betrachtungsperiode, insbesondere nach der Jahrtausendwende, tendenziell kleiner geworden. Die im Ländervergleich höchsten Holzpreise erzielte Finnland, gefolgt von Österreich und der Schweiz. Insgesamt sind die Exportpreise für Waldholz bis anfangs der Neunzigerjahre angestiegen und nach einer Phase der Stabilisierung im letzten Viertel des Betrachtungszeitraums wieder gesunken. Ein wichtiger Grund für das Absinken der Preise um das Jahr 2000 war der Orkan „Lothar“, der den mitteleuropäischen Holzmarkt mit grossen Schadholzmengen überschwemmte. Die Exportpreise von Italien sind nicht dargestellt, da sie jährliche Preisschwankungen von über 300% und Exportpreise von über 500 US-Dollar/m<sup>3</sup> aufweisen. Diese Preisentwicklung erscheint nicht realistisch (Abb. 26).

## Waldholzpreise ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz 1985-2005

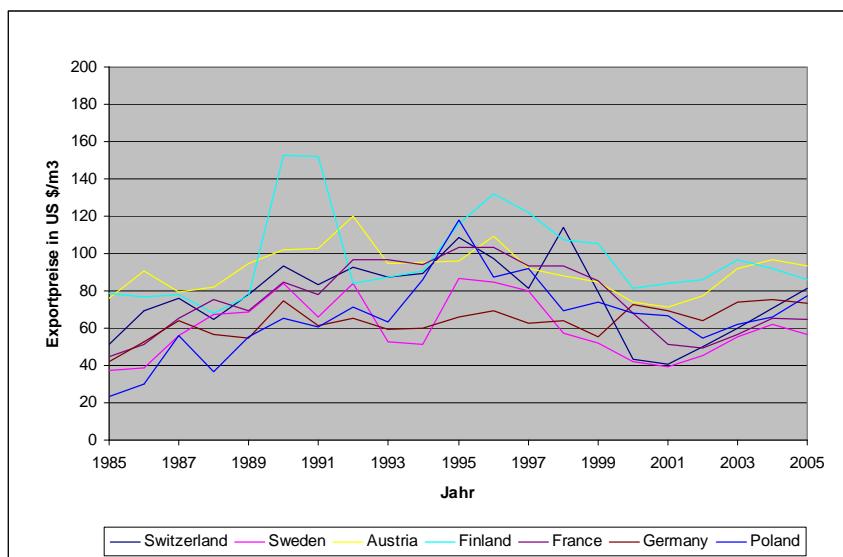


Abb. 26: Preisentwicklung auf den Waldholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: FAO).

### Vergleich der Nadelstammholzmengen

Abb. 27 zeigt die Mengenentwicklung von Nadelstammholz. Die Entwicklung auf den Nadelstammholzmärkten zeigt ein ähnliches Bild wie auf den Gesamtwaldholzmärkten. Mit Ausnahme von Italien ist in allen aufgeführten Ländern die Nadelstammholzmenge angestiegen. Deutschland realisierte die grösste Mengensteigerung. Innerhalb des Betrachtungszeitraums steigerte Deutschland seine Nadelstammholzproduktion um fast 100%. Deutlich kann auch der Einfluss der Sturmereignisse „Vivian“, „Lothar“ und „Gudrun“ beobachtet werden (Abb. 27).

## Nadelstammholzmengen ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz 1985-2005

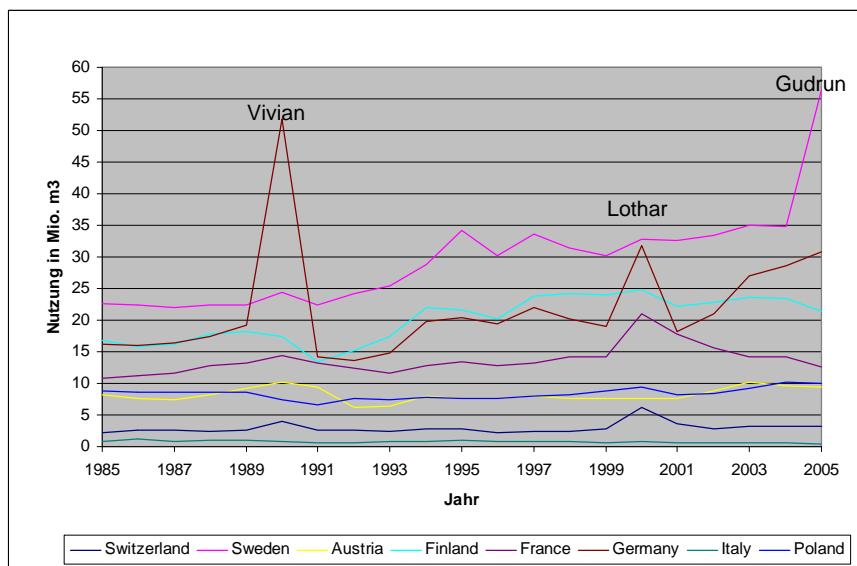


Abb. 27: Mengenentwicklung auf den Waldholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: FAO).

## Vergleich der Nadelstammholzpreise

Anmerkung: Da keine längeren Zeitreihen über die Nadelstammholzexportpreise durch die FAO, die UNECE-Timbersektion sowie des statistischen Amtes der Europäischen Gemeinschaften verfügbar sind, wurde auf den kombinierten Nadelstamm- und Nadelindustrieholzexportpreis der UNECE-Timbersektion zurückgegriffen. Die exportierten Nadelindustrieholzmengen waren im Vergleich zu den Nadelstammholzmengen gering. Somit widerspiegeln die Preise stark die Entwicklung beim Nadelstammholz. Der Index ist ab 1989 durchgehend verfügbar.

Auch beim Nadelstamm- und Industrieholzpreis gibt es innerhalb von Zentraleuropa deutliche Preisunterschiede. Die höchsten Preise erzielten Finnland und Österreich. Frankreich und Schweden erzielten die tiefsten Preise. Die Nadelstamm- und Industrieholzpreise sind innerhalb der Betrachtungsperiode gesunken. Der Preiseffekt des Orkans „Lothar“ kann beim Nadelstamm- und Industrieholzpreis gut beobachtet werden. Die Exportpreise von Italien sind aufgrund unrealistisch erscheinender Preisschwankungen (vgl. Gesamtmarktpreise) nicht dargestellt (Abb. 28).

## Nadelstamm- und Industrieholzpreise ausgewählter EU-Staaten und der Schweiz 1985-2005

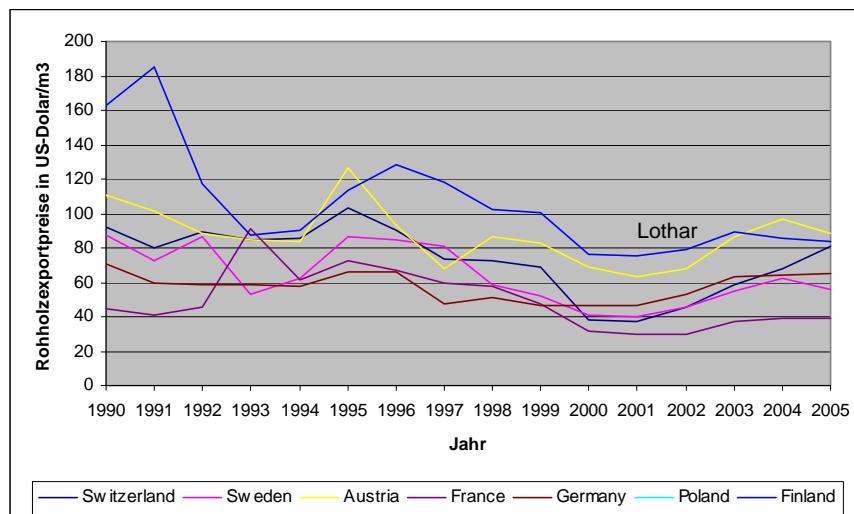


Abb. 28: Preisentwicklung auf den Nadelstamm- und Industrieholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: UNECE)

## Vergleich der Energieholzmengen

Die Energieholzproduktion hat in allen betrachteten Ländern, mit Ausnahme von Polen, zugenommen. Schweden, Finnland und Italien haben ihre Energieholzproduktion deutlich gesteigert. Ab der Jahrtausendwende haben alle Länder, mit Ausnahme von Schweden, ihre Energieholzproduktion deutlich erhöhen können (Abb. 29). Die Energieholzproduktion von Frankreich ist nicht dargestellt, da sie nicht realistisch erscheint. Während die Produktion über die ersten zehn Jahre auf einem konstanten Niveau verharrte, sank sie danach um mehr als zwei Drittel und stieg im Jahr 2005 um das Vierzehnfache an.

## Energieholzmärkte ausgewählter EU-Staaten 1985-2005

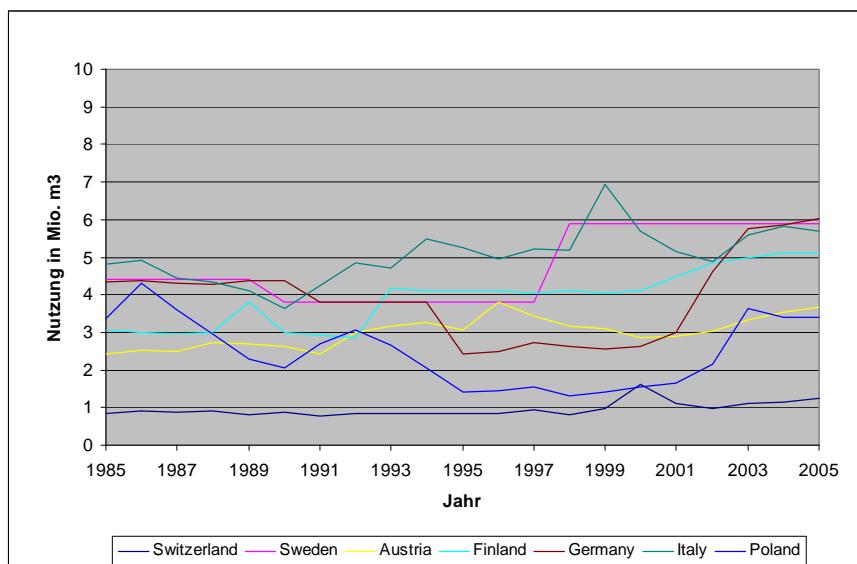


Abb. 29: Mengenentwicklung auf den Energieholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: FAO).

## Vergleich der Energieholzpreise

Die Exportpreise von Energieholz streuen teilweise stark. Die höchsten Preise wurden laut der FAO von Deutschland erzielt. Der höchste Wert betrug 2003 im Durchschnitt 524 US-Dollar pro Kubikmeter exportiertem Energieholz. Es stellt sich somit die Frage über die Datenqualität bzw. die exakte Deklaration des Holzes beim Zollamt. Es scheint nicht plausibel, dass Energieholz zu den genannten Preisen gehandelt wird. Auf eine Darstellung der Exportpreise von Deutschland wurde deshalb verzichtet. Dieselbe Frage stellt sich auch im Fall von Österreich und Frankreich. Die restlichen Daten erscheinen jedoch plausibel. Werden die vertrauenswürdig erscheinenden Daten genauer analysiert, kann ein deutlicher Trend hin zu steigenden Energieholzpreisen ab ca. 2001 festgestellt werden. Sehr ausgeprägt ist dieser Trend in der Schweiz und Italien (Abb. 30).

## Energieholzpreise ausgewählter EU-Staaten 1985-2005

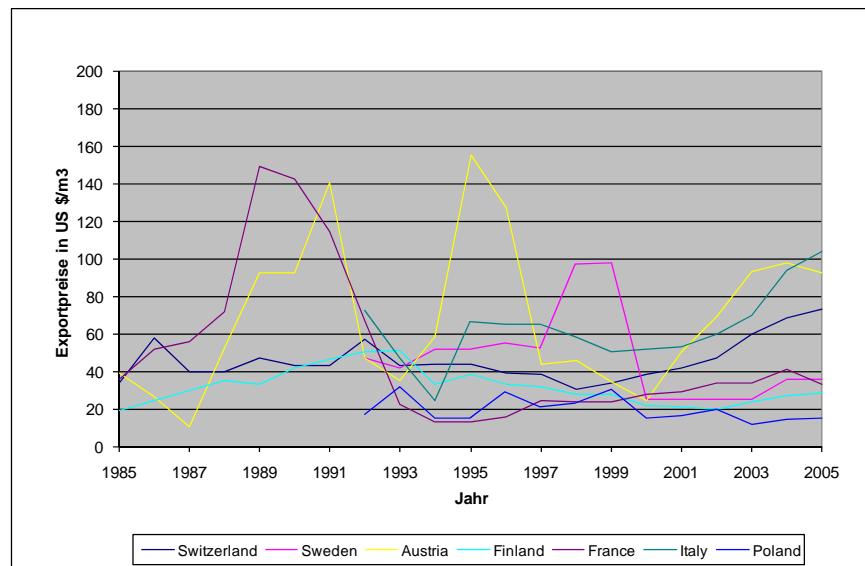


Abb. 30: Preisentwicklung auf den Energieholzmärkten ausgewählter EU-Staaten sowie der Schweiz 1985-2005 (Quelle: FAO).

## 2.5 Künftige Entwicklung der internationalen Waldholzmärkte

### 2.5.1 Allgemeine Trends

Längerfristige quantitative Prognosen über die künftige potenzielle Holzproduktion und die Nachfrage nach Holzprodukten sowie deren Preisentwicklung existieren nur wenige. Die existierenden Studien versuchen anhand der bisherigen Entwicklung (Trendextrapolation) sowie durch Einschätzung allgemein relevanter Angebotsparameter wie z.B. den naturalen Gegebenheiten (Waldfläche, Bestockung, Vorrat und Zuwachs) und beeinflussenden Parametern der Holznachfrage wie z.B. dem Bevölkerungswachstum oder der konjunkturellen Entwicklung die künftig zu erwartenden Angebots- und Nachfragemengen durch Simulationsmodelle einzuschätzen. Alle Studien gehen von einem weltweiten Anstieg der Holzproduktion innerhalb der nächsten zwanzig Jahre aus. Hauptgrund des Produktionsanstiegs ist die steigende Nachfrage, ausgelöst durch die wachsende Weltbevölkerung. Zudem tragen die technologischen Fortschritte in der Tragwerkskonstruktion mit Holz sowie der Biomasseboom (Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse) zum Anstieg der Holznachfrage bei. Es wird von einem Wachstum bei allen Waldrohholzsortimenten ausgegangen<sup>17</sup>. Energieholz wird künftig eine grössere Bedeutung zugeschrieben. Insbesondere in Europa wird durch die ehrgeizigen Ziele der EU-Kommission, einen Anteil von 20% erneuerbarer Energie am gesamten EU-Energiemix bis 2020 zu erreichen, die Energieholznachfrage weiter forciert<sup>18</sup>. Durch technologische Fortschritte bei den Holzfeuerungsanlagen und der Verteuerung fossiler Energieträger, bedingt durch die steigende Nachfrage und gleichzeitige zunehmende Verknappung fossiler Brennstoffe, nimmt die Konkurrenzfähigkeit des Energieträgers Holz weiter zu. Dieser Trend dürfte den Biomassenboom weiter verstärken, zumal der nachwachsende Rohstoff CO<sub>2</sub>-neutral ist und unmittelbar vor Ort verfügbar ist.

### 2.5.2 Globale Entwicklungen

Die steigende weltweite Rundholznachfrage kann mittlerweile nur mehr in bestimmten Regionen durch eine Mehrnutzung abgedeckt werden. Vor allem im borealen Nadelholzgürtel, in weit geringerem Umfang aber auch in Zentraleuropa bestehen theoretisch noch Möglichkeiten einer Mehrnutzung (vgl. Abb. 31). So wurde beispielsweise in der russischen Föderation, mit einer Waldfläche von 772 Mio. Hektar, im Jahr 2007 lediglich 24 % des genehmigten Hiebsatzes tatsächlich eingeschlagen. Bei der Einschätzung von Holznutzungspotenzialen muss jedoch betont werden, dass eine tatsächliche Nutzung von einer Reihe von wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Faktoren abhängig ist. So ist es in vielen Regionen Russlands aufgrund der fehlenden Walderschliessung nicht möglich, mehr Holz zu nutzen (Durchschnittliche Erschliessung in Russland 1 Laufmeter/Hektar, durchschnittliche Erschliessung in der Schweiz gemäss LFI 2 26.2 Laufmeter/Hektar). In anderen Regionen ist aufgrund der Topographie eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung ausgeschlossen.

In Regionen, wie beispielsweise Südamerika, ist eine Erhöhung des Holzangebots über Plantagenholz möglich. Experten gehen davon aus, dass sich die weltweiten Anbauflächen für Plantagenholz bis 2020 nahezu verdoppeln werden (2005: 17 Mio. Hektare weltweit – 2020: 31 Mio. Hektare weltweit).

<sup>17</sup> Vgl. IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

<sup>18</sup> Vgl. ATKearny: Steigende Holzknappheit erfordert europaweites Umdenken. Pressemitteilung. 2007

Dennoch darf nicht verschwiegen werden, dass das Decken der weltweiten Nachfrage nach Rohholz eine grosse Herausforderung für die Zukunft darstellen wird und regionale bzw. zeitliche Verknappungstendenzen zu befürchten sind.

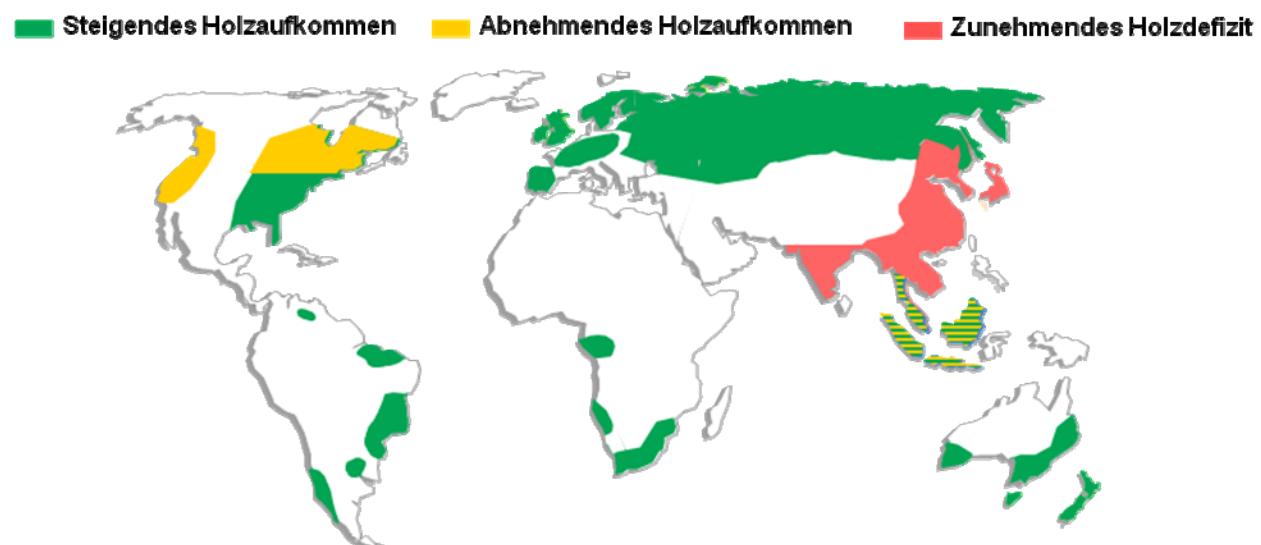


Abb. 31: Regionen mit künftig steigendem und abnehmendem Holzaufkommen sowie mit einem erwarteten Holzdefizit (Quelle: Pöyry).

Trotz der Globalisierungstendenzen ist Rohholz - zumindest bisher - kein global gehandelter Rohstoff. Die industrielle Nutzung von Rohholz erfolgt grösstenteils in der Region. Grössere Transportbewegungen erfolgen erst im be- bzw. weiterverarbeiteten Zustand, z.B. als Papier oder Schnittware.

Nur ein geringer Anteil des Rohholzes wird über weitere Distanzen gehandelt (9% des globalen Bedarfs). Die bedeutendsten Rohholzströme gehen von Russland, Asien und Osteuropa aus (vgl. Abb. 32).

**Bedeutende überregionale Handelsströme 2006 (Mio. m<sup>3</sup>)**

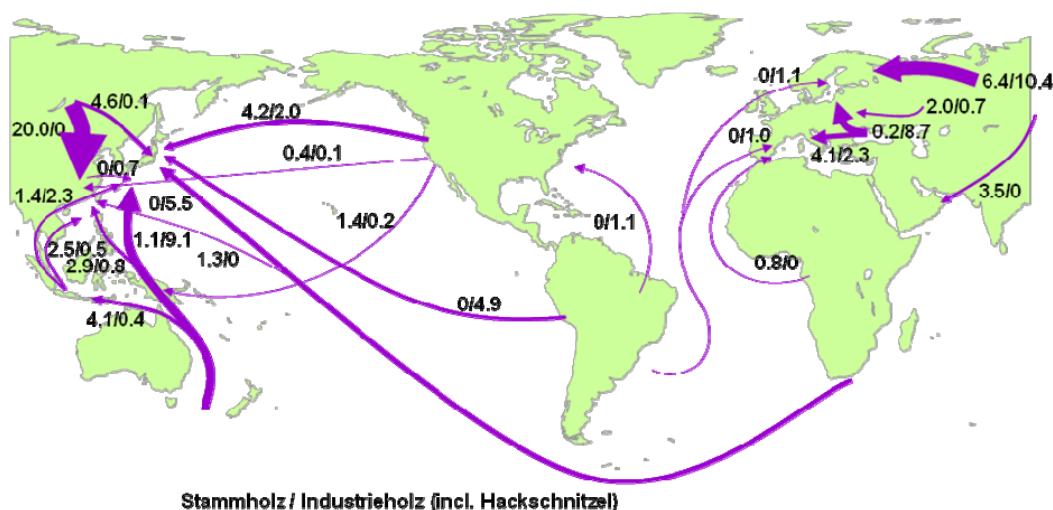


Abb. 32: Weltweite Rohholz -Handelsströme (Quelle: Pöyry, 2008).

## 2.5.3 Entwicklung in Europa

Die Nachfrage nach Holz in Europa wird voraussichtlich deutlich ansteigen. Laut einer Studie von ATKearny<sup>18</sup> kann der jährliche Holzeinschlag der europäischen Forstwirtschaft nicht mit dem stetig wachsenden Bedarf der EU Schritt halten. Die Autoren der Studie gehen davon aus, dass sich der Netto-Importbedarf der EU bis 2020 auf 138 Mio. m<sup>3</sup> Holz mehr als verdoppeln wird (im Vergleich zu 2007). Als treibende Faktoren werden die neuen EU-Biomasse-Ziele und das Wirtschaftswachstum in Osteuropa als wesentliche Ursachen genannt. Russland könnte in Zukunft zu einem entscheidenden, aber zugleich unsicheren Partner für die europäische Holzversorgung werden. Derzeit bilden sich in einer ersten Reaktion aus lokalen Märkten regionale Mega-Cluster mit starken bilateralen Handels- und Transportströmen. „Zunehmende Preisvolatilität und potenzielle Engpässe veranlassen etwa die Platten- oder Papierindustrie, eigene Wälder zu kaufen oder neue Produktionsstandorte in der waldreichen GUS zu errichten“<sup>18</sup>.

### EU-Importe

Bis 2020 wird der Holzverbrauch der EU 27 voraussichtlich um jährlich 1,1% steigen. Die neuen EU-Länder werden mit einem erwarteten Wachstum von 1,6% sogar über dem Durchschnitt liegen. Gründe dafür sind der steigende Rohstoffbedarf der holzverbrauchenden Branchen, insbesondere der Energiewirtschaft. Der Nettozuwachs der Wälder zeigt theoretisch noch eine Wachstumsreserve, die jedoch wegen topografischer oder ökologischer Einschränkungen nicht wirtschaftlich genutzt werden kann. Die damit drohende Versorgungslücke muss somit über Importe geschlossen werden. Insgesamt wird von einem Anstieg der Holzimporte in die EU bis 2020 auf 138 Mio. m<sup>3</sup> ausgegangen und sich damit mehr als verdoppeln. Etwa 60 Mio. m<sup>3</sup> sind laut den Berechnungen von ATKearny

dem Effekt der neuen Bioenergie-Ziele der EU zuzuschreiben. Somit wird die Abhängigkeit der EU von der Holzbeschaffung ausserhalb Europas künftig zunehmen<sup>19</sup>.

## 2.5.4 Entwicklung auf den internationalen Waldholzmärkten

Eine 2006 publizierte Studie<sup>20</sup> der IIASA Laxenburg quantifizierte mittels Szenarioanalysen verschiedene mögliche Entwicklungen bezüglich der Mengen und Preise auf den internationalen Waldholzmärkten. Nachfolgend werden wichtige Ergebnisse aus der genannten Studie zusammenfassend dargestellt.

### 2.5.4.1 Stammholzproduktion

#### Mengenentwicklung

Gemäss den Modellrechnungen der IIASA steigt die Stammholzproduktion in fast allen Weltregionen bis 2030 an. Das grösste Wachstum wird in den Regionen Südamerika, Russland und den USA erwartet. Südamerika wird voraussichtlich die grössten Stammholzmengen auf den internationalen Holzmarkt bringen (400 Mio. m<sup>3</sup> 2030 im Basisszenario). Russland folgt auf Platz zwei mit ca. 300 Mio. m<sup>3</sup> und kann somit seine Stammholzproduktion um mehr als 300% gegenüber 2005 steigern. Drittgrösster Holzproduzent 2030 ist die USA mit voraussichtlich 280 Mio. m<sup>3</sup> (180 Mio. m<sup>3</sup> 2005). Andererseits wird aufgrund von Umweltschutzauflagen und vermehrter Holzmobilisierung in Kanada ein Produktionsrückgang von 15% im Vergleich zu 2005 erwartet. Ebenso wird ein Produktionsrückgang in China in der Grössenordnung von knapp 2% prognostiziert. In Europa können vor allem Nord- und Nordwesteuropa die Stammholzproduktion steigern.

<sup>19</sup> Vgl. ATKearny: Steigende Holzknappheit erfordert europaweites Umdenken. Pressemitteilung. 2007

<sup>20</sup> Vgl. IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

In Nordeuropa steigt die Produktion auf ca. 90 Mio. m<sup>3</sup> im Jahr 2030 (60 Mio. m<sup>3</sup> 2005), gefolgt von Nordwesteuropa mit ca. 60 Mio. m<sup>3</sup> und Zentraleuropa mit ca. 45 Mio. m<sup>3</sup> 2030. Relativ betrachtet verzeichnet Südosteuropa und die Mittelmeerregion das grösste Wachstum mit 100% respektive 50% Wachstumsraten von 2005 bis 2030<sup>20</sup> (Abb. 33).

### Erwartete Stammholzmengen nach Weltregionen 2005 und 2030

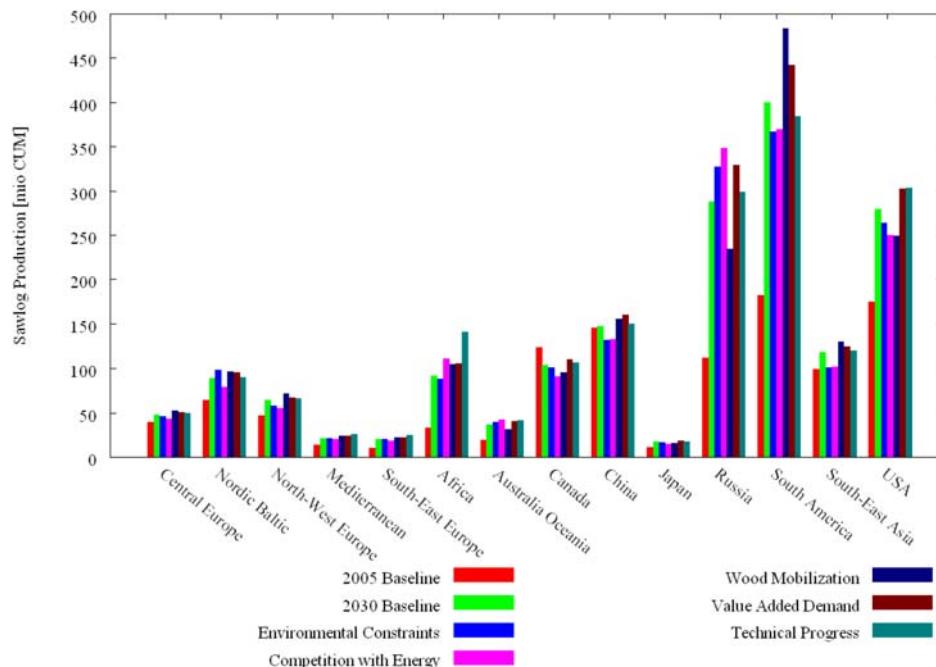


Abb. 33: Erwartete Stammholzmengen nach Weltregionen 2005 und 2030 in Mio. m<sup>3</sup> bei verschiedenen Szenarien (Quelle: IIASA).

### Preisentwicklung

In nahezu allen Szenarien wird ein Preisanstieg beim Stammholz bis 2030 prognostiziert. In den verschiedenen Weltregionen verlaufen die Preisentwicklungen jedoch sehr unterschiedlich ab. Es wird sich voraussichtlich kein einheitlicher, globaler Holzpreis einstellen. Die höchsten Preise werden in China, Japan und Südostasien erwartet, mit einem Preisniveau von ca. 80 US\$ pro m<sup>3</sup> (58 US\$ pro m<sup>3</sup> 2005). Ebenfalls hohe Preise werden in Südamerika prognostiziert (78 US\$ pro m<sup>3</sup>). Die prozentual höchsten Preissteigerungen werden in Asien und Russland erwartet (ca. 70% gegenüber 2005), gefolgt von Kanada und den USA mit ca. 50% Preisanstieg. Gleichwohl bleibt das erwartete Preisniveau dieser Regionen absolut betrachtet am geringsten.

Auch in Europa wird ein relativ hohes Preisniveau erwartet. Im Nordwesten und Süden Europas wird mit einem Preisniveau von ca. 70 US\$ pro m<sup>3</sup> gerechnet, gefolgt von Nordeuropa und der Mittelmeerregion mit einem prognostizierten Preis von ca. 65 US\$ pro m<sup>3</sup>. Relativ betrachtet steigt der Preis in Nordwest- und Nordeuropa am stärksten (30-35%) bis 2030. Der geringste relative Preisanstieg wird voraussichtlich in Zentraleuropa erwartet<sup>21</sup> (Abb. 34).

<sup>21</sup> Vgl. IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

## Erwartete Stammholzpreise nach Weltregionen 2005 und 2030

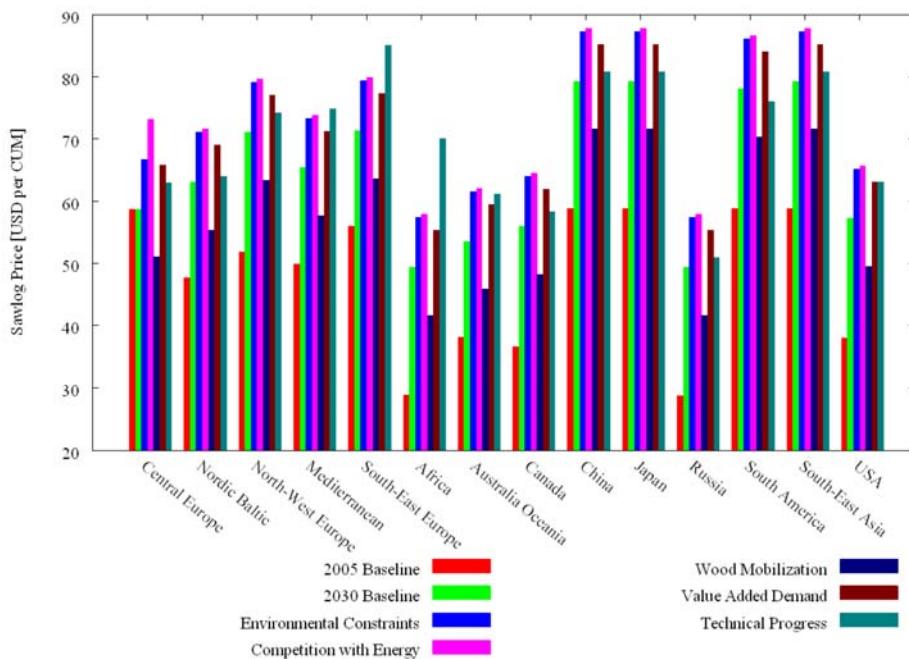


Abb. 34: Erwartete Stammholzpreise nach Weltregionen 2005 und 2030 in US-Dollar bei verschiedenen Szenarien (Quelle: IIASA).

### 2.5.5 Industrieholzproduktion

#### Mengenentwicklung

In Afrika und Russland werden ebenfalls grosse Wachstumspotenziale auf den Industrieholzmärkten vermutet. Mit einer Verdreifachung der Industrieholzproduktion wird in Afrika gerechnet (70 Mio. Tonnen 2030), während in Russland ein Produktionsanstieg auf 250% gegenüber dem Ausgangsjahr 2005 prognostiziert wird. Andererseits wird mit einem Rückgang der Industrieholzproduktion in Kanada gerechnet. Die weltweit grössten Industrieholzproduzenten 2030 sind voraussichtlich Südamerika (knapp 250 Mio. Tonnen), gefolgt von Russland und den USA (je ca. 200 Mio. Tonnen)<sup>22</sup> (vgl. Abb. 35).

In Europa wird ein Wachstum von ca. 50% erwartet. Das höchste relative Wachstum wird für Südosteuropa prognostiziert (Verdoppelung der Industrieholzproduktion). In Zentraleuropa wird ebenfalls ein überdurchschnittliches Wachstum mit ca. 80% erwartet. In den anderen europäischen Regionen wird ein geringeres Wachstum aufgrund der zunehmenden Konkurrenz mit der energetischen Nutzung von Holz erwartet<sup>22</sup> (Abb. 35).

Die in Abbildung 31 dargestellten Mengensteigerungen in Europa erscheinen vor dem Hintergrund des heutigen Wissenstandes optimistisch. Aufgrund des derzeitigen Biomassenboom, welcher durch die EU-Politik sowie durch die Förderungspolitiken (z.B. Stromeinspeisevergütungen) verschiedener Mitgliedstaaten zusätzlich forciert wird, erscheint eine Steigerung der Industrieholzproduktion um 50% nicht realistisch.

<sup>22</sup> Vgl. IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

Die zunehmend geringeren Preisunterschiede zwischen Industrie- und Energieholz, verursacht durch die steigende Energieholznachfrage, führen zu einem verstärkten Wettbewerb zwischen den stofflichen und thermischen Verwertern. Verhalten sich die Holzanbieter gewinnmaximierend, halten sie nur solange Industrieholz aus, als sie dadurch höhere Deckungsbeiträge im Vergleich zu Energieholz erzielen können. Somit entscheidet also die künftige Grenzzahlungsbereitschaft über die Verfügbarkeit von Industrieholz. Vor dem Hintergrund des ausgeprägten Wettbewerbs in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie gehen die Autoren der vorliegenden Studie davon aus, dass es teilweise zu Abwanderungen der Industrieholzverarbeiter kommen wird und somit die freiwerdende Industrieholzmenge in die thermische Verwertung fliesst.

### Erwartete Industrieholzmengen nach Weltregionen 2005 und 2030

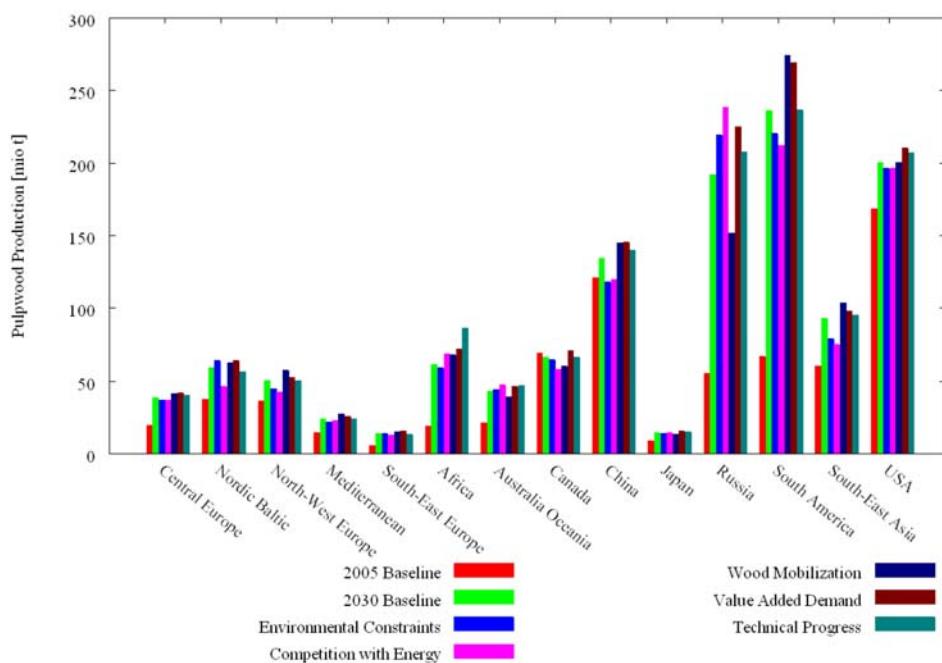


Abb. 35: Erwartete Industrieholzmengen nach Weltregionen 2005 und 2030 in Mio. Tonnen bei verschiedenen Szenarien (Quelle: IIASA).

### Preisentwicklung

In allen Weltregionen wird von einem deutlichen Preisanstieg beim Industrieholz ausgegangen. Die relativen Preisunterschiede 2030 zwischen den verschiedenen Weltregionen bleiben etwa im gleichen Verhältnis wie 2005 bestehen. In Zentraleuropa und Russland steigen die Preise etwa um 80%, gefolgt von Afrika, Südamerika und Südostasien mit einer Preissteigerung von ca. 60%<sup>23</sup> (Abb. 36).

<sup>23</sup> Vgl. IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

## Erwartete Industrieholzpreise nach Weltregionen 2005 und 2030

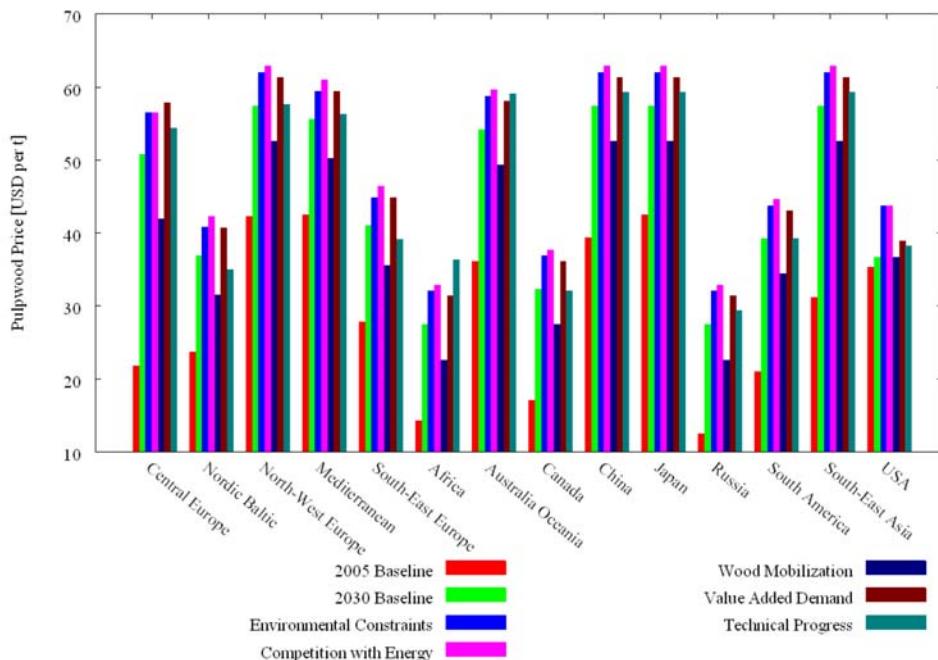


Abb. 36: Erwartete Industrieholzpreise nach Weltregionen 2005 und 2030 in US-Dollar pro Tonne bei verschiedenen Szenarien (Quelle: IIASA).

### 2.5.6 Energieholzproduktion

#### Mengenentwicklung

Über die Entwicklung der internationalen Energieholzmärkte existieren nur wenige Studien, welche Aussagen zur Energieholzproduktion über die nächsten 20 Jahre machen. Es erscheint plausibel, die künftige Entwicklung der Energieholzmärkte auf Grundlage des bisherigen Marktverlaufs und heute erkennbarer Trends einzuschätzen.

Innerhalb der Zeitperiode 1980-2007 stieg die weltweite Energieholzproduktion um 23% an. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von 0.8%. Die Marktentwicklung verlief regional sehr unterschiedlich. Wichtigster Energieholzproduzent war Asien mit knapp 800 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr 2007 (Abb. 37). Innerhalb der letzten zehn Jahre ist die Energieholzproduktion in Asien jedoch leicht rückläufig. Afrika verzeichnete als zweitwichtigster Energieholzproduzent der Welt ein kontinuierliches Wachstum und produzierte 2007 rund 600 Mio. m<sup>3</sup> Energieholz. Aufgrund des ungebremsten Bevölkerungswachstums in Afrika (voraussichtliche Verdoppelung der Bevölkerung von 2010-2050 in Afrika<sup>24</sup>), erscheint eine weitere Steigerung der Energieholzproduktion, insbesondere vor dem Hintergrund fehlender kostengünstiger Substitute, wahrscheinlich. Drittgrößter Energieholzproduzent ist derzeit Amerika mit einer konstanten Produktion von ca. 330 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Die bisherige Entwicklung und die derzeit erkennbaren Trends lassen auf dem amerikanischen Energieholzmarkt eine insgesamt eher gleichbleibende Mengenentwicklung vermuten.

<sup>24</sup> Vgl. UNO: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations.

Die Energieholzproduktion in Europa war bis anfangs der Neunziger Jahre ziemlich konstant bei 130 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Danach sank die Produktion bis Ende der neunziger Jahre auf ca. 100 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Seit der Jahrtausendwende stieg die Energieholzproduktion wieder kontinuierlich auf ca. 150 Mio. m<sup>3</sup> (2007) an.

Das grösste Wachstum in den letzten zehn Jahren verzeichneten Westeuropa mit 390% (1998 – 2007) und Osteuropa mit 140%. Die Autoren der vorliegenden Studie gehen aufgrund des bereits in Kap. 2.5.3 beschriebenen Biomassebooms sowie des deutlichen Produktionsanstieges innerhalb der letzten zehn Jahre von einer weiter steigenden Energieholzproduktion in Europa aus.

### Energieholzproduktion und Trends 1980 - 2030

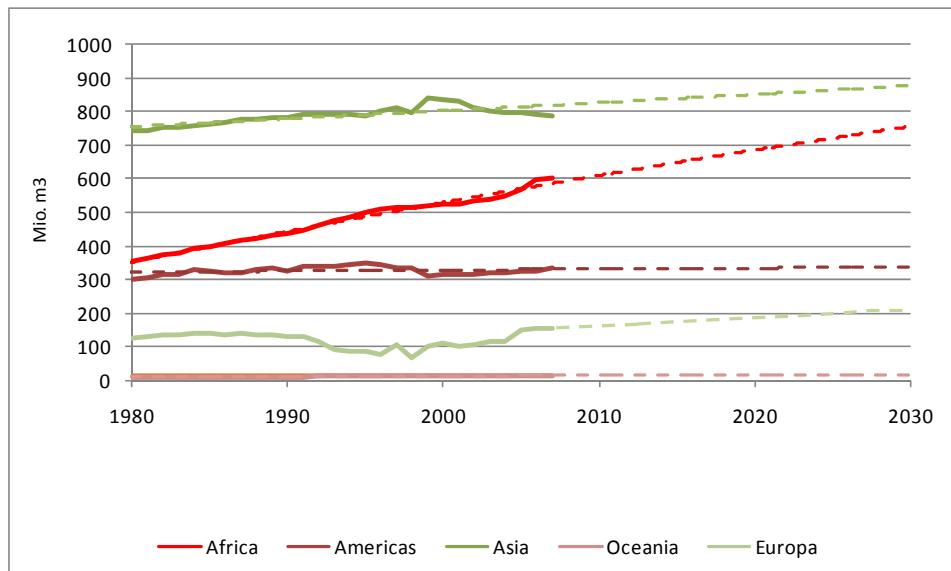


Abb. 37: Energieholzproduktion und Trends nach Weltregionen von 1980 – 2030 in Mio. m<sup>3</sup> (Quelle: FAO).

### Preisentwicklung

Auch beim Energieholz existieren unterschiedliche Preisniveaus und -Entwicklungen in den verschiedenen geographischen Räumen. Die teilweise extremen Preisveränderungen, insbesondere in Asien und Amerika, erscheinen nicht plausibel. Preise von teilweise über 300 US\$ pro m<sup>3</sup> erscheinen wenig realistisch. Denkbar ist, dass die massiven Preisausschläge aufgrund statistischer Unschärfen entstanden sind.

Die bisherige Preisentwicklung zeigt einen steigenden Trend. Der Preisanstieg hat sich zudem in den letzten zwei Betrachtungsjahren weiter verstärkt. Aufgrund der bisherigen Entwicklung und der tendenziell steigenden Nachfrage nach Energieholz, insbesondere in Afrika und Europa (vgl. Abb. 37), ist davon auszugehen, dass sich der Trend steigender Energieholzpreise weiter fortsetzen wird. Aufgrund der hohen Nachfrage ist vor allem in Afrika und Europa mit deutlich höheren Energieholzpreisen zu rechnen (Abb. 38).

## Energieholzpreise und Trends 1980 - 2030

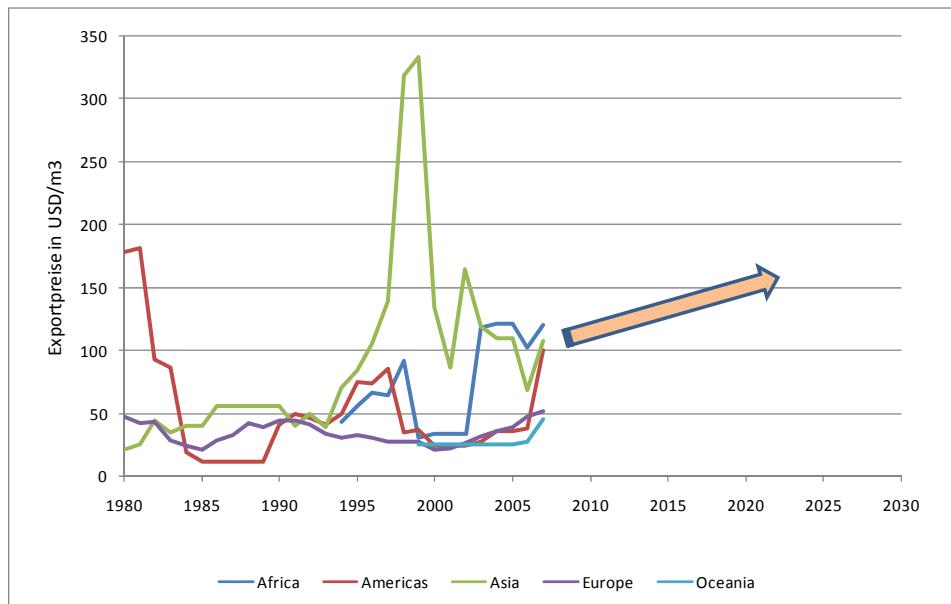


Abb. 38: Energieholzexportpreise und Trends nach Weltregionen von 1980 – 2030 in Mio. m<sup>3</sup> (Quelle: FAO).

## 2.6 Zusammenfassende Beurteilung der Holzmärkte

Zusammenfassende Erkenntnisse und Schlussfolgerungen werden in den kommenden zwei Kapiteln getrennt für die Schweizer Holzmärkte sowie den internationalen Waldholzmarkt beschrieben.

### 2.6.1 Holzmärkte der Schweiz

Trotz kontinuierlich sinkender Holzpreise stieg die Waldholzmenge in der Schweiz innerhalb der letzten zwanzig Jahre an. Die Holzerntekosten sind dabei im Vergleich zu den Holzpreisen weniger stark gesunken. Der holzerntekostenfreie Erlös ist somit geringer geworden. Vor diesem Gesichtspunkt ist es erstaunlich, dass die Waldholzmenge dennoch um ca. ein Fünftel angestiegen ist. Diese Entwicklung deutet auf ein eher inverses Angebotsverhalten der Waldbesitzer hin.

Über die Ursachen dieses Verhaltens liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor. Einige Experten gehen davon aus, dass viele öffentliche Forstbetriebe eher dem Prinzip der Kostendeckung als dem Prinzip der Gewinnmaximierung folgten. Dieses Verhalten resultiert wiederum aus den Budgetvorgaben der öffentlichen Haushalte. Sind die Holzpreise hoch, so kann das Budget durch eine geringere Holzmenge erfüllt werden. Sinkt der Holzpreis, so muss mehr Holz genutzt werden, um die Budgetvorgabe zu erfüllen. Ein weiterer Erklärungsansatz liegt im Bestreben der Forstbetriebsleiter, vorhandene Betriebsstrukturen zu erhalten, auch wenn diese ineffizient sind (Bsp.: Erhalt eines hohen Personalbestandes oder einer zu kleinen Betriebsfläche). Es gilt jedoch anzumerken, dass innerhalb der letzten fünf Jahre ein zunehmend gewinnmaximierendes Verhalten in der Schweizer Waldwirtschaft vermutet wird. Die Betriebe nutzen in immer stärkerem Masse Marktchancen. Künftig wird erwartet, dass sich diese Entwicklung noch weiter fortsetzt.

Das beschriebene Wachstum des Schweizer Waldholzmarktes kann vor allem auf den Anstieg beim Nadelholz zurückgeführt werden. Insbesondere die Produktion von Nadelstammholz für die Sägeindustrie hat deutlich zugenommen, da die Forstbetriebe mit diesem Sortiment die höchsten holzerntekostenfreien Erlöse erzielen konnten und auch die Nachfrage stetig stieg.

Auch der Energieholzmarkt legte mit einem Wachstum von knapp 50% deutlich zu. Die übrigen Rohholzmärkte sind indes nur geringfügig gewachsen. Auf dem Industrieholzsektor erklärt sich dieser Umstand durch ein hohes Wachstum dieser Branchen (Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie) in anderen Regionen der Erde. Beim Laubstammholz liegt die Erklärung in einer mangelnden Endnachfrage nach Produkten aus diesem Sortiment.

Bei Nadelstammholz gilt es anzumerken, dass mit der genutzten Mehrmenge über einen längeren Zeitraum die Nachfrage im Ausland befriedigt wurde, da inländische Nachfragekapazitäten nicht in ausreichendem Umfang zur Verfügung standen. Diese, aus volkswirtschaftlicher Sicht durchaus kritisch zu beurteilende Entwicklung, konnte aber in den letzten Jahren umgekehrt werden, da in der Schweiz die Einschnittskapazität der Sägewerke ausgeweitet wurde.

## 2.6.2 Internationale Holzmärkte

Die weltweite Holzproduktion ist kontinuierlich gestiegen. Diese Entwicklung ist vor dem Hintergrund einer um ca. ein Drittel gewachsenen Weltbevölkerung<sup>25</sup> innerhalb der letzten 20 Jahre sowie dem gestiegenen Bruttonsozialprodukt grosser Nationen wie Indien und China nicht erstaunlich. Beide Parameter stellen die wichtigsten Bestimmungsgrössen für die Holznachfrage dar.

Auch die Holzpreise sind in derselben Periode in allen Grossregionen der Erde angestiegen. Die Preisdifferenzen der internationalen Waldholzmärkte werden zunehmend kleiner. Auf dem europäischen Waldholzmarkt zeigt sich grundsätzlich ein ähnliches Bild. Der wichtige Nadelstammholzmarkt stieg mengenmässig deutlich an. Aufgrund der Nivellierungstendenzen bei den Holzpreisen konnte aber in dieser Grossregion keine nennenswerte Preissteigerung mehr realisiert werden.

Seit der Jahrtausendwende zeigte sich ein Trend hin zu einer vermehrten Produktion von Energieholz bei den grossen Waldholzproduzenten der EU. Dieser Trend dürfte sich vor dem Hintergrund der prognostizierten weiteren Verteuerung fossiler Energieträger noch weiter verstärken. Weitere Vorteile des Energieträgers Holz sind die CO<sub>2</sub> – Neutralität sowie die regionale Verfügbarkeit des nachwachsenden Rohstoffes. Damit können sich vor allem grössere, waldreiche Staaten unabhängiger von Ölimporten machen und gleichzeitig die angestrebten Klimaschutzziele realisieren.

<sup>25</sup> Vgl. UNO: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations. 2009

### 3 Die Stoffflussmatrix 2005 als Ausgangspunkt der Modellierung

Die Stoffflussmatrix für das Jahr 2005 stellt den Ausgangspunkt für die Modellierung des Schweizer Holzmarktes dar. Betrachtet werden die Rohstoffgewinnung, die erste Verarbeitungsstufe der Holzwirtschaft und das Recycling von Holz. Holzimporte und -exporte werden mitberücksichtigt und sind separat dargestellt.

#### 3.1 Vorgehen bei der Erarbeitung

Die in der Studie von Peter, Iten und Hofer<sup>26</sup> (2001) erarbeitete, statische Input - Output - Tabelle stellte den Ausgangsrahmen für die Analyse dar. Verschiedene Branchen kritisierten jedoch, dass die Studie ausschliesslich auf den Zahlen des Bundesamts für Statistik fußt, die in einigen Bereichen der Realität nicht vollumfänglich entsprächen. Da die Aussagekraft des dynamischen Holzmarktmodells in hohem Umfang vom Realitätsbezug der Ausgangsdaten abhängt, wurde der vorliegenden Untersuchung eine ganze Reihe von zusätzlichen Informationsquellen zugrunde gelegt:

1. Offizielle Statistiken (Bundesamt für Statistik (BFS)),
2. Landesforstinventar (LFI),
3. Produktions- und Verbrauchsangaben Branchenverbände Holzwirtschaft und
4. Befragung von Holzmarktexperten.

Bei der Analyse und Synthese der Datenbasis wurde wie folgt vorgegangen:

1. Analyse der offiziellen Statistiken und Angaben der Branchenverbände der Holzindustrie,
2. Auswertung der Daten und Erarbeitung einer ersten Fassung der Stoffflussmatrix,
3. Überprüfung der Matrix auf Konsistenz und
4. Bereinigung der Inkonsistenzen in Zusammenarbeit mit Fachexperten und definitive Ausarbeitung der Stoffflussmatrix.

#### 3.2 Matrixstruktur und Datenbasis

##### 3.2.1 Aufbau der Stoffflussmatrix

Die in der Stoffflussmatrix aufgeführten Branchen sind entlang zweier Achsen angeordnet. Auf der senkrechten Y-Achse finden sich die „Lieferbranchen“, d.h. alle Branchen der Wald- und Holzwirtschaft, die Holz als Rohstoff generieren. Auf der senkrechten X-Achse finden sich die „Empfängerbranchen“, d.h. alle Branchen, die auch auf der Y-Achse als „Lieferbranchen“ dargestellt sind. Eine Branche kann sowohl Lieferant als auch Empfänger von Holzprodukten sein. Als Beispiel hierfür kann der Eigenverbrauch der Waldwirtschaft im Bereich Brennholz genannt werden.

<sup>26</sup> Vgl. BAFU: Ökonomische Branchenstudie der Wald- und Holzwirtschaft. 2001

Um die gesamten Stoffflüsse der Schweiz darzustellen, müssen auch Importe sowie Exporte von Holz berücksichtigt werden. Die Importe werden als einzelne Position unter den Lieferbranchen, Exporte in einer separaten Spalte bei den Empfängern aufgeführt (vgl. Tab. 2).

Um eine unmittelbare Vergleichbarkeit der Mengen zu ermöglichen, sind alle Mengenflüsse in m<sup>3</sup> dargestellt. Die Waldholzmengen sind mit Ausnahme des Stammholzes in Rinde ausgewiesen. Somit kann die in der Stoffflussmatrix ausgewiesene Waldholzmenge mit derjenigen der Forststatistik verglichen werden.

Tab. 2: Schematische Darstellung der Stoffflussmatrix.

	Empfängerbranche				
Produktionswerte Schweizer Forst- und Holzwirtschaft 2005	Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling	Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe	Total Inlandverbrauch	Exporte	Inlandverbrauch plus Exporte
Lieferbranche					
Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling					
Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe					
Inlandproduktion					
Importe					
Inlandproduktion plus Importe					

### 3.2.2 Untersuchte Branchen und Holzprodukte

In der vorliegenden Studie wurden die Waldholzproduzenten sowie die Flur- und Altholzproduzenten in der ersten Stufe „Rohstoffgewinnung und Recycling“ zusammengefasst. Die zweite Stufe umfasst Branchen der „ersten Verarbeitungsstufe“ der Holzwirtschaft. Diese sind die Sägeindustrie, die Papier- und Zellstoffindustrie, die Holzwerkstoffindustrie sowie die thermischen Verwerter. Furnierwerke blieben aufgrund der geringen Verarbeitungsmengen in dieser Studie unberücksichtigt. Nachfolgend sind die untersuchten Branchen und ihre Produkte zusammenfassend dargestellt (Tab. 3 und Tab. 4).

Tab. 3: Stufe 1, Rohstoffgewinnung und Recycling nach zugeordneten Branchen sowie daraus resultierenden Holzprodukten.

Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling	Holzprodukte
Forstwirtschaft (Forstbetriebe, Privatwald, Forstunternehmer)	Stamm-, Industrie- und Energieholz getrennt für Nadel- und Laubholz
Flurholzlieferanten	Hackholz
Altholzlieferanten	Hackholz
Plantagen	Hackholz

Tab. 4: Stufe 2, erste Verarbeitungsstufe nach zugeordneten Branchen sowie daraus resultierenden Holzprodukten.

Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe	Holzprodukte
Sägeindustrie (Restholzlieferant)	Hackholz, Sägespäne und -mehl
Papier- und Zellstoffindustrie (Restholzlieferant)	Hackholz
Holzwerkstoffindustrie (Restholzlieferant)	Hackholz
Thermische Verwerter	

Anmerkung: Als „Holzprodukte“ der zweiten Stufe werden nur solche aufgeführt, die als Inputmaterial für eine der betrachteten Branchen der ersten oder zweiten Stufe dienen. Die Erzeugnisse der ersten Verarbeitungsstufe, wie z.B. Schnittholz als Produkt der Sägeindustrie, werden nicht unmittelbar erfasst. Ein Teil dieses Holzes fliesst jedoch am Ende seiner Verwendung als Altholz wieder zurück in den Stofffluss.

Im Folgenden werden die in der Stoffflussmatrix berücksichtigten Holzquellen näher beschrieben:

### **Waldholz**

Waldholz stellt die grösste Quelle für die in der Stoffflussmatrix dargestellten Holzmengen dar. Holzprodukte der Waldwirtschaft sind die Rohholzsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz. Diese werden wiederum in Nadel- und Laubholz unterteilt. Energieholz wird nach den beiden Aufarbeitungsformen Stück- und Hackholz ausgewiesen. Bei Hackholz wird auch Holz unterhalb der Derbholzgrenze (> 7cm) berücksichtigt.

### **Flurholz**

Als Flurholz wird anfallendes Frischholz bezeichnet, das ausserhalb des Waldes erzeugt wird. Flurholz fällt an bei der Nutzung von Feldgehölzen, Gebüschwäldern und Hecken, aber auch im Obstbau, in Parkanlagen sowie in Bestockungen innerhalb von Siedlungsräumen. In der vorliegenden Studie wird lediglich diejenige Flurholzmenge berücksichtigt, die der energetischen Verwertung zugeführt wird. Andere Empfängerbranchen, wie die Holzwerkstoff- oder die Papierindustrie, nutzen derzeit Flurholz nicht bzw. in sehr geringem Umfang.

### **Altholz**

Als Altholz wird Holz bezeichnet, das bereits einem stofflichen Verwendungszweck zugeführt wurde und nach seiner Entsorgung als Sekundärrohstoff stofflich oder thermisch weiterverwertet werden kann. Altholz entsteht beispielsweise beim Abbruch von Häusern sowie bei der Entsorgung von Möbeln. In der folgenden Abb. 39 sind die wichtigsten Altholzquellen sowie ihre weiteren Verwendungswege des Endverbrauchs dargestellt.

## Verwendungswege der wichtigsten Altholzquellen

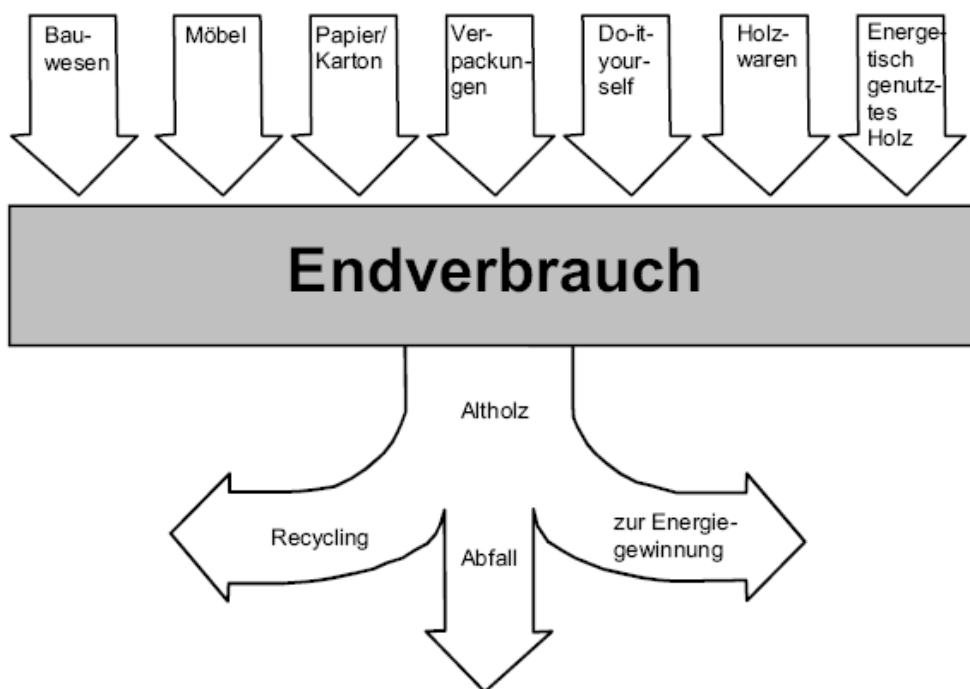


Abb. 39: Verwendungswege der wichtigsten Altholzquellen.

Obwohl technisch machbar, darf Altholz in der Schweiz nicht stofflich aufbereitet werden. Durch Imprägnation oder chemische Bearbeitung von Holz können gesundheitsschädigende Stoffe im Holz enthalten sein. Deshalb schreibt das Schweizer Gesetz vor, dass Altholz nur in Verbrennungsanlagen mit entsprechenden Filtern entsorgt werden darf<sup>27</sup>. Exportiertes Altholz unterliegt der jeweiligen Gesetzgebung des entsprechenden Landes und wird teilweise auch stofflich verwendet (in Italien beispielsweise zur Herstellung von Holzwerkstoffen)<sup>28</sup>.

### Plantagenholz

Plantagenholz ist Holz aus Biomassenkulturen, diese sind in der Regel auf die Erzeugung eines einzigen Produktes ausgerichtet. Gemäss dieser Definition müssten damit jedoch auch reine Fichtenforste als Plantagen bezeichnet werden. Diesbezüglich besteht in der Forstbranche keine Einigkeit. Eine allgemeingültige Abgrenzung des Plantagenbegriffs ist nicht Ziel der vorliegenden Arbeit. In dieser Studie wird die folgende Definition verwendet: Plantagen werden in Zentraleuropa in der Regel ausserhalb des Waldes, auf agrarwirtschaftlichen Flächen angelegt. Prinzipiell kann Plantagenholz für die Zellstoffproduktion, zur Produktion von Holzplatten oder energetisch genutzt werden. Der primäre Verwendungszweck in Zentraleuropa liegt jedoch derzeit in der thermischen Verwertung. Für den Anbau geeignet sind alle Baumarten mit einem raschen Jugendwachstum und Wiederausschlagsfähigkeit aus dem Stock, wie z.B. Rot- und Grauerle, Bergahorn, Eiche, Robinie, Esche und insbesondere Balsampappel, Aspe und Weide.

<sup>27</sup> Vgl. SR 814.318.142.1 Luftreinhalte-Verordnung, Anhang 5 „Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe“, Ziffer 31 Absatz 2.

<sup>28</sup> ARV Aushub-, Rückbau und Recycling-Verband Schweiz. Mündliche Mitteilung 2008.

## Restholz

Unter dem Begriff Restholz werden Kuppelprodukte, die bei der Herstellung von Holzprodukten anfallen, zusammengefasst (z.B. Hobelspäne). Restholz unterscheidet sich vom Altholz, da es noch keiner vorherigen Verwendung zugeführt wurde und es damit (normalerweise) auch nicht mit Schadstoffen vorbelastet ist. Restholz kann in der Form von Hackschnitzeln, Rinde, Säge- und Hobelspänen sowie Sägemehl anfallen. Die Verwertung kann stofflich oder thermisch erfolgen. Die mit Abstand grösste Lieferbranche von Restholz ist die Sägeindustrie. Das dort anfallende Restholz fällt meist in einem relativ konstanten Verhältnis zur Menge des produzierten Hauptprodukts an (Kuppelproduktproduktion). Das in der Holzwirtschaft anfallende Restholz dient einer ganzen Reihe von Empfängerbranchen als Inputprodukt zur Weiterverarbeitung. In Tab. 5 sind die Restholzsorten sowie die jeweiligen Empfängerbranchen dargestellt:

Tab. 5: Restholzverwendung nach Aufarbeitungsform und den dazugehörigen Empfängerbranchen.

Restholz	Empfängerbranche
Hackschnitzel	Papier- und Zellstoffindustrie, Holzwerkstoffindustrie, thermische Verwerter
Hobelspäne	Thermische Verwerter, Pellethersteller
Sägemehl	Holzwerkstoffindustrie, thermische Verwerter, Pellethersteller
Rinde	Thermische Verwerter

Auch in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie kann Restholz anfallen, das nicht in die Produktion fliesst (z.B. Rinde). Somit kann auch die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Holzwerkstoffindustrie eine Lieferbranche sein.

### 3.2.3 Datenquellen

Die der Stoffflussmatrix zugrunde gelegten Eingangsdaten resultieren aus einer Kombination verschiedener offizieller Statistiken und Produktionsdaten der Holz produzierenden und verbrauchenden Betriebe. Zusätzlich flossen die Produktions- und Verbrauchszahlen der jeweiligen Branchenverbände ein. Die aus den genannten Informationen generierte Stoffflussmatrix wurde dann mit Branchenexperten diskutiert und weiter angepasst. Dadurch war es möglich, auch nicht in den offiziellen Statistiken aufgeführte Holzmengen zu berücksichtigen und damit die Aussagekraft der Stoffflussmatrix weiter zu erhöhen. Hierbei ist insbesondere der Eigenverbrauch von Energieholz zu nennen.

Folgende offizielle Statistiken wurden herangezogen:

- Schweizerische Forststatistik,
- Schweizerische Holzenergiestatistik,
- Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle,
- Wald und Holz, Jahrbuch 2006 und
- Schweizerische Zollstatistik.

### 3.2.4 Abgrenzung des Waldholzes und Umrechnungsfaktoren

#### Holz unterhalb der Derbholzgrenze

Die Stoffflussmatrix erfasst diejenige Waldholzmenge, welche auf den Schweizer Holzmarkt gebracht und entweder stofflich oder thermisch genutzt bzw. ins Ausland exportiert wurde. Waldenergieholz wird auch unterhalb der Derbholzgrenze (Derbholz in Rinde > 7cm Durchmesser) verwertet. Die Waldenergieholzmenge wurde auf der Grundlage der Schweizerischen Holzenergiestatistik hergeleitet<sup>29</sup>. Die Holzenergiestatistik errechnet den Holzverbrauch über den Endenergiebedarf der vorhandenen Holzfeuerungsanlagen. Eine Unterscheidung nach Anlagekategorien und ihr jeweiliger Brennstoffinput ermöglicht es, die verbrauchte Waldholzmenge nach Sortimenten (sowie auch die Aufarbeitungsform des Energieholzes) zu ermitteln. Wie hoch dabei die Holzmenge unterhalb der Derbholzgrenze ist, kann jedoch bei dieser Berechnungsmethode nicht bestimmt werden.

#### Einheit der angegebenen Holzmengen

Die in der Stoffflussmatrix aufgeführten Holzmengen sind in Kubikmeter „fester Holzmasse“ (m<sup>3</sup>) angeben. Stammholz ist ohne Rinde, Industrie- und Energieholz in Rinde ausgewiesen. Dadurch kann die Waldrundholzmenge in der Stoffflussmatrix mit derjenigen der Forststatistik verglichen werden.

#### Umrechnungsfaktoren

Holz wird je nach Sortiment und Akteur in unterschiedlichen Einheiten gehandelt und damit auch statistisch erfasst. So wird Stammholz in Festmetern ohne Rinde, Industrieholz in Tonnen atro (atro = absolut trocken) und Energieholz in Schüttraummeter (bei Hackschnitzeln) oder Ster (bei Stückholz) gehandelt. Die Umrechnung in die jeweils andere Masseinheit erfolgt zum Teil uneinheitlich. Deshalb wurden für den vorliegenden Bericht ausschliesslich die Umrechnungsfaktoren der BAFU-Publikation „Jahrbuch Wald und Holz, Jahrbuch 2006“ sowie der Forststatistik zugrunde gelegt<sup>30</sup> (vgl. Anhang).

### 3.2.5 Herleitung Waldholzmengen

Die Waldholzmengen wurden auf der Basis der Schweizerischen Forststatistik, der Aussenhandelsstatistik sowie Produktions- und Verbrauchsangaben der Holzindustrie hergeleitet. In einem ersten Schritt wurden hierfür die Verbrauchsangaben der Holzindustrie zusammengestellt und die daraus resultierende Waldholznutzung den Nutzungszahlen der Forststatistik gegenübergestellt. Im zweiten Schritt wurden Inkonsistenzen und ihre Gründe identifiziert. In Zusammenarbeit mit Branchenexperten wurde anschliessend eine möglichst realitätsnahe, in sich konsistente Stoffflussmatrix erarbeitet.

#### Waldholz für den Eigengebrauch der Forstwirtschaft

Öffentliche und private Waldbesitzer verbrauchen Waldholz in gewissem Umfang für den Eigenbedarf (Brennholz und Stammholz, zweitgenanntes beispielsweise für den Holzkastenbau oder den Bau von Gebäuden). Der Eigenverbrauch von Stamm- und Energieholz wurde bis ins Jahr 2003 in der Forststatistik erfasst. Industrieholz blieb unberücksichtigt, da dieses Sortiment ausserhalb einer industriellen Nutzung nicht verwendet wird. Eine Analyse der Eigenverbrauchsmengen über die Jahre (1985 bis 2003) zeigte ein nahezu konstantes Verhältnis der Nadel- und Laubholzsortimente, bezogen auf die Gesamtnutzungsmengen der Sortimente.

<sup>29</sup> Vgl. BFE: Schweizerische Holzenergiestatistik. 2006

<sup>30</sup> Vgl. BAFU: Wald und Holz. Jahrbuch 2006.

Aus diesem Grund wurde zur Ausweisung der Eigenverbrauchsmengen ein pauschales Mengenverhältnis zwischen Marktmenge Rundholz und Eigenverbrauch angenommen.

Zur Berechnung wurden die letzten fünf Erfassungsjahre herangezogen und daraus der durchschnittliche relative Anteil je Sortiment errechnet. Aus dem ermittelten Durchschnitt wurde der Eigenverbrauch für das Jahr 2005, auf der Grundlage der bestimmten Gesamtnutzungsmengen für Stamm- und Energienholz, errechnet.

### **Sägeindustrie**

Stammholz ist der Rohstoff der Sägeindustrie zur Herstellung von Schnittwaren. Der jährliche Stammholzbezug der Schweizer Sägereien wird durch den Verband der Schweizer Sägeindustrie (Holzindustrie Schweiz, HIS) ermittelt und veröffentlicht. Die in der Stoffflussmatrix ausgewiesene Stammholzmenge entspricht den Verbrauchsangaben von Holzindustrie Schweiz für das Jahr 2005<sup>31</sup>.

### **Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie**

Das Holz, welches für die Verarbeitung in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie bestimmt ist, wird unter dem Begriff Industrieholz zusammengefasst. Es wird mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen. Dazu gehören Papierholz, Zelluloseholz, Span-, MDF- oder OSB-Plattenholz. Industrieholz kommt nicht ausschliesslich als Waldholz zum Verbraucher. Es kann auch in Form von Rundholz, Schwarten und Spreisseln, Hackschnitzeln oder Sägespänen vorliegen. Die als Restholz bezeichneten Sortimente Schwarten und Spreissel, Hackschnitzel und Sägespäne werden in diesem Teilbericht ebenfalls berücksichtigt. Die in der Stoffflussmatrix ausgewiesenen jährlichen Bezugsmengen an Industrieholz und Restholz resultieren aus einer Umfrage durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU)<sup>32</sup>.

### **Thermische Verwerter**

Der jährliche Verbrauch von Holz für die thermische Nutzung wird durch die Schweizerische Holzenergiestatistik erfasst und wurde dieser direkt entnommen. Die Waldenergieholzmenge wird in dieser Grundlage mittels des Brennstoffumsatzes der Feuerungsanlagen errechnet. Dazu wird der Bruttoinput an Holz je Anlagekategorie aufgeschlüsselt nach Brennstofftyp (z.B. Hackholz) analysiert und die verbrauchte Waldenergieholzmenge berechnet. Der Brennstofftyp unterscheidet die Aufarbeitungsform des Energieholzes in Hack- und Stückholz, Pellets sowie die Nadel- und Laubholzanteile.

### **Der Aussenhandel mit Waldholz**

Die Exportmengen werden alljährlich getrennt nach Holzsortimenten in der Aussenhandelsstatistik erfasst<sup>33</sup>. Für die vorliegende Studie wurden die exportierten Waldrundholzmengen unverändert aus der Aussenhandelsstatistik übernommen, da in der Schweiz keine anderen verlässlichen Datenquellen über den Export verfügbar sind.

<sup>31</sup> Quelle: Holzindustrie Schweiz.

<sup>32</sup> BAFU: Umfrage über den Bezug von Industrieholz in der Schweiz 2005. Unveröffentlicht.

<sup>33</sup> Vgl. Schweizerische Aussenhandelsstatistik 2005.

## Import von Waldholz

Die Importmengen an Wald rundholz wurden ebenfalls der Aussenhandelsstatistik entnommen. Da in der Statistik nicht angegeben ist, wer der tatsächliche Empfänger des importierten Holzes ist, erfolgte die Zuordnung der Importmengen auf die jeweiligen Empfängerbranchen entsprechend der jeweils besten Verwendungsmöglichkeit. Das Stammholz wurde der Sägeindustrie zugeteilt, Energieholz den thermischen Verwertern zugewiesen. Die Zuteilung des importierten Industrieholzes auf die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Holzwerkstoffindustrie erfolgte entsprechend der im Rahmen der Umfrage des BAFU<sup>34</sup> ermittelten Bezugsmengen.

### 3.2.6 Herleitung der nicht aus dem Wald resultierenden Holzmengen

#### Flurholz

Die Flurholzmenge wurde auf der Grundlage folgender Quellen eingeschätzt:

- BFE: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. 2006
- Infras: Potenziale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. 2004
- Fachexperten von Holzenergie Schweiz.

Über die Nutzung und Verwendung von Flurholz existieren keine Statistiken. Es sind lediglich Einschätzungen über den quantitativen Anfall sowie über ihren Verwendungszweck vorhanden<sup>35</sup>. Aus diesem Grund wurden die jeweiligen Bezugsmengen der Empfängerbranchen sowie die Exporte durch Fachpersonen von Holzenergie Schweiz eingeschätzt.

#### Altholz

Die insgesamt anfallende Altholzmenge wird durch die Interessengemeinschaft für Altholz (IG-Altholz) für 2005 ausgewiesen<sup>36</sup> und wurde unverändert übernommen. Altholz darf in der Schweiz keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden. Deshalb wird das Altholz in der Stoffflussmatrix den Empfängerbranchen „thermische Verwerter“ und „Export“ zugeordnet. Die quantitative Verteilung basiert hinsichtlich der thermischen Nutzung auf der Holzenergiestatistik. Der Exportanteil von Altholz ergibt sich aus der Differenz zwischen der insgesamt anfallenden Altholzmenge und der ausgewiesenen thermischen Nutzung.

#### Plantagenholz

Die Plantagenholzmenge wurde durch Fachexperten von Holzenergie Schweiz eingeschätzt. Plantagenholz fällt derzeit in der Schweiz lediglich in sehr geringen Mengen an. Aus diesem Grund wird auf eine separate Ausweisung in der Stoffflussmatrix 2005 verzichtet.

#### Restholz

Die derzeit in der Schweiz anfallende, gesamte Restholzmenge wurde auf der Grundlage der Bezugsmengen der restholzverarbeitenden Industrien und den Bezugsmengen der thermischen Verwerter ermittelt. Die Restholzbezugsmengen der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie wurden durch eine Umfrage des BAFU ermittelt.

<sup>34</sup> Vgl. BAFU: Umfrage über den Bezug von Industrieholz in der Schweiz 2005. Unveröffentlicht.

<sup>35</sup> Vgl. BFE: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. Schlussbericht. 2006

<sup>36</sup> IG-Altholz: Zusammenstellung Materialfluss Altholz 2006. Unveröffentlicht.

Die einer thermischen Nutzung zugeführte Restholzmenge ergibt sich wiederum rechnerisch aus der Differenz zwischen der gesamten thermisch verwerteten Restholzmenge abzüglich der importierten Restholzmenge, welche einer thermischen Nutzung zugeführt wurde.

### 3.3 Ergebnisse der Stoffflussmatrix 2005

#### 3.3.1 Holzproduktion in der Schweiz

Das Gesamtangebot von Waldrundholz und des sonstigen Holzes (Flur-, Alt-, Plantagen- und Restholz) einschliesslich der Importe belief sich im Jahr 2005 auf ca. 8 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Tab. 6). Davon wurden drei Viertel in der Schweiz zur Herstellung von Holzprodukten verwendet oder der thermischen Verwertung zugeführt. Ein Viertel des Holzes wurde exportiert. Hauptempfänger der Exporte war das südliche Nachbarland Italien, gefolgt von Österreich und Frankreich. In Tab. 7 sind die wichtigsten Exportländer für Fi/Ta Stammholz sowie die Entwicklung der Exportmengen zwischen 1999 und 2005 aufgeführt. Die gesamte im Inland verarbeitete und thermisch genutzte Holzmenge betrug 7 Mio. m<sup>3</sup>. Davon wurde knapp 1 Mio. m<sup>3</sup> importiert.

Tab. 6: Darstellung der Inlandproduktion- und des Verbrauchs sowie Importe und Exporte von Holz in der Schweiz für das Jahr 2005.

Produktionswerte Schweizer Forst- und Holzwirtschaft 2005  (1'000m <sup>3</sup> )	Total Inlandverbrauch	Exporte	Inlandverbrauch plus Exporte
Inlandproduktion	<b>6007</b>	2102	<b>8039</b>
Importe	962		
Inlandproduktion plus Importe	<b>6969</b>		

Tab. 7: Rundholzexporte für Fichte/Tanne.

Rundholzexport Fichte/Tanne (in 1000 Tonnen)

	1999	2000	2001	2004	2005
DE	59	134	43	20	21
FRA	112	175	200	200	219
ITA	362	569	595	480	400
AUT	29	1273	979	372	317
<b>Tot</b>	<b>562</b>	<b>2151</b>	<b>1818</b>	<b>1074</b>	<b>958</b>
Mio CHF	89	212	176	121	108
CHF/to	159	99	97	112	112

Quelle: Bundesamt für Statistik

### 3.3.2 Inlandproduktion

Im Inland wurden 8 Mio. m<sup>3</sup> Holz produziert. Der Hauptanteil entfällt auf das Waldrundholz, mit einem Anteil von über 80%. Die restliche Holzmenge, bestehend aus Flur- und Altholz, belief sich auf 1.3 Mio. m<sup>3</sup>. Es wurde kein Plantagenholz produziert.

Die Sägeindustrie erzeugte knapp 1 Mio. m<sup>3</sup> Restholz, aus dem Einschnitt von fast ausschliesslich inländischem Waldholz (97%). Darin enthalten ist auch der thermisch verwertete Rindenanteil. Gemäss der Teilstatistik für spezielle energetische Holznutzungen betrug dieser im Jahr 2005 76'000 m<sup>3</sup> (Abb. 40).

#### Inlandproduktion von Holz 2005

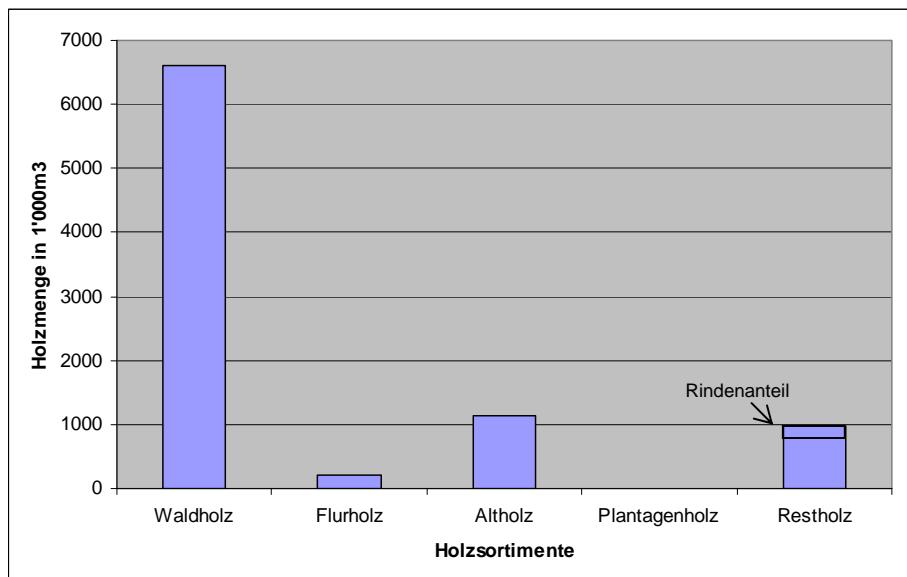


Abb. 40: Inlandproduktion von Holz in der Schweiz im Jahr 2005.

### 3.3.2.1 Waldholz

Die gesamte Waldrundholzmenge belief sich 2005 auf 6.6 Mio. m<sup>3</sup>. Davon waren drei Viertel Nadelholz und lediglich ein Viertel Laubholz. Das dominierende Sortiment war somit Nadelstammholz mit einer Menge von knapp 3.5 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht einem Anteil von 71% des gesamten Nadelholzes. Beim Laubholz nahmen die Energieholzsortimente den grössten Anteil ein. Fast drei Viertel der Laubholznutzung von 1.8 Mio. m<sup>3</sup>, wurden als Energieholz ausgehalten (Abb. 41).

#### Waldholzproduktion nach Sortimenten in der Schweiz 2005

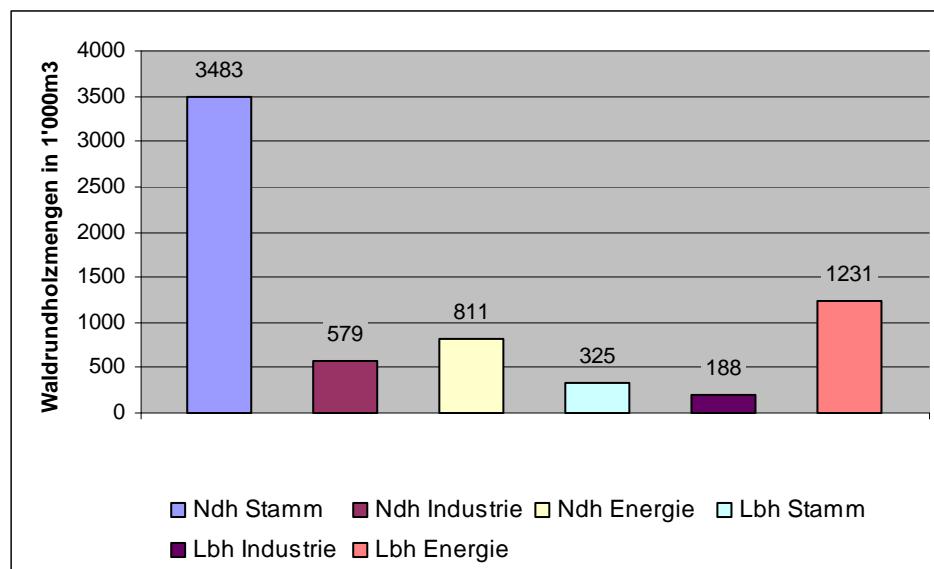


Abb. 41: Waldholzproduktion nach Sortimenten in der Schweiz für das Jahr 2005.

### 3.3.2.2 Sonstiges Holz

#### Flurholz

Die thermisch verwertete Flurholzmenge betrug 2005 ca. 0.2 Mio. m<sup>3</sup>. Flurholz, welches auf der Eingriffsfläche belassen oder kompostiert wurde, wird in der vorliegenden Stoffflussmatrix nicht berücksichtigt.

#### Altholz

Die aus dem Abbruch von Häusern und alten Möbeln, Platten und sonstigem bearbeiteten und behandeltem Holz angefallene Altholzmenge in der Schweiz betrug 1.1 Mio. m<sup>3</sup> (800'000t).

#### Restholz

Im Jahr 2005 fielen knapp 1 Mio. m<sup>3</sup> Restholz beim Einschnitt von Stammholz in der Sägeindustrie an. Der thermisch genutzte Rindenanteil betrug dabei 76'000 m<sup>3</sup>. Aus der Inputmenge an Stammholz der Sägeindustrie und der angefallenen Restholzmenge lässt sich der Einschnittverlust abschätzen. Er lag bei ca. 39% des verarbeiteten Stammholzes (ohne Rinde). Dieser Wert deckt sich gut mit dem durchschnittlichen Einschnittverlust, der von Holzindustrie Schweiz auf 38% geschätzt wird<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> Holzindustrie Schweiz. 2008. Mündliche Mitteilung.

## Plantagenholz

2005 wurden in der Schweiz keine nennenswerten Mengen an Plantagenholz produziert. In der Stoffflussmatrix wird die Zeile Plantagenholz dennoch abgebildet, da die Matrix den Ausgangspunkt des dynamischen Holzmarktmodells darstellt (vgl. Kap. 4.2). Steigende Erdölpreise würden zu zunehmenden Preisvorteilen des Energieträgers Holz führen, was zu einem Nachfrageanstieg bei diesem Produkt führen dürfte.

Um die künftig potenziell höhere Energieholznachfrage befriedigen zu können, wird derzeit auch in der Schweiz über Energieholzplantagen nachgedacht<sup>38</sup>. Insbesondere bei stark steigenden Energieholzpreisen ist eine künftige Energieholzproduktion auf Plantagen durchaus denkbar (Tab. 8).

Tab. 8: Mengen des sonstigen Holzes (neben Waldholz) auf dem Schweizer Holzmarkt 2005.

Produktionswerte Schweizer Forst- und Holzwirtschaft 2005  (1'000m <sup>3</sup> )	Total Inlandverbrauch	Exporte	Inlandverbrauch plus Exporte
<b>Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling</b>			
Flurholzlieferanten	200	-	<b>200</b>
Altholzlieferanten	570	576	<b>1146</b>
Plantagen	-	-	-
<b>Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe</b>			
Sägeindustrie (Restholzlieferant)	911	70	<b>981</b>
<b>Total</b>	<b>1681</b>	<b>646</b>	<b>2327</b>

### 3.3.2.3 Energieholz

Insgesamt wurden im Jahr 2005 schweizweit 3.8 Mio. m<sup>3</sup> Energieholz bereitgestellt. Davon wurde ca. ein Fünftel (0.7 Mio. m<sup>3</sup>) exportiert. Mit 2 Mio. m<sup>3</sup> fiel mehr als die Hälfte des Energieholzes als Waldenergieholz an. Etwa ein Drittel der Gesamtmenge war Altholz (1.1 Mio. m<sup>3</sup>). Knapp 0.5 Mio. m<sup>3</sup> des angefallenen Restholzes wurden energetisch verwertet. Die thermisch verwertete Flurholzmenge betrug ca. 0.2 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Abb. 42).

<sup>38</sup> Vgl. BFE: Biomassenkulturen in der Schweiz. Potenziale, Technologie und Auswirkungen. 2008. Unveröffentlicht.

## Energieholzmengen Schweiz 2005

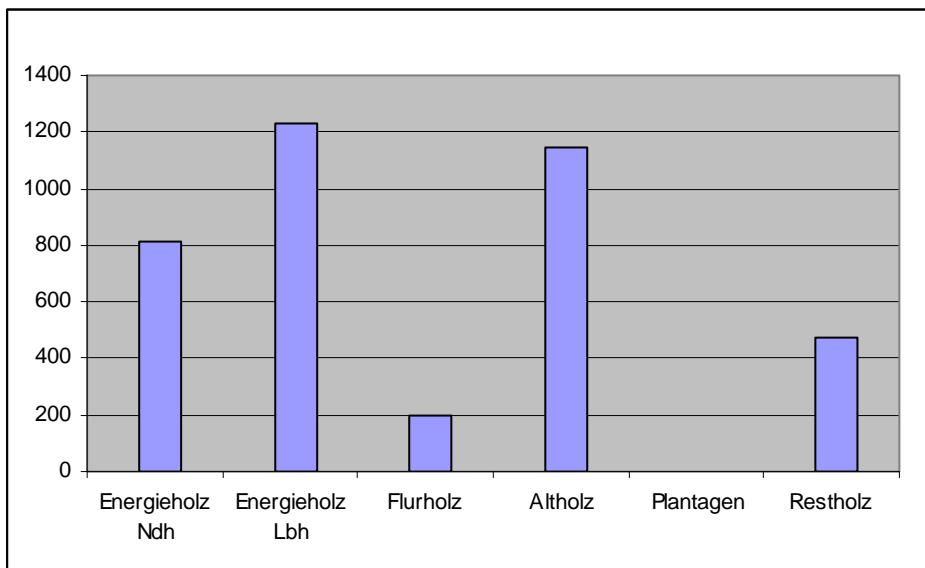


Abb. 42: Energieholzmengen nach Sortimenten in der Schweiz für das Jahr 2005.

### 3.3.3 Inlandverbrauch

Der Gesamtholzverbrauch des Jahres 2005 in der Schweiz betrug ca. 7 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Tabelle folgende Seite). Die Sägeindustrie sowie die thermischen Verwerter waren mit insgesamt 5.4 Mio. m<sup>3</sup> die bedeutendsten Empfängerbranchen. Die thermischen Verwerter bezogen fast 3 Mio. m<sup>3</sup> Holz. Zusätzlich wurden fast 0.5 Mio. m<sup>3</sup> Waldenergieholz im Rahmen von Eigenverbrauch privater und öffentlicher Waldbesitzer verwertet. Der Gesamtverbrauch an Energieholz belief sich somit auf ca. 3.4 Mio. m<sup>3</sup>.

Die Sägeindustrie verbrauchte im Jahr 2005 ca. 2.5 Mio. m<sup>3</sup> Stammholz (ohne Rinde). Hierbei gilt es anzumerken, dass in den Folgejahren der inländische Verbrauch von Nadelstammholz durch den Neu- und Ausbau von Sägewerksskapazitäten anstieg.

Die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Holzwerkstoffindustrie bezogen je knapp 1 Mio. m<sup>3</sup> Wald- und Restholz. Der Waldholzanteil bei der Papier- und Zellstoffindustrie machte mit knapp einem Drittel der Gesamtbezugsmenge nur einen geringen Anteil aus. Mit 0.6 Mio. m<sup>3</sup> versorgt sich diese Branche überwiegend mit qualitativ höherwertigem Restholz (Hackschnitzel) aus der Sägeindustrie. Die Holzwerkstoffindustrie versorgte sich ca. je zur Hälfte mit frischem Waldholz sowie mit Restholz aus der Sägeindustrie.

Holzbezüge für den Eigengebrauch der Forstwirtschaft beliefen sich auf etwas mehr als 0.6 Mio. m<sup>3</sup>. Die detaillierten Bezüge der Empfängerbranchen im Inland, aufgeschlüsselt nach Sortimenten, können der Stoffflussmatrix entnommen werden.

Importiert wurden 1 Mio. m<sup>3</sup> Holz. Über 50% des importierten Holzes war Restholz, welches hauptsächlich durch die Papier- und Zellstoffindustrie sowie Holzwerkstoffindustrie bezogen wurde.

# Stoffflussmatrix 2005

		Empfängerbranche													
		Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling				Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe									
									Thermische Verwerter						
Produktionswerte Schweizer Forst- und Holzwirtschaft 2005 (1'000m3)		Forstwirtschaft	Flurholzlieferanten	Altholzlieferanten	Plantagen	Sägeindustrie	Papier- und Zellstoffindustrie	Holzwerkstoffindustrie	Hackholz	Stückholz	Pellets	Total Inlandverbrauch	Exporte	Inlandverbrauch plus Exporte	
<b>Lieferbranche</b>															
<b>Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Recycling</b>															
Forstwirtschaft (Forstbetriebe, Privatwald, Forstunternehmer)															
Stammholz Ndh	114 1)	-	-	-	-	2282 3)	-	-	-	-	-	2396	1087 4)	3483	
Industrieholz Ndh	-	-	-	-	-	-	186 * 5)	309 * 5)	-	-	-	495	84 * 4)	579	
Energieholz Ndh	247 * 1)	-	-	-	-	-	-	-	200 * 6)	362 * 6)	-	809	2 * 4)	811	
<b>Total Ndh</b>	<b>361</b>	-	-	-	-	<b>2282</b>	<b>186</b>	<b>309</b>	<b>200</b>	<b>362</b>	-	<b>3700</b>	<b>1173</b>	<b>4873</b>	
Stammholz Lbh	5 1)	-	-	-	-	79 3)	-	-	-	-	-	84	241 4)	325	
Industrieholz Lbh	-	-	-	-	-	-	79 * 5)	104 * 5)	-	-	-	183	5 * 4)	188	
Energieholz Lbh	229 * 1)	-	-	-	-	-	-	-	321 * 6)	644 * 6)	-	1194	37 * 4)	1231	
<b>Total Lbh</b>	<b>234</b>	-	-	-	-	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>104</b>	<b>321</b>	<b>644</b>	-	<b>1461</b>	<b>283</b>	<b>1744</b>	
<b>Total Forstwirtschaft</b>	<b>595</b>	-	-	-	-	<b>2361</b>	<b>265</b>	<b>413</b>	<b>521</b>	<b>1006</b>	-	<b>5161</b>	<b>1456</b>	<b>6617</b>	
Flurholzlieferanten	20 * 2)	-	-	-	-	-	-	-	180 * 2)	-	-	200	-	200	
Altholzlieferanten	-	-	-	-	-	-	-	-	570 7)	-	-	570	576 9)	1146	
Plantagen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe</b>															
Sägeindustrie (Restholzlieferant)	-	-	-	-	-	-	265 5)	245 5)	321 7)	-	80 7)	911	70 10)	981	
Papier- und Zellstoffindustrie (Restholzlieferant)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Holzwerkstoffindustrie (Restholzlieferant)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Thermische Verwerter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hackholz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stückholz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pellets	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Inlandproduktion</b>	<b>615</b>	-	-	-	-	<b>2361</b>	<b>530</b>	<b>658</b>		<b>2678</b>		<b>6007 11)</b>	<b>2102</b>	<b>8039 12)</b>	
<b>Importe</b>	-	-	-	-	-	84 4)	375 5)	227 5)		276 8)		962			
<b>Inlandproduktion plus Importe</b>	<b>615</b>	-	-	-	-	<b>2445</b>	<b>905</b>	<b>885</b>		<b>2954</b>		<b>6969</b>			

\* in Rinde

Tab. 9: Stoffflussmatrix 2005 für die Schweiz.

## Quellen

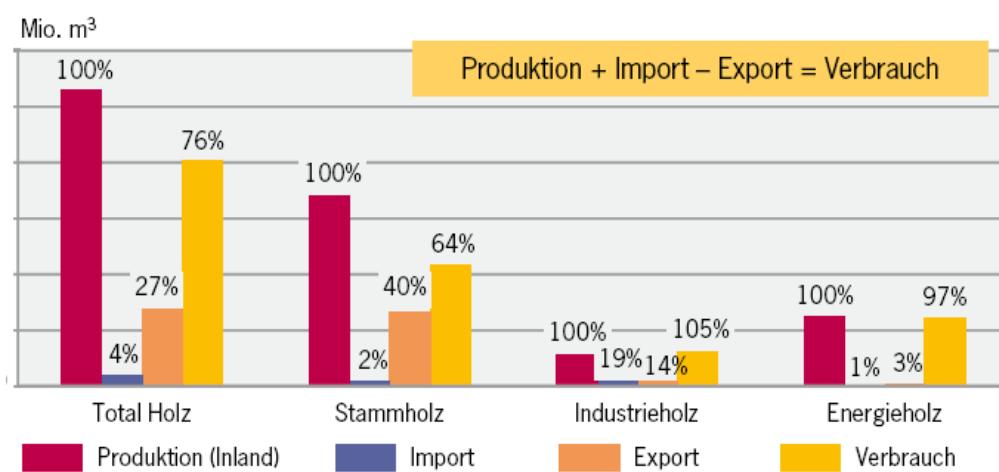
- 1) Schätzung auf der Basis der Losholz- und Eigengebrauchserhebungen der Schweizerischen Forststatistik (ab 2003 nicht mehr erhoben).
- 2) Schätzung auf der Basis von: BFE 2006. Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik; Infras 2004. Potentiale zur energetischen Nutzung.
- 3) Schätzung Holzindustrie Schweiz.
- 4) Schweizerische Zollstatistik, EZV 2005.
- 5) Umfrage des Bundesamtes für Umwelt, Abteilung Wald 2006.
- 6) Schweizerische Holzenergiestatistik 2005 / Schweizerische Forststatistik 2005.
- 7) Schweizerische Holzenergiestatistik 2005.
- 8) Eidgenössische Zollverwaltung / Umfrage BAFU, Abteilung Wald 2006.
- 9) IG-Altholz.
- 10) Schätzung.
- 11) Das Total des Inlandverbrauchs setzt sich aus den Totalen der Inlandlieferungen der Stufe 1 und dem thermisch verwerteten Rindenanteil (Stufe 2) zusammen. Der thermisch verwertete Rindenanteil ist in der Zeile Restholz, Spalte Hackholz enthalten. Die Restholzmenge aus dem Einschnitt von inländischem Stammholz wird nicht zum Total des Inlandverbrauchs dazugezählt, da diese Restholzmenge bereits durch die im Inland verarbeitete Stammholzmenge berücksichtigt wird. Der thermisch verwertete Rindenanteil beträgt 76'000m<sup>3</sup> (Quelle: Teilstatistik Spezielle energetische Holznutzungen: Feuerungen und Motoren für erneuerbare Abfälle 2006).
- 12) Das Total des Inlandverbrauchs plus Exporte setzt sich aus den Totalen der Inlandlieferungen und den Exporten der Stufe 1 sowie dem thermisch verwerteten Rindenanteil (Stufe 2) zusammen. Die Restholzmenge (Stufe 2) aus dem Einschnitt von inländischem Stammholz wird nicht zum Total des Inlandverbrauchs plus Exporte dazugezählt, da diese Restholzmenge bereits durch die im Inland verarbeitete Stammholzmenge berücksichtigt wird (vgl. 11).

### 3.3.4 Import und Export

#### Aussenhandelsbilanz

In Abb. 43 ist die Aussenhandelsbilanz der Schweiz für Stamm-, Industrie- und Energieholz des Jahres 2005 dargestellt. Es zeigt sich, dass Import und Export von Waldholz trotz seiner Transportempfindlichkeit einen bedeutenden Anteil am Holzhandel der Schweiz hat. Im Jahr 2005 weist der Aussenhandel mit Rundholz ein ausgeprägtes Defizit auf. Es wurde deutlich mehr Holz exportiert als importiert. Dies galt insbesondere für das Sortiment Stammholz. Erfreulicherweise konnte der Stammholzexport durch eine deutliche Verbrauchssteigerung der heimischen Sägereien in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Gemäss der Aussenhandelsstatistik betrug der Exportüberschuss von Stammholz 2008 (0.5 Mio. m<sup>3</sup>) weniger als die Hälfte gegenüber dem Jahr 2005 (1.2 Mio. m<sup>3</sup>).

#### Aussenhandelsbilanz Waldholz Schweiz 2005



Quelle: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Abb. 43: Aussenhandelsbilanz der Schweiz für die Waldholzsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz für das Jahr 2005 (Quelle: BAFU).

Im Bereich Rest- und Altholz hat die Schweiz 2005 eine nahezu ausgeglichene Bilanz (Anmerkung: Altholz ist unter der Position Restholz enthalten. Die Zollstatistik weisst Altholz nicht als einzelnes Handelsgut aus). Bei Holzhalb- und -fertigwaren zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Hier wurden deutlich mehr Waren eingeführt als ausgeführt. Abb. 44 stellt diese Situation zusammenfassend dar:

## Aussenhandelsbilanz Holzhalb- und Fertigwaren Schweiz 2005

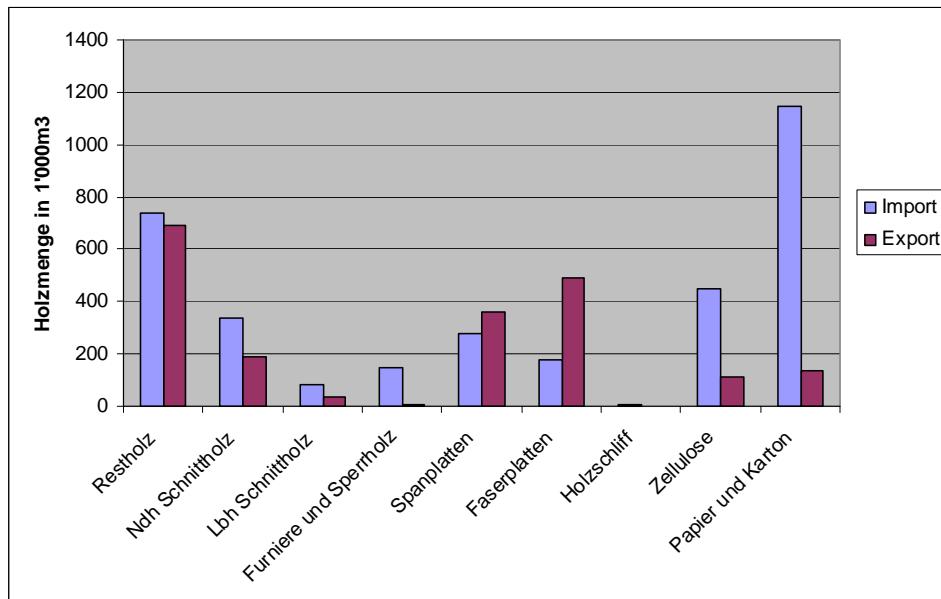


Abb. 44: Aussenhandelsbilanz der Schweiz für Restholz, Holzhalb- und Fertigwaren für das Jahr 2005 (Quelle: Aussenhandelsstatistik).

### Import

Die importierte Holzmenge betrug 1 Mio. m<sup>3</sup>. Davon wurden mehr als drei Viertel (0.7 Mio. m<sup>3</sup>) in Form von Restholz bezogen. Etwa die Hälfte der Restholzimporte erfolgte durch die Papier- und Zellstoffindustrie. Die verbleibende Hälfte wurde durch die thermischen Verwerter und die Holzwerkstoffindustrie bezogen. Waldholz wurde nur in geringen Mengen importiert. Hauptsortiment beim Waldrundholzimport war Industrieholz für die Papier- und Zellstoff- sowie Holzwerkstoffindustrie (Abb. 45).

### Export

Die Hälfte der Exporte entfiel auf Nadelstammholz. Somit wurde fast ein Drittel der im Inland geernteten Nadelstammholzmenge ins Ausland exportiert. Und zwar zu über 95% in die umliegenden Nachbarländer Italien, Österreich, Frankreich und Deutschland. Mehr als 40% wurden nach Italien geliefert. Beim Laubholz wurde fast ein Viertel der gesamten Stammholzproduktion ins Ausland exportiert, der Hauptanteil davon nach Italien. Energie- und Industrieholz wurde nur in geringen Mengen exportiert. Ein Viertel der gesamten Holzexporte wurde durch Altholz realisiert. Flurholz wurde nicht exportiert (Abb. 45).

## Holzimport- und Export der Schweiz 2005

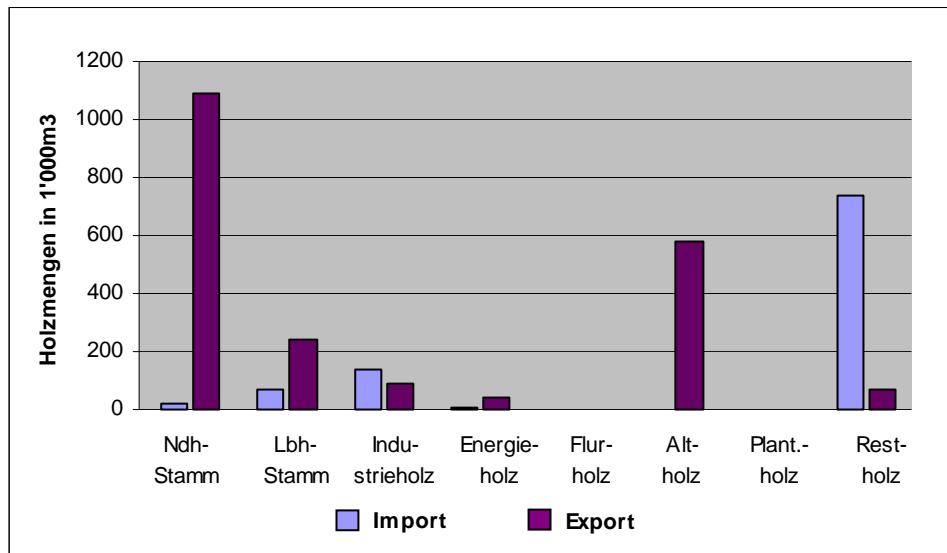


Abb. 45: Holzimporte- und Exporte in der Schweiz nach Rohholzsortimenten für das Jahr 2005.

### 3.4 Inkonsistenzen

Die vorliegende Stoffflussmatrix basiert notwendigerweise auf einer Reihe von Analysen und Statistiken unterschiedlicher Herkunft und unterschiedlicher Berechnungsmethoden. Aus diesem Grund traten zum Teil gewisse Inkonsistenzen bei den Daten auf. Im folgenden Kapitel wird auf diese Inkonsistenzen hingewiesen und aufgezeigt, wie im Rahmen der Arbeit mit ihnen umgegangen wurde.

#### 3.4.1 Waldholz

Werden die Verbrauchsangaben der Holz verarbeitenden Branchen und die theoretisch auf dem Inlandmarkt zur Verfügung stehenden Waldholzmengen (gemäss Forststatistik und Aussenhandelsstatistik), einander gegenübergestellt, zeigen sich deutliche Differenzen. Die im Inland zum Verbrauch zur Verfügung stehende Waldholzmenge berechnet sich wie folgt:

$$\text{Inländische Waldrundholzmenge} = \text{Produktion Waldrundholz Schweiz} + \text{Import} - \text{Export}.$$

Das Total der inländischen Waldrundholzbezüge durch die stofflichen und energetischen Holzverwerter nach Angaben der Verbände übersteigt die Waldholzmenge gemäss der Forst- und Aussenhandelsstatistik. Der ausgewiesene Inlandverbrauch der Holzindustrie liegt um einen Sechstel höher. Dies entspricht einer Holzmenge von 1 Mio. m<sup>3</sup>.

Es wird vermutet, dass die Aussenhandelsstatistik die effektiven Holzmengen ziemlich exakt erfasst. Diese Hypothese wird durch Fachexperten von Holzindustrie Schweiz und des BFS gestützt. Der Grund für die Differenz wird somit bei der Erfassung der Waldholznutzung (Forststatistik) vermutet. Nachfolgend sind die errechneten Waldholznutzungen aus den Verbrauchsangaben der Holz verarbeitenden Branchen und der Schweizerischen Forststatistik einander gegenübergestellt (Tab. 10).

Tab. 10: Vergleich der Waldholznutzung errechnet aus den Verbrauchsangaben der Holzindustrie und der Nutzung aus der Schweizerischen Forststatistik.

Inlandproduktion	Verbrauch Holzindustrie + Exporte	Forststatistik	Differenz
Stammholz Ndh	3483	3117	366
Industrieholz Ndh	579	390	189
Energieholz Ndh	811	496	315
<b>Total Ndh</b>	<b>4873</b>	<b>4003</b>	<b>870</b>
Stammholz Lbh	325	304	21
Industrieholz Lbh	188	194	-6
Energieholz Lbh	1231	755	476
<b>Total Lbh</b>	<b>1744</b>	<b>1253</b>	<b>491</b>
<b>Gesamttotal</b>	<b>6617</b>	<b>5256 *</b>	<b>1361</b>

\* Ohne übrige Holzsortimente (29'000 m<sup>3</sup>)

#### Gesamtdifferenz Waldrundholz

Stammholz	387
Industrieholz	183
Energieholz	791
<b>Gesamttotal</b>	<b>1361</b>

Die grössten Differenzen zeigen sich beim Nadelstammholz und beim Energieholz. Die Inkonsistenzen wurden in einem ersten Schritt näher analysiert und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in einem zweiten Schritt mit Fachexperten diskutiert. In einem dritten Schritt, wurde eine in sich konsistente Stoffflussmatrix erarbeitet.

#### Differenz Nadelstammholz

Um die Inkonsistenzen beim Nadelstammholz näher zu untersuchen, bietet sich der Vergleich der produzierten Schnittholzmenge mit der dafür notwendigen Stammholzmenge an. Die notwendige Stammholzmenge ermittelt sich wie folgt:

Inputmenge Nadelstammholz = Produzierte Schnittware + Einschnittverlust

Wird die theoretisch im Inland verfügbare Nadelstammholzmenge gemäss Forststatistik zuzüglich dem Import von Nadelstammholz als Inputmenge für die Produktion von Nadelholz eingesetzt und ein Einschnittverlust von 38% <sup>39</sup> angenommen, dann ergibt dies eine Schnittwarenmenge von knapp 1.2 Mio. m<sup>3</sup> (Tab. 11). Die Sägeindustrie gibt die produzierte Nadelholzwarenmenge für 2005 jedoch mit 1.5 Mio. m<sup>3</sup> an.

<sup>39</sup> Angabe Holzindustrie Schweiz. Mündliche Mitteilung 2008.

Tab. 11: Berechnung des theoretischen Outputs an Nadelholz für das Jahr 2005, bei einem Nadelstammholzinput gemäss Forststatistik und Aussenhandelsstatistik von 2 Mio. m<sup>3</sup>.

	1'000m3
Input Stammholz	2048
Einschnittverlust (38%)	778
<b>Output Schnittware</b>	<b>1270</b>

Berechnungsrichtung

Wird dieselbe Berechnung in entgegengesetzter Richtung durchgeführt, wird also von der produzierten Nadelholzmenge ausgegangen, dann ergibt dies eine Inputmenge von ca. 2.4 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Tab. 12).

Tab. 12: Berechnung des theoretisch notwendigen Nadelstammholzinputs bei einer produzierten Nadelholzmenge von 1.5 Mio. m<sup>3</sup>.

	1'000m3
Input Stammholz	2421
Einschnittverlust (38%)	920
<b>Output Schnittware</b>	<b>1501</b>

Berechnungsrichtung

Holzindustrie Schweiz gibt einen Nadelstammholzverbrauch von 2.3 Mio. m<sup>3</sup> für das Jahr 2005 an. Werden Unschärfen in der Erfassung bei der Sägeindustrie und bei der Ermittlung des durchschnittlichen Einschnittverlusts Rechnung getragen, erscheint die Schätzung von Holzindustrie Schweiz plausibel. Beim Laubholz zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Differenz beim Laubstammholz beträgt 24'000 m<sup>3</sup>. Die dargelegten Erkenntnisse wurden eingehend mit der fachlichen Begleitgruppe diskutiert. Die Begleitgruppe kam zur Schlussfolgerung, dass eine verbrauchsisierte Ermittlung der Stammholzmenge die reale Nutzung am genauesten abbildet.

## Industrieholz

Auch beim Industrieholz sind deutliche Differenzen zwischen Angebots- und Verbrauchsstatistiken zu erkennen (vgl. Tab. 10). Die angegebenen Verbrauchsmengen von Industrieholz durch die Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie erscheinen bei einer Überprüfung der erzeugten Güter wiederum plausibel. Diese Ansicht wird von der Interessengemeinschaft Industrieholz (IG-Industrieholz) geteilt. Aus diesem Grund basiert die Stoffflussmatrix auch in diesem Bereich auf den verbrauchsbezogenen Kennzahlen.

## Energieholz

Die in der Schweiz genutzte Waldenergieholzmenge wird in zwei Statistiken erfasst, der Forststatistik sowie der Holzenergiestatistik. Die in der Forststatistik ausgewiesene Waldenergieholzmenge ist um einen Dritt kleiner als die errechnete Energieholzmenge aus der Holzenergiestatistik. Die Differenz beträgt 0.8 Mio. m<sup>3</sup>. Auch das BFE stellte in einer 2006 veröffentlichten Studie Differenzen bei den ausgewiesenen Energieholzmengen der genannten Statistiken in vergleichbarer Größenordnung fest <sup>40</sup>. Die in der Forststatistik ausgewiesene Waldenergieholzmenge ist nach Ansicht von Fachexperten von Holzenergie Schweiz zu tief angesetzt. Der Grund hierfür wird in der zu tief ausgewiesenen Privatwaldnutzung vermutet.

<sup>40</sup> Vgl. BFE: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. Schlussbericht 2006.

Da die verbrauchsorientierte Schätzung durch die Holzenergiestatistik von den Fachexperten als sehr plausibel erachtet wird, fliesst auch beim Energieholz die verbrauchsbezogene Statistik in die Stoffflussmatrix ein.

### 3.4.2 Mögliche Ursachen der Inkonsistenzen

Folgende mögliche Ursachen für die identifizierten Inkonsistenzen beim Waldrundholz sind denkbar:

- Unschärfe bei der Erfassung in der Forststatistik,
- nicht erfasste Nutzungen, z.B. im Privatwald,
- Unschärfe bei der Erfassung seitens der Holzindustrie und
- steuerliche Aspekte.

#### Erfassung Forststatistik

Die Waldholznutzungen werden durch die lokal tätigen Förster erfasst und dem Kanton zur Integration in die Forststatistik gemeldet. Durch unterschiedlich hohe Rindenabzüge beim Stammholz und Messfehler bei der Erfassung von Industrie- und Energieholz (vor allem bei grossen Holzpoltern) können Unschärfe entstehen. Die Autoren vermuten, dass diese Unschärfe einen geringen Einfluss auf die Gesamtmenge haben und somit nur einen geringen Anteil der identifizierten Differenz bei der Waldholznutzung erklären können.

#### Nicht erfasste Nutzungen im Privatwald

Grössere, nicht durch die Forststatistik erfasste Nutzungsmengen, werden im Privatwald vermutet. Im Kanton Bern zum Beispiel müssen Nutzungen für den Eigenverbrauch im Privatwald (Bewirtschaftungsfläche < 50 ha) nicht gemeldet werden. Ein Fünftel der Schweizer Waldholznutzung (1.1 Mio. m<sup>3</sup> gem. Forststatistik) im Jahr 2005 wurde im Kanton Bern realisiert. Etwa die Hälfte der Waldfläche ist in Privatwaldbesitz. Damit wird das Potenzial möglicher nicht erfasster Nutzungen im Privatwald deutlich. Ein weiteres Problem bei der Nutzungserfassung im Privatwald liegt bei der Erfassungsmethode. Die Nutzungsmenge im Privatwald wird i. d. R. über das Stehendmass der Bäume beim Anzeichnen des Holzschlages ermittelt. Durch Fällschäden oder aus holzerntetechnischen Gründen wird meist effektiv mehr Holz genutzt, als das Stehendmass ausweist. Zudem können Differenzen aufgrund der verwendeten Tarife (Bonität) bei der Schätzung des Stehendmasses auftreten. Dies kann dazu führen, dass die tatsächliche Nutzungsmenge unterschätzt wird.

#### Steuerliche Aspekte

Gemäss Fachexperten ist eine weitere mögliche Erklärung der Inkonsistenzen, dass die Waldbesitzer zum Teil niedrigere Nutzungswerte angeben, um steuerliche Vorteile zu erwirken bzw. den Beitrag zum Selbsthilfefonds zu reduzieren.

#### Erkenntnisse aus LFI 3

Die ersten Auswertungen des dritten Landesforstinventars (LFI 3) deuten ebenfalls auf eine höhere Waldholznutzung hin, als diese in der Forststatistik ausgewiesen wird. Die effektive jährliche Holznutzung in der Periode LFI 2 – LFI 3 wird auf ca. 6.4 Mio. m<sup>3</sup> (Schafholz in Rinde) geschätzt. Dies entspricht einer Derbholzmenge von ca. 5.6 Mio. m<sup>3</sup>. Durchschnittlich wurden in derselben Periode (gem. Forststatistik) 5.3 Mio. m<sup>3</sup> genutzt.

Die ausgewiesene Nutzung könnte tatsächlich noch etwas höher liegen, da Bäume, die nur teilweise genutzt wurden, als nicht genutzt gelten<sup>41</sup>. Ein Beispiel für solche Bäume sind solche, welche durch Sturm einen Schaftbruch erlitten haben und in den Auswertungen als tote Bäume (natürliche Mortalität) erfasst wurden,

Die dargelegten Erkenntnisse wurden der fachlichen Begleitgruppe zur abschliessenden Beurteilung vorgelegt. Die Begleitgruppe vertritt die Ansicht, dass die verbrauchsorientierte Herleitung der Waldholznutzung die reale Situation am besten abbildet.

### 3.5 Fazit

Die Ergebnisse der Stoffflussmatrix lassen vermuten, dass die Waldholznutzung in der Schweiz wahrscheinlich höher liegt als bisher angenommen. Dies würde bedeuten, dass das nachhaltige Nutzungspotenzial 2005 bereits zu 70% ausgeschöpft wurde. Das nachhaltig tatsächlich nutzbare Waldholzpotenzial, auf der Datenbasis von LFI 3, beträgt laut einer Potenzialstudie des BAFU<sup>42</sup> 9.4 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (Gesellschaftspolitisches Potenzial). Das verbleibende Waldholzpotenzial beträgt somit noch ca. 3 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Beim Nadelstammholz wurde das nachhaltig nutzbare Potenzial bereits zu 89% ausgeschöpft. Unter Berücksichtigung der geplanten Sägewerksprojekte und Kapazitätserweiterungen bestehender Sägewerke in der Schweiz beläuft sich der geschätzte Bedarf an Nadelstammholz bei vollendetem Kapazitätsausbau auf ca. 3.9 Mio. m<sup>3</sup> Jahreseinschnitt. Unter der Prämisse, dass die Kapazitäten wie geplant realisiert werden, kann die Nachfrage der Sägeindustrie durch das nachhaltig verfügbare Nutzungspotenzial an Nadelstammholz zumindest theoretisch gedeckt werden. Hierzu müssen jedoch Massnahmen zur Holzmobilisierung ergriffen werden. Diese beinhalten beispielsweise Überlegungen hinsichtlich des Vorratsabbaus, einer effizienteren Holznutzung, vor allem in technisch anspruchsvoller Lagen des Alpen- und Voralpenraums, sowie Ansätze zur Motivationssteigerung bei den Waldbesitzern.

Das Energieholzpotenzial wurde im Jahr 2005 etwa zur Hälfte ausgeschöpft. Eine nachhaltig nutzbare Energieholzmenge von ca. 4 Mio. m<sup>3</sup> steht zur Verfügung, wenn die Sägeindustrie und die Industrieholzverarbeiter weiter im biologisch sowie technisch möglichen Rahmen mit Holz beliefert werden. Sinkt die Grenzzahlungsbereitschaft der Säge- oder Industrieholzverarbeiter gegenüber den thermischen Verwertern, vorausgesetzt dass durch die Bereitstellung von Energieholz ein vergleichbarer oder höherer Deckungsbeitrag erwirtschaftet werden kann, liegt das verfügbare Energieholzpotenzial wahrscheinlich noch etwas höher. Zudem sind in den kommenden Jahren verstärkte Holzanfälle aus Laubholzdurchforstungen zu erwarten, die mangels einer alternativen stofflichen Verwendungsmöglichkeit der thermischen Verwertung zufließen werden. Durch die vermehrte Anwendung moderner, hoch mechanisierte Holzernteverfahren und der damit verbundenen höheren Nutzung von Holzmengen unter der Derbholzgrenze ist zu vermuten, dass die Waldenergieholzmenge auch bei geringfügig steigender Waldholznutzung weiter zunehmen wird. Auf Abnehmerseite gilt es jedoch anzumerken, dass das Angebot an Energieholz regional bisher sehr unterschiedlich ausgeschöpft wird. Bei der Planung neuer Kraftwerksstandorte sollte dies unbedingt berücksichtigt werden.

<sup>41</sup> Vgl. WSL/BAFU: Erste Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI 3. Wissenschaftliche Fakten zur Medienkonferenz vom 9. November 2007 in Bern.

<sup>42</sup> Vgl. BAFU: Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI 3. Bericht 2008.

## 4 Analyse des Schweizer Holzmarktes

Grundlage für die Entwicklung des dynamischen Marktmodells ist das Erlangen eines grundlegenden Verständnisses über den Holzmarkt und seiner bestimmenden Parameter im Rahmen einer Marktanalyse. Sie hat zum Ziel, das Marktverhalten der Anbieter und Nachfrager sowie die daraus resultierenden Marktergebnisse zu erklären.

Konkretes Ziel der vorliegenden Analyse ist es, die sensitiv wirkenden angebots- und nachfragebestimmenden Einflussparameter zu identifizieren und sie qualitativ sowie quantitativ einzuschätzen.

### 4.1 Vorgehen bei der Marktanalyse

Im Rahmen der Marktanalyse wurden die folgenden Rohholzmärkte untersucht:

- Waldholzmarkt,
- Flurholzmarkt,
- Plantagenholzmarkt,
- Altholzmarkt und
- Restholzmarkt.

Die Marktanalyse wurde in folgenden Teilschritten durchgeführt:

1. Qualitative Analyse der Schweizer Rohholzmärkte;
2. Erarbeitung eines ersten ökonomischen Modells zur Abbildung der Rohholzmärkte;
3. Systematische Sammlung von Holzmarktdaten aus offiziellen Statistiken des Bundesamtes für Statistik, Branchenstatistiken der Holzindustrie sowie aus Literatur;
4. Empirische Analyse der Holzmarktdaten und Interpretation der Ergebnisse.

### 4.2 Methodik

Zur Identifizierung der sensitiven Einflussparameter bezüglich dem Holzangebot und der Holznachfrage sowie zur Bestimmung der Angebots- und Nachfragefunktionen wurden ökonometrische Zeitreihenanalysen durchgeführt. Als Analysemethode diente die multiple Regressionsanalyse<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Vgl. Chatterjee et al.: Praxis der Regressionsanalyse. 1995

## 4.3 Analyse des Schweizer Waldholzmarktes

### 4.3.1 Märkte

Ein Markt ist eine soziale Institution, die durch Bekanntgabe einer Zeit, eines Ortes, eines Preises und der Art sowie Qualität eines Gutes Käufer und Verkäufer zusammenführt, die das Gut gegen Geld tauschen<sup>44</sup>. Der Markt koordiniert die Verkaufspläne der Anbieter und die Einkaufspläne der Nachfrager. Wenn die Koordination der Marktteilnehmer gelingt, dann befindet sich der Markt im Gleichgewicht. Als Koordinator für die Angebots- und Nachfragepläne fungiert der Marktpreis. Er bildet sich auf dem Markt. Die Preisbildung auf einem Markt hängt neben dem Grad der Marktvollkommenheit auch von den quantitativen Strukturen des Angebotes und der Nachfrage ab. Die Marktstruktur wird über die Anzahl und die relative Grösse der Marktteilnehmer definiert, welche bestimmte Verhaltensweisen verfolgen, die zu unterschiedlichen Marktergebnissen führen. Es stellt sich somit die Frage welches Marktverhalten die einzelnen Marktteilnehmer gegenüber den Mitkonkurrenten und gegenüber den Wirtschaftseinheiten der anderen Marktseite wählen. Dabei wird zwischen passiv anpassendem oder aktiv führendem Verhalten unterschieden. Zur ersten Verhaltensweise gehört das Mengenanpasserverhalten. Hierbei nehmen die Marktteilnehmer den Marktpreis als gegeben an und passen entsprechend dem Marktpreis ihre geplanten Mengen an. Ein aktiv führendes Verhalten liegt dann vor, wenn ein Marktteilnehmer versucht, den Marktpreis zu diktieren, indem er nur eine bestimmte Menge zu einem bestimmten Marktpreis kauft oder verkauft<sup>45</sup>. Diese Verhaltensweise ist vor allem in Märkten mit wenigen Marktteilnehmern und einer dementsprechend marktbestimmenden Rolle der Marktteilnehmer gegeben.

### 4.3.2 Preisbildung

Der Gleichgewichtspreis kann bestimmt werden, indem das Marktangebot mit der Marktnachfrage konfrontiert wird. Die Gleichgewichtsmenge basiert auf den Plänen der Marktteilnehmer. Die Gleichgewichtsmenge wird freiwillig gehandelt. Beide Marktseiten ziehen dabei aber Vorteile aus dem Handel. Für die Nachfrager zeigt sich der Vorteil in der Konsumentenrente. Die Konsumausgaben sind im Marktgleichgewicht um diesen Betrag niedriger, als die maximale Zahlungsbereitschaft. Die Anbieter ihrerseits profitieren in Form der Produzentenrente. Um diesen Geldbetrag übersteigen die Erlöse die variablen Produktionskosten<sup>46</sup>. Der monetäre Vorteil ist somit im Marktgleichgewicht für beide Marktseiten am grössten.

Nun stellt sich noch die Frage, wie sich der Anpassungsprozess der Marktteilnehmer auf Änderungen wichtiger Determinanten des Angebotes und der Nachfrage vollzieht. Determinanten sind Einflussgrössen, die den Einkaufs- oder Verkaufsplan der Marktteilnehmer beeinflussen. Eine wichtige Determinante der Nachfrage ist z.B. das Haushaltseinkommen, welches den Einkaufsplan der Nachfrager beeinflusst. Steht einem Haushalt ein grösseres Einkommen zur Verfügung, steigt nach der Theorie des Haushalts die Nachfrage nach einem nicht-inferioren Gut. Auch der erwartete Marktpreis ist eine wichtige Determinante für die Angebots- und Nachfrageplanung der Marktteilnehmer. Die Anpassungsreaktionen der Marktteilnehmer auf eine Markt-Ungleichgewichts-Situation können entweder direkt oder zeitlich verzögert geschehen. Geschieht die Mengenanpassung zeitlich verzögert, wird von einem Markt des Typs Cobweb gesprochen (Cobweb-Modell). Das Cobweb-Theorem (Spinngewebetheorem) ist ein dynamisches Preisbildungsmodell.

<sup>44</sup> Vgl. Weise et al.: Neue Mikroökonomie. 1991

<sup>45</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

<sup>46</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

Es beschreibt den durch ein Marktungleichgewicht ausgelösten Anpassungsprozess der Marktteilnehmer.

Als Beispiel dafür gehen wir auf Anbieter ein, welche ihr Angebot aufgrund des Marktpreises der Vorperiode planen. Nun kann es dazu kommen, dassd urch eine erhöhte Nachfrage ein Nachfrageüberschuss entsteht, der kurzfristig nicht durch eine Mehrproduktion ausgeglichen werden kann. Die Folge davon sind Preiserhöhungen. In der Folgeperiode wird das Angebot aufgrund des höheren Preises ausgedehnt. Dadurch entsteht ein erneutes Ungleichgewicht in Form eines Überangebotes, welches nur durch einen niedrigeren Preis ausgeglichen werden kann. Die stetige Anpassung der Preis-Mengen-Kombinationen führt im Marktdiagramm zu einem Gebilde, das an ein Spinngewebe erinnert<sup>47</sup> (Abb. 46).

### Cobweb-Modell

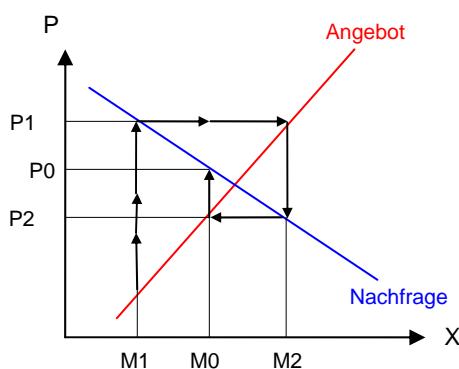


Abb. 46: Schematische Darstellung des Cobweb-Modells.

Die Frage der zeitlichen Anpassungsreaktion kann nur durch eine empirische Analyse beantwortet werden. In der Schweiz liegen bis dato keine Forschungsresultate über das Anpassungsverhalten der Marktteilnehmer auf dem Schweizer Waldholzmarkt vor. Ein leicht zeitlich verzögertes Anpassungsverhalten, insbesondere der Holzanbieter, erscheint jedoch aufgrund von Aussagen von Forstbetriebsleitern plausibel.

### 4.3.3 Waldholzmarktmodell

Das Marktgeschehen auf dem Schweizer Rundholzmarkt wird durch die Schweizerische Forststatistik (BFS) erfasst. Die Erfassung der Waldholznutzung erfolgt nach den gebräuchlichen Hauptsortimenten Stamm-, Industrie- und Energieholz. Die Holzpreise werden in der Holzpreisstatistik erfasst, welche die Sortimentspreise nach Qualitäten ausweist.

Gemäss der Zielsetzung der vorliegenden Studie sollen das künftige Holzangebot sowie die Holznachfrage nach Sortimenten einschätzbar gemacht werden. Die Datengrundlage der genannten statistischen Quellen ermöglicht eine empirische Analyse für alle Teilmärkte von Waldholz. Deshalb werden die Teilmärkte einzeln untersucht.

<sup>47</sup> Vgl. Der Brockhaus: Wirtschaft. 2008

#### 4.3.4 Vermutete Marktstruktur

Der Schweizer Waldholzmarkt besteht aus einer Vielzahl von Anbietern und Nachfragern unterschiedlicher Grösse. Anbieter von Waldholz sind private und öffentliche Forstbetriebe. In der Schweiz gab es 2005 knapp 250'000 öffentliche und private Waldeigentümer. Wobei 63% der Holznutzung auf die knapp 4'000 öffentlichen Waldeigentümer (Forstbetriebe) entfiel<sup>48</sup>. Nachfrager von Waldholz sind die in- und ausländischen Holzverarbeitungsunternehmen und Holzhändler sowie private Verbraucher. Waldholz wird dabei in drei Hauptsortimente unterteilt. Die Unterteilung erfolgt aufgrund des Verwendungszweckes, welcher auch die Aufarbeitungsform des Holzes bestimmt. Die Hauptsortimente sind Stamm-, Industrie- und Energieholz. Nachfrager von Stammholz sind die Sägewerke, welche Stammholz zu Schnittholz weiterverarbeiten. Laut der Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2007 zählte die Schweiz 517 Sägewerksbetriebe<sup>49</sup>. Industrieholz wird durch die Papier- und Zellulosewerke oder durch die Holzwerkstoffindustrie nachgefragt und zur Produktion von Papier, Karton sowie zu Span-, MDF- oder OSB-Platten verwendet. In der Schweiz gibt es aktuell 3 Papier- und Holzstoffwerke sowie 3 Holzwerkstoffproduzenten (davon ein Sperrholzwerk). Energieholz wird in privaten und öffentlichen Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Wärme, Strom, Biogas und Bioethanol genutzt. Gemäss der Schweizerischen Holzenergiestatistik gab es 2005 rund 700'000 Feuerungsanlagen für Holz<sup>50</sup>.

Der Schweizer Waldholzmarkt entspricht somit der Marktform eines Polypols. Im Polypol produziert eine Vielzahl von Unternehmen, von denen jedes einen kleinen Bestandteil des Gesamtangebots auf den Markt bringt. Ebenso besteht eine Vielzahl von Abnehmern, die jeweils nur geringe Mengen nachfragen. Dieser Markt wird als Konkurrenzmarkt bezeichnet. Anbieter und Nachfrager verhalten sich dabei als Mengenanpasser, da sie den Marktpreis als vorgegeben ansehen. Somit passen die Marktteilnehmer ihre Angebots- bzw. Nachfragemenge aufgrund des Marktpreises an. Für die in der Schweiz vorhandenen Abnehmerindustrien kann davon ausgegangen werden, dass sie sich innerhalb bestimmter Grenzen wie Mengenanpasser verhalten. Da die vielen Unternehmen jedoch gezwungen sind, eine Mindestauslastung zu halten, werden sie kurzfristig ihre Nachfragemengen auf einem bestimmten Niveau halten, auch wenn die Marktpreisentwicklung eine Mengenreduktion erwarten liesse. Anzumerken gilt aber auch beim Angebot, dass viele Forstbetriebe auch dann Holz nutzen werden, wenn ein niedriger Holzpreis eine stärkere Reduktion vermuten liesse. Der Grund liegt auch hier in den vorhandenen Kapazitäten, die ausgelastet bzw. finanziert werden müssen.

Ein Markt lässt sich mittels einer Angebots- und Nachfragefunktion sowie der Gleichgewichtsbedingung beschreiben<sup>51</sup>. Bei vollständiger Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage wird vom Marktgleichgewicht gesprochen. Dabei bildet sich der Marktpreis  $P_0$  und die markträumende Menge  $X_0$  (Abb. 47).

<sup>48</sup> Vgl. BFS: Forststatistik 2005

<sup>49</sup> Vgl. BFS: Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2007

<sup>50</sup> Vgl. BFE: Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2005 mit modifizierter Erfassungsmethodik. 2006

<sup>51</sup> Vgl. Weise et al.: Neue Mikroökonomie. 1991

## Marktgleichgewicht

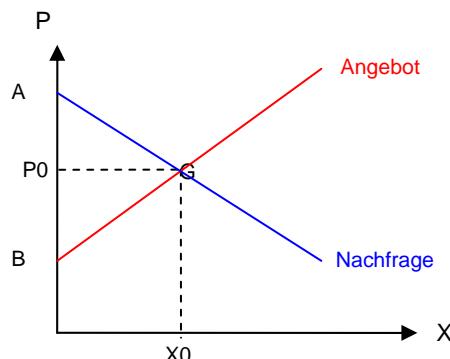


Abb. 47: Schematische Darstellung einer Marktgleichgewichtssituation.

Die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Ausführungen lassen auf eine polopolistische Marktstruktur des Schweizer Holzmarktes schliessen. Somit kann der Waldholzmarkt als Konkurrenzmarkt modelliert werden. Ein Konkurrenzmarkt kann mittels einer Angebots- und einer Nachfragefunktion und einer Gleichgewichtsbedingung beschrieben werden<sup>52</sup>. Bekannt sind die realisierten Marktergebnisse auf dem Schweizer Waldholzmarkt. Die Marktergebnisse sind nach dem Anpassungsprozess der Anbieter und Nachfrager zustande gekommen. Anbieter und Nachfrager haben ihre Kaufs- und Verkaufspläne aufgrund der Marktsituation vorgenommen. Es stellt sich somit die Frage, welche Determinanten das Anbieter- und Nachfrageverhalten bestimmt haben. Als Grundlage zur Formulierung der entsprechenden Hypothesen für den Schweizer Holzmarkt wurden die Resultate der Waldholzmarktanalyse von Bergen, Löwenstein und Olschewski<sup>53</sup> herangezogen. Sie untersuchten den deutschen Waldholzmarkt für die Zeitperiode 1980-1998. Im Rahmen der genannten Studie wurden folgende, das Holzangebot und die Holznachfrage bestimmende, Einflussparameter identifiziert (Tab. 13):

Tab. 13: Waldholzangebots- und Nachfragedeterminanten von Waldholz für Deutschland in der Zeitperiode 1980-1998 (Quelle: Bergen et al., 2002).

<b>Waldholz-Angebotsdeterminanten</b>
Rohholzpreis
Erntekosten
Kalamitäten (Sturm- und Käferholz)
Zeittrend für Wiederaufforstungen nach dem 2. Weltkrieg
Gebietsänderung (Wiedervereinigung von Ost- und Westdeutschland)

<b>Waldholz-Nachfragedeterminanten</b>
Bruttoinlandprodukt (BIP)
Rohholzpreis
Schnittholzimportpreis (Substitut)
Lagerhaltungskosten

<sup>52</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

<sup>53</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

Der Schweizer Waldholzmarkt ähnelt in der Struktur und der Funktionsweise dem deutschen Waldholzmarkt (vgl. Kap. 4.3.4). Dies lässt die Schlussfolgerung plausibel erscheinen, dass auf dem Schweizer Waldholzmarkt ähnliche Angebots- und Nachfragedeterminanten gelten müssen, wie sie durch Bergen et al. für Deutschland identifiziert wurden. Somit werden die empirisch bestätigten Determinanten aus der Waldholzmarktanalyse von Bergen et al. als Grundlage herangezogen, um die zu untersuchenden Determinanten für den Schweizer Markt zu bestimmen. Die Analyse des Schweizer Waldholzmarktes erfolgt Sortimentsweise. Für die verschiedenen Holzsortimente gelten, z.B. aufgrund anderer Konkurrenzprodukte (Substitute), nicht dieselben Determinanten. Tab. 14 zeigt die Teilmärkte und deren vermutete Determinanten.

Tab. 14: Vermutete Angebots- und Nachfragedeterminanten des Schweizer Waldholzmarktes.

### Nadelholz

Sortimente	Angebotsdeterminanten	Nachfragedeterminanten
Stammholz	Kalamitäten; Holzerntekosten; Stammholzpreis	reales BIP (Bau-BIP); kurzfristiger Realzins; Stammholzpreis; Schnittholzimportpreis; Verarbeitungskapazitäten
Industrieholz	Kalamitäten; Holzerntekosten; Industrieholzpreis; Energieholzpreis	reales BIP (Bau-BIP); kurzfristiger Realzins; Industrieholzpreis; Produktpreis; Verarbeitungskapazitäten
Energieholz	Kalamitäten; Holzerntekosten; Energieholzpreis	reales BIP; Energieholzpreis; Industrieholzpreis; Heizölpreis

### Laubholz

Sortimente	Angebotsdeterminanten	Nachfragedeterminanten
Stammholz	Sturmholz; Holzerntekosten; Stammholzpreis	reales BIP (Bau-BIP); kurzfristiger Realzins; Stammholzpreis; Schnittholzimportpreis; Verarbeitungskapazitäten
Industrieholz	Sturmholz; Holzerntekosten; Industrieholzpreis; Energieholzpreis	reales BIP (Bau-BIP); kurzfristiger Realzins; Industrieholzpreis; Produktpreis; Verarbeitungskapazitäten
Energieholz	Sturmholz; Holzerntekosten; Energieholzpreis	reales BIP; Energieholzpreis; Industrieholzpreis; Heizölpreis

### Vermutete Angebotsdeterminanten

Die Rohholzpreise der Waldholzsortimente sowie die Produktionskosten (Holzerntekosten) sind Determinanten des Holzangebotes, die für alle Sortimente relevant sind. Dabei stellt sich auch die Frage, ob die Holzanbieter frei von Geldillusion handeln. Die Anbieter erliegen der Geldillusion, wenn sie nur den Holzpreis isoliert betrachten und dabei die Holzerntekosten nicht beachten oder umgekehrt. Wenn sich die Anbieter frei von Geldillusion verhalten, dann müssen die Determinanten als reale Größen formuliert werden<sup>54</sup>. Dies geschieht durch die Bildung der Preisrelation Holzerntekosten/Rohholzpreis.

<sup>54</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

Eine weitere wichtige Determinante des Holzangebotes, die alle Sortimente betrifft, ist der Einfluss von Kalamitäten.

Unter dem Begriff der Kalamität wird Schadholz aus Windwurf und Schneedruck sowie Schadholz biologischen Ursprungs (Käferholz) bezeichnet. Es besteht eine enge Korrelation zwischen Sturmereignissen und der anfallenden Käferholzmenge. Das liegende Sturmholz ist eine ideale Brutstätte für Holzschädlinge, wie den Borkenkäfer, der sich in den folgenden Jahren nach einem grossen Sturm stark vermehrt<sup>55</sup>. Das Angebot von Industrieholz wird zudem durch den Energieholzpreis beeinflusst, da potenzielles Industrieholz bei einem ausreichend hohen Energieholzpreis auch zu Energieholz aufgearbeitet werden kann. Die Überlegung scheint vor dem Hintergrund steigender Energieholzpreise und der damit geringer werdenden Preisdifferenz zwischen Industrie- und Energieholz sowie den zunehmend geringeren Bereitstellungskosten von Energieholz plausibel.

Die Holzanbieter werden bei ihrer Sortimentsaushaltung also von den Preiserwartungen beeinflusst. Beim Energieholz besteht jedoch bezüglich der Aushaltung wenig Spielraum, weil dieses aufgrund der minderen Qualität des Holzes kaum zu Industrieholz aufgearbeitet werden kann.

### **Vermutete Nachfragedeterminanten**

Der Einkaufsplan der Nachfrager wird, wie bei den Anbietern auch, durch die jeweiligen Sortimentspreise beeinflusst. Bei sinkenden Rohholzpreisen und gleich bleibendem Produktpreis ist eine erhöhte Waldholznachfrage zu erwarten. Umgekehrt werden bei steigenden Rohstoffpreisen geringere Nachfragemengen erwartet. Dabei stellt sich wiederum die Frage, ob die Nachfrager frei von Geldillusion handeln. Um dies zu untersuchen, wird die Preisrelation zwischen dem Produktpreis und dem Rohholzpreis hergestellt. Ein wichtige Determinante für die Güternachfrage ist auch das Bruttoinlandprodukt (BIP). Das BIP widerspiegelt die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Anhand der Veränderungsrate des realen BIP wird das Wirtschaftswachstum (bzw. die Schrumpfung) einer Volkswirtschaft gemessen. Eine Korrelation zwischen BIP und den nachgefragten Holzmengen erscheint plausibel. Neben der allgemeinen Entwicklung der Volkswirtschaft ist insbesondere die Baukonjunktur ein wichtiger Indikator für die Nachfrage von Produkten der Säge- sowie der Holzwerkstoffindustrie, da der grösste Anteil ihrer Produkte (Schnittwaren und Holzplatten) durch die Bauwirtschaft nachgefragt werden. Deshalb wird die Baukonjunktur als Nachfragedeterminante für Stamm- und Industrieholz vermutet. Die Lagerhaltungskosten in Form von Opportunitätskosten durch entgangene Zinseinnahmen sind vor allem in der Sägeindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie zu berücksichtigen. Für Energieholz wird nicht in grösserem Umfang Lagerplatz benötigt, da sich die Werke grösstenteils über Waldlager absichern und für das Endprodukt (Wärme und Strom) keine Lagerflächen benötigt werden. Deshalb werden die Lagerhaltungskosten nicht als Determinante der Energieholznachfrage vermutet. Die Lagerhaltungskosten werden durch den kurzfristigen Realzins ausgedrückt. Da die Höhe des Zinses auch durch die betrieblichen Verhältnisse beeinflusst wird (Rating des Unternehmens), muss im Hinblick auf die vorliegenden Überlegungen ein einheitlicher Marktzins angenommen werden. Dafür eignet sich Euromarktzinssatz mit einer Laufzeit von drei Monaten. Es erscheint plausibel, dass die inländische Nachfrage nach Waldholz auch von der Verarbeitungskapazität der heimischen Holzindustrie abhängt. Somit wird auch sie als Nachfragedeterminante untersucht. Die Substitutspreise beeinflussen die Nachfrage nach Rohholz ebenfalls. In der Sägeindustrie wird der Schnittholzimportpreis als Substitutspreis für inländische Schnittware herangezogen.

<sup>55</sup> Vgl. MEIER et al.: Forstschutz-Überblick. 2006

Beim Energieholz werden zusätzlich der Industrieholz- und Heizölpreis (Substitute) als Nachfragedeterminanten vermutet. Ist die Preisdifferenz zwischen Energieholz und Industrieholz gering, kann bei einer grossen Nachfrage nach Energieholz auch Industrieholz zur energetischen Produktion genutzt werden.

#### 4.3.4.1 Empirische Überprüfung der vermuteten Marktstruktur

Das im vorangegangenen Kapitel dargestellte Marktmodell für Waldholz wird durch eine Reihe von Determinanten sowie die Frage nach Geldillusion bestimmt. In einem weiteren Schritt wurde mit Hilfe empirischer Daten geprüft, ob die Determinanten tatsächlich einen Einfluss auf Angebot und Nachfrage haben und wie stark dieser Einfluss ist. Als Untersuchungszeitraum wurde 1985-2005 festgelegt, da für diesen Zeitraum geeignete Daten zur Verfügung standen. Abb. 48: Ausgewählte Angebots- und Nachfragedeterminanten von Waldholz sowie die dazugehörigen Quellen. Abb. 48 zeigt die untersuchten Determinanten und die entsprechenden Datenquellen.

Abb. 48: Ausgewählte Angebots- und Nachfragedeterminanten von Waldholz sowie die dazugehörigen Quellen.

##### Angebotsdeterminanten

Determinante	Quelle
Sturmholz- und Schneedruck	BAFU
Käferholz	WSL Birmensdorf
Rohholzpreise	Holzpreisstatistik BFS
Durchschnittliche Holzerntekosten	Testbetriebsnetz (TBN) WVS

##### Nachfragedeterminanten

Determinante	Quelle
Reales BIP	BFS
Reales Bau-BIP	BFS
Lagerhaltungskosten (Euromarktzins 3Mt.)	Nationalbank
Verarbeitungskapazität Sägeindustrie	BAFU
Verarbeitungskapazität Holzwerkstoffindustrie	BAFU
Rohholzpreise	Holzpreisstatistik BFS
Schnittholzimportpreis	Aussenhandelsstatistik BFS
Produktpreise der Papier- und Holzwerkstoffindustrie	BFS
Heizölpreis (Preise für Bezugsmengen von 3001-6000l)	BFS

Als Datenverarbeitungsmethode zur Identifizierung der sensiblen Einflussparameter (Determinanten) des Holzangebotes und der Holznachfrage sowie zur Bestimmung der Angebots- und Nachfragefunktionen diente die multiple Regressionsanalyse (vgl. Kap. 4.2).

#### 4.3.4.2 Ergebnisse der empirische Analyse der Teilmärkte

Die Konfrontation des aufgestellten Modells mit den empirischen Daten hat keine zweifelsfrei verwendbaren Modellvarianten hervorgebracht. Die besten Schätzungen konnten für die Zeitreihe 1995-2005 gefunden werden. In einzelnen Teilmärkten erklären verschiedene Determinanten das Angebot oder die Nachfrage, wenn die untersuchte Zeitreihe variiert wird. Ein Beispiel dafür ist die Nadelstammholznachfrage. Wird die Nachfrage über 20 Jahre betrachtet, zeigen der Rohholzpreis, der Schnittholzimportpreis sowie das reale Bruttoinlandprodukt einen signifikanten Einfluss auf die Nachfrage. Wird der Zeitraum um fünf Jahre verkürzt, zeigt das Bruttoinlandprodukt keinen signifikanten Einfluss mehr. Stattdessen kann die Nadelstammholznachfrage durch die Lagerhaltungskosten sowie den Rohholzpreis und den Schnittholzimportpreis erklärt werden.

Wird der Zeitraum noch weiter verkürzt, wird die Nadelstammholznachfrage nur noch durch den Rohholzpreis sowie den Schnittholzimportpreis bestimmt. Somit ist keine eindeutige Bestimmung des Nachfrageverhaltens möglich.

Die Erklärungskraft (Bestimmtheitsmaß  $R^2$ ) der Schätzfunktionen ist teilweise sehr gering (z.B. bei der Laubenergieholznachfrage  $R^2 = 0.3$ ). Einige Schätzungen kommen zudem nur aufgrund von Ausreisern in der Datenreihe zustande (z.B. Laubstammholzangebot). Es treten auch ökonomische Widersprüche auf, die nicht schlüssig erklärt werden können. So führt ein Konjunkturanstieg zu einer geringeren Nachfrage nach Laubstammholz, oder ein Anstieg der Lagerhaltungskosten führt zu einem Nachfrageanstieg beim Laubindustrieholz. Aufgrund der erwähnten statistischen Unsicherheiten sowie ökonomischen Widersprüchen sind die ermittelten Schätzfunktionen zu wenig fundiert, um daraus zweifelsfreie Elastizitäten zu bestimmen. Die Ergebnisse geben aber dennoch Hinweise, welche Determinanten einen signifikanten Einfluss auf das Holzangebot- und die Holznachfrage ausgeübt haben. Sie stellten im Fortgang des Projekts eine wichtige Grundlage für die darauffolgenden Gespräche mit Holzmarktexperten dar. Tab. 15 zeigt die als sensitiv identifizierten Angebots- und Nachfragedeterminanten für Nadel- und Laubholz jeweils getrennt nach den Hauptsortimenten, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% (detaillierte Auswertungen siehe Anhang).

Tab. 15: Signifikanz der Angebots- und Nachfragedeterminanten der Waldholzsortimente 1995-2005.

#### Nadelholzangebot

Sortiment	Determinante	signifikant	nicht signifikant
Stammholz	Kalamitätsholz t-1 *	x	
	Stammholzpreis		x
	Holzerntekosten		x
Industrieholz	Industrieholzpreis	x	
	Energieholzpreis	x	
	Kalamitätsholz t-1 *		x
Energieholz	Holzerntekosten		x
	Kalamitätsholz t-1	x	
	Energieholzpreis	x	
	Holzerntekosten		x

\* Die Determinante Kalamität wurde mit einem time-lag von einem Jahr versehen. Dass heisst, dass die Schadholzmenge nach einer Kalamität erst ein Jahr später einen signifikanten Einfluss auf die Angebotsmenge gezeigt hat.

\*\* Die Schätzungen für 1985-2005 zeigen einen signifikanten Einfluss des Kalamitätsholzanfalls auf das Industrieholzangebot.

#### Nadelholznachfrage

Sortiment	Determinante	signifikant	nicht signifikant
Stammholz	Schnittholzimportpreis	x	
	Stammholzpreis	x	
	Lagerhaltungskosten	x	
	reales BIP		x
	reales Bau-BIP		x
	Verarbeitungskapazität		x
Industrieholz	Lagerhaltungskosten	x	
	Industrieholzpreis	x	
	reales BIP		x
	reales Bau-BIP		x
	Verarbeitungskapazität		x
Energieholz	reales BIP	x	
	Energieholzpreis	x	
	Industrieholzpreis	x	
	Heizölpreis		x

**Laubholzangebot**

Sortiment	Determinante	signifikant	nicht signifikant
Stammholz	Sturmholz t-1 ***	x	
	Stammholzpreis	x	
	Holzerntekosten		x
Industrieholz	Sturmholz t-1	x	
	Industrieholzpreis		x
	Energieholzpreis		x
Energieholz	Holzerntekosten		x
	Kalamitätsholz t-1	x	
	Energieholzpreis	x	
	Holzerntekosten	x	

\*\*\* Die Determinante Sturmholz wurde mit einem time-lag von einem Jahr versehen. Dass heisst, dass die Schadholzmenge nach einem Sturm erst ein Jahr später einen signifikanten Einfluss auf die Angebotsmenge gezeigt hat.

**Laubholznachfrage**

Sortiment	Determinante	signifikant	nicht signifikant
Stammholz	reales BIP	x	
	Stammholzpreis	x	
	Verarbeitungskapazität	x	
	Lagerhaltungskosten		x
	reales Bau-BIP		x
	Schnittholzimportpreis		x
Industrieholz	reales BIP	x	
	Lagerhaltungskosten	x	
	Industrieholzpreis		x
	reales Bau-BIP		x
	Verarbeitungskapazität		x
Energieholz	Energieholzpreis	x	
	Industrieholzpreis	x	
	reales BIP		x
	Heizölpreis		x

**4.3.4.3 Analyse des Gesamtmarktes**

Die empirische Analyse der Teilmärkte von Waldholz ergab keine statistisch ausreichend gesicherten Ergebnisse, die zur Bestimmung von Elastizitäten geeignet waren. Bei der Holznutzung fallen aufgrund der Rohstoffbeschaffenheit von Waldholz immer mehrere Sortimente gleichzeitig an (Kuppelproduktion). Es wird somit vermutet, dass der Angebotsentscheid aus einer gesamthaften Angebotsbetrachtung der resultierenden Holzsortimente erfolgt. Deshalb wurden in einem weiteren Schritt die aggregierten Teilmärkte Nadel- und Laubholz sowie der Gesamtholzmarkt untersucht. Tab. 16 zeigt die untersuchten Angebots- und Nachfragedeterminanten.

Tab. 16: Vermutete Angebots- Nachfragedeterminanten für die Teilmärkte Nadel- und Laubholz sowie für den Gesamtwaldholzmarkt der Schweiz.

**Nadelholzmarkt**

Angebotsdeterminanten	Nachfragedeterminanten
Rohholzpreis	Rohholzpreis
Holzerntekosten	Schnittholzimportpreis
Kalamitäten (Sturm- und Käferholz)	reales BIP
	reales Bau-BIP
	Lagerhaltungskosten
	Verarbeitungskapazität

**Laubholzmarkt**

Angebotsdeterminanten	Nachfragedeterminanten
Rohholzpreis	Rohholzpreis
Holzerntekosten	Schnittholzimportpreis
Sturmholz	reales BIP
	reales Bau-BIP
	Lagerhaltungskosten
	Verarbeitungskapazität

**Gesamtholzmarkt**

Angebotsdeterminanten	Nachfragedeterminanten
Rohholzpreis	Rohholzpreis
Holzerntekosten	Schnittholzimportpreis
Kalamitäten (Sturm- und Käferholz)	reales BIP
	reales Bau-BIP
	Lagerhaltungskosten
	Verarbeitungskapazität

**4.3.4.4 Ergebnisse der Gesamtmarktanalyse**

Die empirische Analyse des Gesamtmarktes des Schweizer Waldholzes ergab klarere und überzeugendere Ergebnisse als die Teilmarktanalyse. So konnte das Marktgescchehen auf den Teilmärkten Nadel- und Laubholz nicht mit hoher Bestimmtheit erklärt werden, die Gesamtmarktbetrachtung zeigt jedoch deutlich bessere Resultate. Die mit der Realität am präzisesten korrelierenden Schätzungen konnten für die Periode 1995-2005 ermittelt werden. Tab. 17 zeigt die als signifikant identifizierten Determinanten, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%.

Tab. 17: Signifikanz der Angebots- und Nachfragedeterminanten der Waldholzsortimente 1995-2005.

**Nadelholzmarkt**

Angebotsdeterminante	signifikant	nicht signifikant
Kalamitätsholz t-1 *	x	
Stammholzpreis	x	
Holzerntekosten	x	
Nachfragedeterminante	signifikant	nicht signifikant
Rohholzpreis	x	
Schnittholzimportpreis	x	
Lagerhaltungskosten	x	
reales BIP		x
reales Bau-BIP		x
Verarbeitungskapazität		x

\* Die Determinante Kalamität wurde mit einem time-lag von einem Jahr versehen. Dass heisst, dass die Schadholzmenge nach einer Kalamität erst ein Jahr später einen signifikanten Einfluss auf die Angebotsmenge gezeigt hat.

**Laubholzmarkt**

Angebotsdeterminante	signifikant	nicht signifikant
Sturmholz t-1 *	x	
Stammholzpreis		x
Holzerntekosten		x
Nachfragedeterminante	signifikant	nicht signifikant
Verarbeitungskapazität	x	
Rohholzpreis		x
Schnittholzimportpreis		x
Lagerhaltungskosten		x
reales BIP		x
reales Bau-BIP		x

\* Die Determinante Sturmholz wurde mit einem time-lag von einem Jahr versehen. Dass heisst, dass die Schadholzmenge nach einem Sturm erst ein Jahr später einen signifikanten Einfluss auf die Angebotsmenge gezeigt hat.

**Gesamtwaldholzmarkt**

Angebotsdeterminante	signifikant	nicht signifikant
Kalamitätsholz t-1 *	x	
Stammholzpreis	x	
Holzerntekosten	x	
Nachfragedeterminante	signifikant	nicht signifikant
Rohholzpreis	x	
Schnittholzimportpreis	x	
Verarbeitungskapazität	x	
reales BIP		x
reales Bau-BIP		x
Lagerhaltungskosten		x

\* Die Determinante Kalamität wurde mit einem time-lag von einem Jahr versehen. Dass heisst, dass die Schadholzmenge nach einer Kalamität erst ein Jahr später einen signifikanten Einfluss auf die Angebotsmenge gezeigt hat.

Die besten Schätzungen für den Gesamtholzmarkt zeigten sich in der Periode 1995-2005. Das Bestimmtheitsmass der Regressionsschätzungen des Gesamtmarktangebotes liegt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% bei  $R^2 = 0.95$  ( $R^2_{ad} = 0.94$ ), bei der Nachfrage  $R^2 = 0.95$  ( $R^2_{ad} = 0.93$ ). Multikollinearität der Determinanten liegt nicht vor ( $Tol > 0.1$ ). Jedoch liegt bei beiden Schätzungen eine Autokorrelation der Residuen vor. Die Autokorrelation ist jedoch mit  $DW = 2.18$  (Angebotschätzung) und  $DW = 1.97$  (Nachfrageschätzung) gering und liegt noch in einem akzeptablen Bereich. Dennoch sollten die Ergebnisse des ermittelten funktionalen Zusammenhangs mit entsprechender Vorsicht interpretiert werden. Abbildung 45 zeigt die Resultate der Regressionsanalyse für das Gesamtmarktangebot und die Gesamtmarktnachfrage für die Periode 1995-2005.

## Angebotsschätzung für den Waldholzgesamtmarkt der Schweiz 1995-2005

Rohholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Ek	Pr	Ek/Pr	K
	%	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	125.3	147.2	85.122	336
1996	125.3	136.3	91.93	230
1997	121.3	126.8	95.662	487
1998	114.7	128.8	89.053	79
1999	117.3	128.1	91.569	12567
2000	106.7	110.8	96.3	126
2001	114.7	99.3	115.51	1177
2002	104	110.7	93.948	1003
2003	109.3	110.8	98.646	1754
2004	102.7	104.7	98.09	1207
2005	100	100	100	930

### Legende

- Ek durchschnittliche Erntekosten
- Pr Rohholzpreis
- Ek/Pr Erntekosten/Rohholzpreis
- K Kalamitätsholz

Quellen: BFS, BAFU, WSL, WVS

### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = 1000.085 + 52.107 \text{ Ek}_t/\text{Pr}_t + 0.475 \text{ K}_{t-1}$$

t-Werte 0.558 2.797 11.80

R<sup>2</sup> = 0.95 R<sup>2</sup> <sub>ad</sub> = 0.94 DW = 2.18 Tol = 0.9995

## Nachfrageschätzung für den Waldholzgesamtmarkt der Schweiz 1995-2005

### Rohholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Psim	Pr	Vr
	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	85.54	147.2	94.5
1996	80.434	136.3	86.7
1997	74.587	126.8	82.0
1998	81.088	128.8	89.6
1999	84.367	128.1	94.3
2000	92.055	110.8	102.1
2001	87.972	99.3	88.0
2002	86.08	110.7	87.5
2003	83.28	110.8	84.5
2004	93.859	104.7	94.6
2005	100	100	100.0

### Legende

Psim	Schnittholzimportpreis
Pr	Rohholzpreis
Vr	Verarbeitungskapazität

Quellen: BFS, BAFU, Aussenhandelstatistik, HIS

### Beste Nachfrageschätzung

$$X_r^N = 12063.39 - 120.13Pr_t - 398.92Psim_t + 475.94 Vrt$$

t-Werte 1.416 -3.123 -2.806 3.853

$$R^2 = 0.75 \quad R^2_{ad} = 0.65 \quad DW = 1.97 \quad Tol = 0.12 - 0.32$$

$$\varepsilon_{y,x} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{x}{y} = y' \cdot \frac{x}{y}$$

Abb. 49: Beste Angebots- und Nachfrageschätzung für den Gesamtwaldholzmarkt in der Schweiz 1995-2005.

Aufgrund der beschriebenen statistischen Unsicherheiten bei den Schätzgleichungen sind die Ergebnisse mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren. Dennoch erscheint eine Bestimmung von Elastizitäten sinnvoll, um Anhaltspunkte über das bisherige Verhalten der Marktteilnehmer zu erhalten. Werden auf der Grundlage der Schätzgleichungen die jeweiligen Elastizitäten bestimmt, zeigt sich folgendes Bild (Tab. 18):

Tab. 18: Durchschnittliche Preiselastizitäten des Angebotes und der Nachfrage nach Waldholz in der Schweiz für die Periode 1995-2005.

### Durchschnittliche Preiselastizitäten des Angebotes

führt zu einer Eine 1%ige Erhöhung von...	relativen Mengen- änderung des Angebotes
Rohholzpreis	+0.73%
Erntekosten	+0.73%
Kalamitäten	+0.12%

## Durchschnittliche Preiselastizitäten der Nachfrage

führt zu einer Eine 1%ige Erhöhung von...	relativen Mengen- änderung der Nachfrage
Rohholzpreis	-8.36
Schnittholzimportpreis	-5.04
Schnittwarenproduktion	6.35

## Angebotselastizitäten

Die ermittelten Preiselastizitäten auf der Angebotsseite erscheinen plausibel. Die Holzanbieter haben sich frei von Geldillusion verhalten und aufgrund rationaler Erwartungen geplant. Die Ergebnisse auf der Angebotsseite deuten auf ein eher preisunelastisches Verhalten der Holzanbieter hin. Die ermittelte durchschnittliche Rohholzpreiselastizität des Angebots von 0.73 erscheint im Vergleich mit derjenigen aus der Analyse des deutschen Rohholzmarktes durch Bergen et al. von 0.54 plausibel. Entsprechend dem positiven Regressionskoeffizienten führte eine Erhöhung des Holzpreises zu einem leichten Angebotsanstieg. Die Holzerntekostenelastizität des Angebots beträgt +0.73. Die Holzanbieter haben ihr Holzangebot somit bei steigenden Holzerntekosten leicht erhöht. Die durchschnittliche Kalamitätselastizität des Rohholzangebotes beträgt 0.12. Das Auftreten einer Kalamität führte folglich zu einem Anstieg des Holzangebotes (Tab. 18).

## Nachfrageelastizitäten

Die nachfrageseitigen Elastizitäten erscheinen nicht realistisch. Die durchschnittliche Rohholzpreiselastizität der Nachfrage beträgt -8.36, die Schnittholzimportpreiselastizität der Nachfrage -5.04 und die Nachfrageelastizität der Verarbeitungskapazität +6.35. Die bestimmten Preiselastizitäten erscheinen eindeutig zu hoch. Aus ökonomischer Sicht erscheint auch ein Nachfragerückgang bei steigenden Holzhalbwarensubstitutionspreisen (Schnittholzimportpreis) nicht plausibel. Eine komparativ-statistische Analyse zur Bestimmung der Marktreaktionen bei Veränderungen der sensitiven Einflussparameter ist aufgrund der statistischen Unsicherheiten deshalb nicht sinnvoll (Tab. 18).

## 4.4 Analyse der sonstigen Rohholzmärkte in der Schweiz

Zu den sonstigen Rohholzmärkten der Schweiz gehören: Der Flurholzmarkt, der Plantagenholzmarkt, der Altholzmarkt sowie der Restholzmarkt. In den folgenden Kapiteln werden die genannten Rohholzmärkte systematisch beschrieben und Folgerungen im Hinblick auf die Gestaltung des dynamischen Holzmarktmodells für die Schweiz gezogen.

### 4.4.1 Flurholzmarkt

Flurholz fällt bei der Pflege von Feldgehölzen, Gebüschwäldern und Hecken, aber auch im Obstbau, in Parkanlagen sowie bei der Pflege von Bestockungen innerhalb von Siedlungsräumen an. Anbieter von Flurholz sind demnach Bund, Kantone, Städte, Gemeinden, Bauern sowie Hauseigentümer, die entsprechende Gehölze besitzen und diese unterhalten. Nachfrager von Flurholz sind Betreiber von biomassebasierten Feuerungsanlagen. Ein Grossteil der durch die Pflege der Gehölze anfallenden Biomasse wird nach Aussage von Experten auf den Eingriffsflächen belassen. Über den Flurholzmarkt werden keine statistischen Erhebungen geführt, was eine quantitative Marktanalyse verunmöglicht. Beim Flurholzmarkt kann auch nicht im eigentlichen Sinne von einem klassischen Markt gesprochen werden. Flurholz wird nicht aufgrund des Tausches des Gutes gegen Geld angeboten, sondern es fällt vielmehr aufgrund des Pflegebedarfs der Gehölze an. So pflegt beispielsweise die Schweizerische Bundesbahn (SBB) ihre Gleisflächen unabhängig vom aktuellen Hackholzpreis.

Es erscheint somit plausibel, dass die jährlich anfallenden Flurholzmengen aufgrund des Pflegebedarfs als konstant angenommen werden können. Es stellt sich damit die Frage, welche Einflussparameter die thermisch genutzte Flurholzmenge beeinflussen. Die thermische Angebotsmenge hängt einerseits von der individuellen Bereitstellungsmenge, den Produktionskosten sowie dem Flurholzpreis ab. Kleinstmengen an Flurholz (z.B. aus Garten- und Siedlungsanlagen) sind aufgrund der unbedeutenden Menge nur bedingt zur thermischen Verwertung geeignet. Es müsste eine kostenintensive Vorbündelung erfolgen. Bei grösseren Flurholzmengen sind die Produktionskosten und die möglichen Erlöse aus Flurholz massgebend. Verhält sich der Flurholzanbieter als Gewinnmaximierer, dann wird er nur Holz zur thermischen Nutzung anbieten, wenn der Erlös aus dem Flurholzverkauf höher ist als die Differenz der Variante „Pflege, Hacken und Verkauf/Lieferung ans Werk“ zur Variante „Pflege und auf der Fläche belassen“. Die Produktionskosten von Flurholz (zur thermischen Verwertung) werden massgeblich durch die Erschliessung und die anfallende Flurholzmenge beeinflusst. Durch die im Verhältnis zur Eingriffsfläche geringen Holzmengen sowie die suboptimalen Produktionsbedingungen (z.B. entlang von Bahngleisen) sind die Produktionskosten von Flurholz im Vergleich zu Waldenergieholz deutlich höher. Aufgrund der fehlenden Datengrundlagen erscheint es deshalb angezeigt, die künftig zu erwartenden Flurholzmengen sowie deren thermisch genutzten Anteile durch Fachexperten und anhand von Literatur einzuschätzen.

#### 4.4.2 Plantagenholzmarkt

Plantagenholz wurde in der Schweiz bis heute nicht in nennenswerten Mengen produziert<sup>56</sup>. Potenzielle Anbieter von Plantagenholz sind vorwiegend Landwirtschaftsbetriebe. Potenzielle Nachfrager von Plantagenholz sind vor allem thermische Verwerter, aber auch Industrieholznachfrager. Das künftige Plantagenholzangebot wird voraussichtlich durch die Preisentwicklung auf den Agrarmärkten sowie durch die Produktionskosten und den Holzpreis bestimmt. Plantagenholz wird hauptsächlich durch die Landwirtschaft bereitgestellt. Verhält sich der Landwirt als Gewinnmaximierer, dann bietet er dasjenige Gut an, mit welchem er den höchsten Deckungsbeitrag erwirtschaften kann.

Er wird sich also dann für die Plantagenholzproduktion entscheiden, wenn er daraus einen höheren Deckungsbeitrag im Vergleich zu agrarwirtschaftlichen Produkten erwirtschaften kann. Die künftige Entwicklung der Agrar- und Holzmärkte hängt von vielen Einflussfaktoren ab. Im Rahmen der vorliegenden Studie ist eine dafür notwendige Analyse der Agrarmärkte nicht möglich. Aufgrund der sehr geringen Anfallsmengen erscheint es deshalb zum aktuellen Zeitpunkt sinnvoll, die künftige Marktentwicklung über Marktexperten einzuschätzen zu lassen. Sollte sich die Situation auf der Angebotsseite langfristig ändern, so wäre jedoch die Entwicklung eines MarktmODELLS für dieses Sortiment anzuraten.

#### 4.4.3 Altholzmarkt

Altholz ist Holz, das bereits einem stofflichen Verwendungszweck zugeführt wurde und nach seiner Entsorgung als Sekundärrohstoff stofflich oder thermisch weiterverwertet wird (vgl. hierzu Kap. 2.3.2.2). Anbieter von Altholz sind Abbruch- und Recyclingunternehmen. Nachfrager von Altholz sind ausländische Holzindustrien (Altholz darf in der Schweiz zum aktuellen Zeitpunkt nicht stofflich aufbereitet werden vgl. Kap. 3.2.2) sowie in- und ausländische thermische Verwerter. Altholz wird also nicht hergestellt, sondern fällt primär aufgrund der Abbruch- und Renovationstätigkeit an. Das Altholzangebot ist somit von der Abbruch- und Renovationstätigkeit abhängig. Die jeweilige angebotene Altholzmenge kann auch verkauft werden, da Altholz gegenüber Frischholz deutliche Preisvorteile besitzt und somit ein günstiger Rohstoff für die thermische sowie stoffliche Verwerter darstellt. Dabei stehen die stofflichen und die thermischen Verwerter in enger Konkurrenz zueinander.

<sup>56</sup> Holzenergie Schweiz. Mündliche Mitteilung. 2008

Altholz wird grösstenteils über Handelsunternehmen vorgebündelt und weiterverkauft. Dies ist sicherlich auch ein Grund für die grosse Dynamik in diesem Markt. Nach Expertenaussagen werden die Mengenflüsse durch die jeweilige Grenzzahlungsbereitschaft der Abnehmer gesteuert. Zahlt beispielsweise ein Abnehmer im Ausland geringfügig mehr als ein heimischer Verwerter, so werden die Holzmengen umgehend umgeleitet. Da über den Altholzmarkt keine ausreichende Datenbasis vorhanden ist, ist die Entwicklung eines Marktmodells nicht möglich. Auch beim Altholzmarkt erscheint deshalb eine Einschätzung der künftigen Marktentwicklung über Experten sinnvoll, dies insbesondere vor dem Hintergrund einer sehr konstanten Mengenentwicklung innerhalb der letzten 10 Jahre.

#### 4.4.4 Restholzmarkt

Unter dem Begriff Restholz werden Kuppelprodukte, die bei der Herstellung von Holzprodukten anfallen, zusammengefasst. Restholz kann in der Form von Hackschnitzeln, Rinde, Säge- und Hobelspanen sowie Sägemehl anfallen. Der mit Abstand grösste Anbieter von Restholz ist die Sägeindustrie. Das dort anfallende Restholz fällt in einem relativ konstanten Verhältnis zur Menge des produzierten Hauptprodukts an (Kuppelproduktion). Der durchschnittliche Einschnittsverlust am Gesamtvolumen des Stammholzes ohne Rinde beträgt ca. 38%<sup>57</sup>. Die künftige Restholzmenge ergibt sich also aus dem konstanten Verhältnis zwischen der künftig verarbeiteten Stammholzmenge in der Sägeindustrie der Schweiz sowie dem Rindenanteil derselben Menge. Nachfrager von Restholz sind die in- und ausländische Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie sowie thermische Verwerter. So bestehen Spanplatten aus bis zu 70% Sägespanen. Bei den thermischen Verwertern ist seit einigen Jahren vor allem die Pelletindustrie zu nennen, für die Sägemehl der ideale Rohstoff darstellt. Aufgrund der Kuppelproduktsituation ist die Angebotselastizität seitens der Sägewerke sehr gering. Je nach Nachfragesituation durch die restholzverarbeitenden Industrien schwankt der Restholzpreis deshalb sehr stark. Dies zeigt auch die folgende Abb. 50. Darin sind die Preisentwicklungen für Sägemehl über die Zeit dargestellt. Zwischen September 05 und Oktober 06 erfuhr dieser Rohstoff einen Preisanstieg von 4 Euro auf 12 Euro je Sm<sup>3</sup>, d.h. eine Preissteigerung um 200%. Diese Situation erklärt das hohe Interesse der Sägeindustrie an Investitionen in Pelletieranlagen.

<sup>57</sup> Angabe Holzindustrie Schweiz. Mündliche Mitteilung 2008.

## Preisentwicklung beim Sägemehl in Deutschland

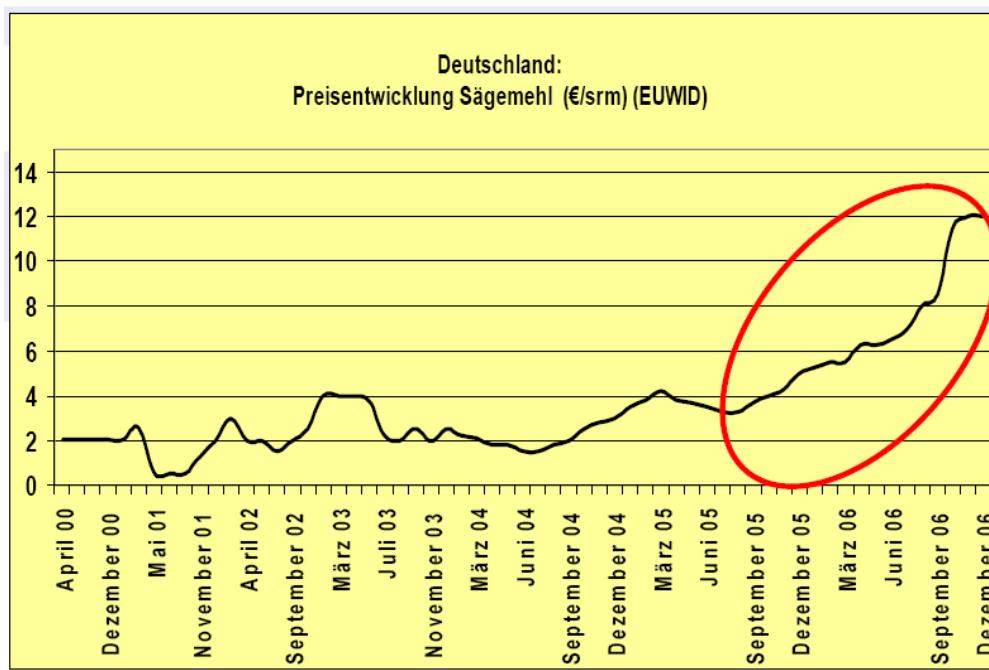


Abb. 50: Preisentwicklung beim Sägemehl in Deutschland (Quelle: Euwid, 2006).

Über die Restholzpreise in der Schweiz sind keine allgemein verfügbaren Preisstatistiken verfügbar. Aufgrund der internationalen Prägung des Restholzmarktes sowie der hohen Restholzimportquote (vgl. Kap. 2.3.3) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Preisschwankungen auch in der Schweiz bestehen.

## 4.5 Fazit

Eine in vollem Umfang schlüssige Beschreibung des Angebots- und Nachfrageverhaltens auf dem Schweizer Waldholzmarkt innerhalb der Zeitperiode 1985-2005 war mittels den durchgeföhrten ökonometrischen Zeitreihenanalysen nicht möglich. Somit konnten auch oftmals keine eindeutigen Elastizitäten geschätzt werden. Dennoch gibt die Marktanalyse wertvolle Hinweise auf die sensitiv wirkenden Einflussparameter, welche das Holzangebot und die Holznachfrage auf dem Schweizer Waldholzmarkt bestimmt haben.

Es stellt sich somit aber auch die Frage, weshalb keine eindeutigen Verhaltensweisen der Holzanbieter und -nachfrager identifiziert werden konnten. Ein Hauptgrund dafür wird nach Expertenmeinung in einer vermuteten Verhaltensänderung der Marktteilnehmer innerhalb des Untersuchungszeitraums gesehen. Die in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Holzmarktexperten sind der Meinung, dass sich das Marktverhalten der Marktteilnehmer, insbesondere der Anbieter, von einem kostendeckenden hin zu einem eher gewinnmaximierenden Verhalten entwickelt hat. Da dieser Wandel innerhalb des Untersuchungszeitraums begonnen hat, erklärt dies, warum keine zweifelsfreien Schätzgleichungen gefunden werden konnten. Innerhalb des Betrachtungszeitraumes (1985 - 2005) lassen die Ergebnisse ein eher kostendeckendes Anbieterverhalten vermuten, während bei der Betrachtung über einen kürzeren Zeitraum (1995 - 2005) ein leicht preiselastisches Verhalten der Holzanbieter dominierte. Das über einen längeren Betrachtungszeitraum vermutete kostendeckende Angebotsverhalten muss jedoch auch in Zusammenhang mit weiteren forstlichen Produkten und Dienstleistungen der Holzanbieter interpretiert werden.

---

Die Planung des Holzangebotes (insbesondere bei öffentlichen Forstbetrieben) orientiert sich nicht ausschliesslich an der Situation auf dem Holzmarkt, sondern wird auch durch die Auftragslage weiterer Einnahmequellen wie z.B. Arbeiten für Dritte beeinflusst. Zudem beeinflussen grosse Kalamitätsereignisse das Marktverhalten der Holzanbieter teilweise über mehrere Jahre nach einem Grossereignis. Diesen Umstand gilt es auch bei der Interpretation des Anbieterverhaltens zu berücksichtigen. Die Ergebnisse auf der Nachfragseite deuten dagegen eher auf ein gewinnmaximierendes Verhalten hin.

Eine quantitative Analyse der sonstigen Rohholzmärkte der Schweiz ist aufgrund fehlender statistischer Datengrundlagen nicht möglich. Innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte nahmen die Marktmengen der entsprechenden Teilmärkte jedoch nur geringfügig zu. Somit erscheint eine Einschätzung der künftigen Marktentwicklung über Marktexperten sinnvoll.

## 5 Modelle zur Darstellung von Angebot und Nachfrage auf dem Schweizer Holzmarkt

Zur Abschätzung des künftigen Rohholzaufkommens wurde ein dynamisches Holzmarktmodell erarbeitet. Es besteht aus zwei Modellvarianten, die voneinander unabhängig sind. Eine Modellvariante schätzt die neue Marktsituation über die Eingabe der als sensitiv identifizierten Einflussparameter bezüglich dem Holzangebot sowie der Holznachfrage ab. Die zweite Modellvariante ermöglicht es, über die Vorgabe von Waldholzpreisen eine Mengenabschätzung vorzunehmen.

### 5.1 Vorgehen bei der Erarbeitung

Bei der Erarbeitung des dynamischen Holzmarktmodells wurde folgendermassen vorgegangen:

1. Festlegung der Methodik und grundsätzliche Konzeption des Marktmodells auf der Grundlage der durchgeföhrten Marktanalyse.
2. Durchführung von Experteninterviews mit Holzmarktexperten.
3. Erarbeitung des Modells in Zusammenarbeit mit Forstökonomen.
4. Programmierung des Marktmodells in Excel und anschliessende Überprüfung des Modells auf Plausibilität in Zusammenarbeit mit Holzmarktexperten.

### 5.2 Methode

Im Rahmen der Modellentwicklung wurden Holzmarktexperten der verschiedenen untersuchten Rohholzmärkte über das aktuelle sowie künftig zu erwartende Marktverhalten der Marktteilnehmer sowie die künftige Entwicklung des Holzmarktes befragt. Bei der Expertenauswahl wurde darauf geachtet, dass sowohl Vertreter der Angebots- als auch der Nachfrageseite einbezogen wurden. Die Auswahl der befragten Holzmarktexperten erfolgte gemäss ihrer spezifischen Marktkompetenz und Markterfahrung.

#### Das systematisierende Experteninterview

Insgesamt wurden acht Holzmarktexperten<sup>58</sup> mit entsprechendem fachspezifischen Hintergrundwissen und einer langen praktischen Erfahrung auf den jeweiligen Holzmärkten befragt. Die Expertenbefragung orientierte sich an der Methode des systematisierenden Interviews. Diese Befragungstechnik ist mit dem explorativen Interview verwandt.

Im Vordergrund des systematisierenden Interviews steht das aus der Praxis gewonnene, reflexiv verfügbare Handlungs- und Erfahrungswissen des Befragten, das systematisch und lückenlos erfasst werden sollte. Der Experte erklärt aus seiner Sicht objektive Tatbestände und erläutert Sachverhalte zu einem bestimmten Fachthema. Beim systematisierenden Interview wird der Experte in erster Linie als Ratgeber gesehen, also als eine Person, die über ein bestimmtes Fachwissen verfügt, das dem Forscher nicht zugänglich ist<sup>59</sup>.

Für die Durchführung der Experteninterviews wurde ein Leitfaden entwickelt (vgl. Anhang). Hauptziel der Interviews war, die künftige Marktentwicklung und das künftig zu erwartende Angebots- und Nachfrageverhalten auf den verschiedenen Märkten zu erforschen.

<sup>58</sup> Vgl. Auflistung der befragten Holzmarktexperten im Anhang.

<sup>59</sup> Vgl. Bogner et al.: Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. 2005

Zudem wurden die Ergebnisse der ökonometrischen Zeitreihenanalysen mit den Holzmarktexperten diskutiert und Folgerungen daraus gezogen.

Die Einschätzungen der Holzmarktexperten bezüglich der künftig zu erwartenden Marktentwicklung wurden systematisch zusammengetragen. In einem weiteren Schritt wurden die Markteinschätzungen zusätzlich aufgrund des spezifischen Fachwissen und der Praxiserfahrung gewichtet. Die Ergebnisse der Expertenbefragungen wurden dann zur Erarbeitung des dynamischen Holzmarktmodells beigezogen.

### 5.3 Übersicht Modellvarianten

Das dynamische Holzmarktmodell für die Schweiz besteht aus zwei, auf verschiedenen Ansätzen basierenden und voneinander unabhängigen Modellvarianten, einem ökonometriegestützten Modell und einem expertengestützten Modell. Der Hauptunterschied zwischen den Modellvarianten liegt in den unterschiedlichen Inputparametern (unabhängige Variablen), die die Outputgrößen (künftiges Rohholzaufkommen als abhängige Variable) bestimmen und vom Systemnutzer eingegeben werden. Die nachfolgenden Ausführungen geben einen Überblick über die Inputparameter der Modellvarianten sowie den Output der Modellierungen.

#### Ökonometriegestütztes Modell

Inputparameter des ökonometriegestützten Modells sind die identifizierten, sensitiv wirkenden Einflussparameter, die das Holzangebot sowie die Holznachfrage bestimmen (vgl. Kap. 5.3.4.5). Ein sensibler Einflussparameter des Holzangebotes sind z.B. die Holzerntekosten, die den Angebotsentscheid der Holzanbieter beeinflussen. Ein Beispiel eines nachfrageseitigen Einflussparameters ist die Verarbeitungskapazität der Sägeindustrie. Aufgrund der Eingabewerte für die sensiblen Einflussparameter schätzt das Modell das daraus resultierende neue Marktgleichgewicht ein. Output der Modellrechnungen sind die entsprechend den Eingabewerten resultierenden neuen Waldholzmengen und -preise. Zusätzlich erfolgt eine Mengenabschätzung für die sonstigen Rohholzmärkte. Der Außenhandel mit Rohholz wird ebenfalls modelliert (Abb. 51).

#### Expertengestütztes Modell

Inputparameter des Expertengestützten Modells sind die Waldholzpreise der gebräuchlichen Hauptsortimente Stammholz, Industrieholz und Energieholz. Diese Modellvariante wurde aufgrund der Vorgabe des Auftraggebers erarbeitet, auch über die Vorgabe von künftig vermuteten Holzpreisen eine Mengenabschätzung für Waldholz und die sonstigen Rohholzmärkte zu erhalten. Auch beim Expertengestützten Modell wird der Außenhandel in die Modellsimulation miteinbezogen (Abb. 51).

## Modellvarianten des dynamischen Holzmarktmodells

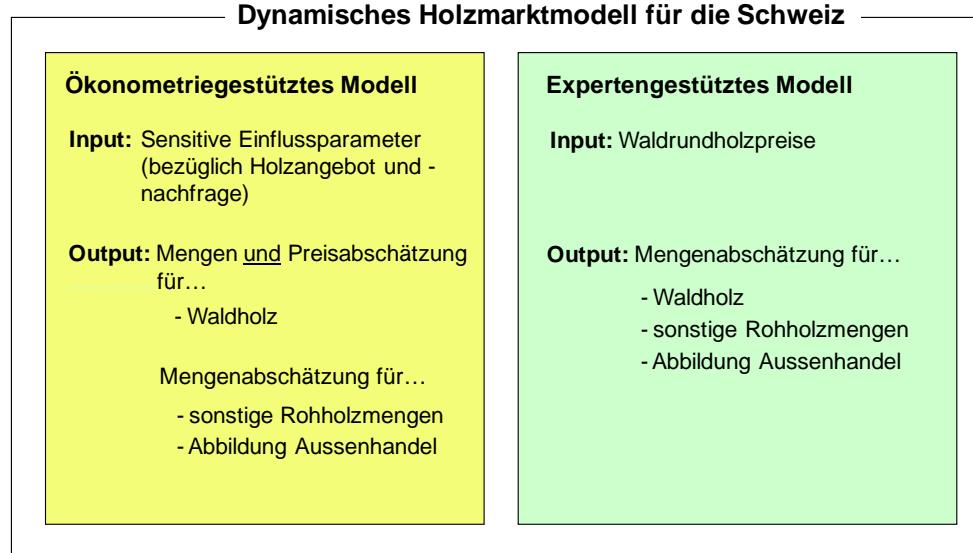


Abb. 51: Übersicht über die Modellvarianten des dynamischen Holzmarktmodells für die Schweiz.

### 5.4 Ökonometriegestütztes Modell

In den folgenden Kapiteln werden die Datenbasis, die verwendeten Elastizitäten, die Modellgrenzen sowie die Funktionsweise des ökonometriegestützten Modells beschrieben. Das ökonometrische Modell ist ein eigenständiges Modell, das vom expertengestützten Modell unabhängig ist.

#### 5.4.1 Ausgangsbasis der Modellierung

Die Ausgangsbasis für die Modellrechnungen stellt die Stoffflussmatrix 2005 dar (vgl. Kap. 3). Die neue Marktmenge und der neue Marktpreis errechnen sich somit aus den Mengen und Preisen des Ausgangsjahres 2005 und den errechneten Mengen- und Preisänderungen aufgrund der Veränderung der sensitiven Einflussparameter.

#### 5.4.2 Verwendete Elastizitäten

##### 5.4.2.1 Waldholzmarkt

Der Schweizer Waldholzmarkt gleicht nach Einschätzung von Experten in der Struktur und der Funktionsweise in den wichtigen, bestimmenden Parametern dem deutschen Waldholzmarkt. Ein Hauptunterschied der beiden Märkte liegt beim unterschiedlichen Anbieterverhalten. Die Holzanbieter auf dem deutschen Waldholzmarkt haben sich gewinnmaximierend Verhalten<sup>60</sup>. Auf dem Schweizer Markt dominierte über längere Zeiträume ein eher kostendeckendes Angebotsverhalten. Innerhalb der letzten zehn bis 15 Jahren konnte jedoch auch in der Schweiz ein Wandel hin zu einem eher gewinnmaximierenden Verhalten festgestellt werden. Gemäss der Einschätzung von Holzmarktexperten wird sich dieser Wandel beim Anbieterverhalten auf dem Schweizer Waldholzmarkt weiter fortsetzen. Zusätzlich wird künftig mit einem stärker gewinnorientierten Verhalten der Holzanbieter gerechnet.

<sup>60</sup> Vgl. Bergen et al.: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen. 2002

Unter der Prämisse, dass sich das Marktverhalten der Marktteilnehmer in der Schweiz weiter in Richtung des Marktverhaltens auf dem deutschen Markt entwickelt, können ähnliche Elastizitäten angenommen werden, wie sie durch Bergen et al. für den deutschen Markt bestimmt wurden. Aus der empirischen Analyse des Schweizer Waldholzmarktes (ökonometrische Analyse) sind die sensitiven Einflussparameter bekannt. Die Holzerntekosten, nicht kompensierbare Kalamitäten, der Schnittholzimportpreis sowie die Verarbeitungskapazität der Sägeindustrie zeigten einen signifikanten Einfluss.

Somit erscheint eine Anlehnung der Elastizitäten für die Schweiz an diejenigen des deutschen Marktes sinnvoll. Für die Holzerntekosten, nicht kompensierbare Kalamitäten sowie den Schnittholzimportpreis wurden in Deutschland bereits Elastizitäten bestimmt. Die Elastizitäten des deutschen Rohholzmarktes wurden als Grundlage zur Diskussion mit Holzmarktexperten herangezogen und für die Schweiz eingeschätzt. Die Determinante Verarbeitungskapazität wurde in Deutschland nicht untersucht, womit auch keine Elastizitäten vorliegen. Deshalb wurde die Elastizität der Verarbeitungskapazität durch Holzmarktexperten eingeschätzt. Grundlage für diese Schätzung waren wiederum die Erkenntnisse aus der ökonometrischen Analyse, die den Befragten Experten als Anhalt dienten. Tab. 19 zeigt die geschätzten Elastizitäten.

Tab. 19: Elastizitäten des Schweizer Waldholzmarktes.

#### Stärke der Marktreaktion des Rohholzmarktes

führt zu einer Eine 1%ige Erhöhung der...	relativen Preis- änderung von	relativen Mengen- änderung von	relativen Umsatz- änderung von
Erntekosten	0.500	-0.086	0.414
Kalamitäten	-0.025	0.050	0.025
Schnittholzimportpreis	0.159	0.087	0.246
Verarbeitungskapazität	0.500	0.380	0.880

#### Prüfung der Elastizitäten auf Plausibilität

Um die geschätzten Elastizitäten auf deren Plausibilität hin zu überprüfen, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Das dynamische Holzmarktmodell soll vorwiegend für längerfristigere Marktprognosen eingesetzt werden. Deshalb wurden, ausgehend vom Basisjahr 2005 Modellrechnungen für das Jahr 2025 durchgeführt. Dabei wurde die wahrscheinlichste Marktentwicklung mit den geschätzten Elastizitäten für Waldholz berechnet und mit den Markteinschätzungen der im Rahmen der Studie befragten Holzmarktexperten verglichen. Bei einer Gegenüberstellung der Ergebnisse der Modellrechnung mit den Einschätzungen der Holzmarktexperten für das Jahr 2025 zeigte sich eine sehr gute Übereinstimmung der prognostizierten Marktergebnisse. Die Differenz der Schätzungen liegt bei unter einem Prozent. Die Plausibilität der geschätzten Elastizitäten ist somit gegeben.

#### Variierung der Elastizitäten

Wie bereits angesprochen, weist sowohl die ökonometrische Analyse als auch die Expertenbefragung auf eine bereits begonnene und sich in der Zukunft weiter fortsetzende Verhaltensänderung der Marktteilnehmer hin. Dieser Wandel vollzieht sich über längere Zeiträume.

Die befragten Holzmarktexperten sind sich einig, dass sich der prognostizierte Wandel des Anbieter- und Nachfrageverhaltens von einem preisunelastischen Marktverhalten hin zu einem stärker preiselastischen Verhalten (vor allem auf der Angebotsseite) schrittweise vollzieht. Die Elastizitäten ändern sich somit laufend und nehmen dabei schrittweise einen höheren Wert an. Somit werden die bestimmten Elastizitäten wahrscheinlich erst längerfristig Gültigkeit haben. Kurz- und Mittelfristig ist mit einem weniger preiselastischen Marktverhalten zu rechnen. Die schrittweise Steigerung hin zu einem stärker preiselastischen Marktverhalten der Holzanbieter ist in Abb. 52 graphisch dargestellt.

### Wandlung des Anbieterverhaltens

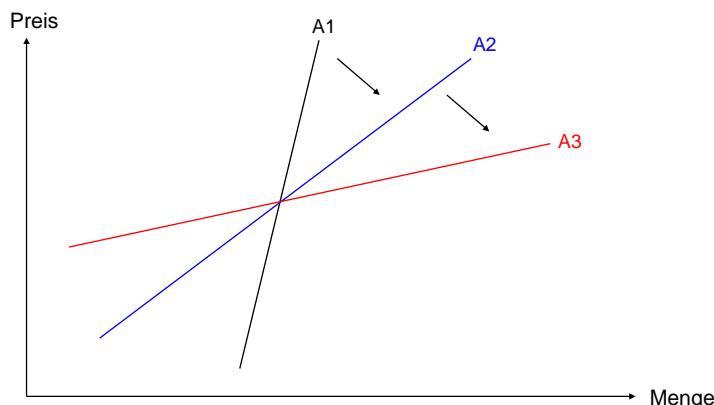


Abb. 52: Schematische Darstellung verschiedener Anbieterverhalten.

Das Modell bietet deshalb die Möglichkeit, die Elastizitäten zu variieren. Die Elastizität kann in drei Stufen variiert werden. Stufe 1 simuliert ein preisunelastisches Marktverhalten, wie es heute auf dem Markt vermutet wird. Die bestimmten Elastizitäten (vgl. Tab. 19, S.82) wirken dabei zu einem Drittel. Stufe 2 simuliert leicht preiselastischeres Marktverhalten. Dabei wirken die bestimmten Elastizitäten zu zwei Dritteln. In Stufe 3 wirken die Elastizitäten in voller Stärke (drei Dritteln). Tab. 20 zeigt ein Beispiel der Variierung der Elastizitäten anhand der Preiselastizität der Erntekosten.

Tab. 20: Variation der Wirkungsstärke der Preiselastizität der Erntekosten.

Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
1/3 * 0.5	2/3 * 0.5	3/3 * 0.5

Wird eine entsprechende Stufe zur Variierung der Elastizität gewählt, werden die Elastizitäten entsprechend angepasst. Eine Ausnahme stellt die Kalamitätselfastizität dar, da der Kalamitätsholzanfall grundsätzlich nicht durch die Anbieter beeinflusst werden kann. Da Zwischenlager (z.B. Nasslager) nur in begrenzten Umfang und mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung angelegt werden können, muss ein Grossteil der Sturmholzmenge rasch aufgearbeitet werden. Somit steigt die Angebotsmenge bei grossen Stürmen stark an und die Preise sinken aufgrund des Überangebotes.

### 5.4.2.2 Sonstige Rohholzmärkte

Die Entwicklung auf den sonstigen Rohholzmärkten (Flur-, Plantagen-, Alt- und Restholzmarkt) der Schweiz war über die vergangenen zwei Jahrzehnte weitgehend stabil (vgl. Kap. 3.3.2). Eine Bestimmung von Elastizitäten war aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht möglich. Gemäss Experteneinschätzung ist auch in Zukunft eine stabile Marktentwicklung wahrscheinlich. Es wird ein eher geringes Wachstum der entsprechenden Märkte prognostiziert.

### 5.4.3 Modellgrenzen

Aus betriebswirtschaftlichen und biologischen Gründen sind der künftig resultierenden Waldholzmengen Grenzen gesetzt. Auch bei tiefen Holzpreisen ist zu erwarten, dass die Holzanbieter eine gewisse Holzmenge anbieten. Der Hauptgrund dafür sind die Fixkosten des Betriebes, die hauptsächlich über den Verkauf von Holz gedeckt werden. Die erarbeitete Stoffflussmatrix für das Jahr 2005 (vgl. Kap. 4) hat aufgezeigt, dass die tatsächliche Waldholznutzung wahrscheinlich höher liegt, als sie durch die Schweizerische Forststatistik ausgewiesen wird.

Es erscheint deshalb plausibel, dass die Waldholzmengen aus der Forststatistik auch in früheren Erhebungsjahren eher unterschätzt wurden. Das Verhältnis der Nutzung gemäss Forststatistik aus dem Jahr 2005 und der Stoffflussmatrix beträgt 1 zu 1.252. Wird die kleinste Nutzungsmenge innerhalb der betrachteten Zeitperiode 1985-2005 herangezogen und mit dem identifizierten Faktor hochgerechnet, ergibt sich eine minimale Waldholznutzungsmenge von 5.2 Mio. m<sup>3</sup>. Diese minimale Nutzungsmenge wird im dynamischen Holzmarktmodell berücksichtigt. Längerfristig kann und darf gemäss dem Schweizerischen Waldgesetz nicht mehr Holz genutzt werden, als auch wieder nachwächst. Die maximal mögliche Waldholznutzung orientiert sich deshalb an der nachhaltig nutzbaren Waldholzmenge. Diese wurde durch Hofer und Altwege<sup>61</sup> auf der Basis von LFI 3 hergeleitet. In der vorliegenden Studie wird das „Gesellschaftspolitische Potenzial“<sup>74</sup> nach Hofer und Altwege als Modellgrenze berücksichtigt. Das „Gesellschaftspolitische Potenzial“ ist jedoch kein absoluter technisch gegebener Wert, sondern das Ergebnis eines gesellschaftspolitischen Diskussionsprozesses und folglich auch veränderbar. Im Rahmen der Modellbetrachtungen schlagen die Autoren vor, die nachhaltig nutzbare Waldholzmenge auf das von Hofer und Altwege hergeleitete Potenzial festzulegen. Es beträgt 9.4 Mio. m<sup>3</sup>.

Tab. 21 zeigt die maximalen Waldholzmengen für Nadel- und Laubholz sowie die wichtigen Sortimente Nadel- und Laubstammholz. Für die Modellbetrachtung ist beim Nadelholz eine kurzfristige Mehrnutzung von 20% über der nachhaltigen Nutzungsmenge durch Vorratsabbau möglich. Diese Annahme scheint legitim, da dieses Verhalten auch in der Realität beobachtet werden kann. Beim Laubholz wurde die maximale, nachhaltige Nutzungsmenge gemäss Hofer und Altwege unverändert übernommen.

Tab. 21: Modellgrenzen für Waldholz.

<sup>61</sup> Vgl. BAFU, 2007: Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI3. Bericht.

## Modellgrenzen

Gesamtmenge	min.	max.	Quellen
Waldholz	5.2 Mio.m <sup>3</sup> *	9.4 Mio.m <sup>3</sup> *	Forststatistik, Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald. 2007. "Gesellschaftspolitisches Potential"

Gesamtmenge	max. Hofer	max. Modell	Quelle
Nadelholz ***	6.0 Mio.m <sup>3</sup> *	7.2 Mio.m <sup>3</sup> *	Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald. 2007. "Gesellschaftspolitisches Potential"
Nadelstammholz ***	3.9 Mio.m <sup>3</sup> **	4.7 Mio.m <sup>3</sup> **	
Laubholz	3.4 Mio.m <sup>3</sup> *	3.4 Mio.m <sup>3</sup> *	
Laubstammholz	0.9 Mio.m <sup>3</sup> **	0.9 Mio.m <sup>3</sup> **	

\* Schaftderbholz inkl. Astderbholz, Rinde, Schaftholz- und Astreisig

\*\* Schaftderbholz ohne Rinde

\*\*\* Durch Vorratsabbau ist eine kurzfristige Mehrnutzung um +20% gegenüber dem nachhaltigen

Nutzungspotential im dynamischen Holzmarktmodell möglich.

## Anteile der Hauptsortimente

Die minimalen und maximalen Anteile von Nadel- und Laubholz in Bezug auf die Gesamtwaldholzmenge sowie die relativen Sortimentsanteile bezogen auf die maximal möglichen Nadel- und Laubholzmengen sind in Tab. 22 dargestellt. Die Anteile für Nadel- und Laubholz sowie die Sortimentsanteile (Stamm-, Industrie- und Energieholz) wurden durch die befragten Holzmarktexperten auf der Grundlage der Extremwerte aus der Forststatistik zwischen 1985-2005 hergeleitet. Die Ergebnisse der Stoffflussmatrix haben aufgezeigt, dass die Waldholznutzung wahrscheinlich höher liegt, als sie die Forststatistik ausweist. Die grössten Differenzen wurden beim Laubenergieholz identifiziert. Deshalb wurden die ermittelten minimalen und maximalen Anteile aus der Forststatistik entsprechend dem Verhältnis der Forststatistik zur Stoffflussmatrix angeglichen. Die Anteile sind in Rinde, bezogen auf die jeweilige Gesamtmenge, angegeben (Tab. 22).

Tab. 22: Minimale und maximale Anteile von Nadel- und Laubholz sowie Anteile der Hauptsortimente.

Sortimente	min.	max.	Quelle
Nadelholz	64%	81%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung
Laubholz	19%	36%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung

Sortimente	min.	max.	Quelle
Nadelstammholz	68%	77%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung
Nadelindustrieholz	6%	23%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung
Nadelenergieholz	9%	26%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung

Sortimente	min.	max.	Quelle
Laubstammholz	15%	31%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung
Laubindustrieholz	5%	13%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung
Laubenergieholz	53%	80%	Forststatistik (1985-2005), Experteneinschätzung

## Holzpreis

Die Berechnung des Holzpreises erfolgt für den Gesamtmarkt. Da keine Elastizitäten für die Hauptsortimente geschätzt werden konnten, können somit auch keine Sortimentspreise berechnet werden. Die Modellgrenzen bezüglich des Holzpreises wurden durch die befragten Holzmarktexperten auf der Grundlage der Schweizerischen Holzpreisstatistik festgelegt [Basis: 100% = Waldholzpreis 2005] (Tab. 23). Es ist anzumerken, dass der minimale Wert bei der Simulation eines Sturmes keine Gültigkeit hat. Die minimale „Preisgrenze“ wird in diesem Fall im Modell ausser Kraft gesetzt, womit auch tiefere Werte möglich sind.

Tab. 23: Minimaler und maximaler Waldholzpreis (Basis: 100% = Waldholzpreis 2005).

Holzpreis	min.	max.	Quelle
Gesamtrohholzpreis	80%	220%	Produzentenpreisindex Rohholz(1985-2005), Experteneinschätzung

### 5.4.4 Grundlegende Funktionsweise des Modells

Abb. 53 zeigt den Modellaufbau und die Funktionsweise des dynamischen Holzmarktmodells. Ausgehend von den Basisdaten der Stoffflussmatrix 2005 bietet das Modell zwei Alternativen zur Berechnung des künftigen Rohholzaufkommens an. Beim ökonometriegestützten Modell erfolgt die Modellberechnung auf der Grundlage der identifizierten sensitiven Einflussparameter, beim expertengestützten Modell werden die künftigen Holzmengen durch die Vorgabe der Waldholzpreise eingeschätzt. Beide Modellvarianten sind eigenständige Modelle, die unabhängig voneinander funktionieren. In einem ersten Schritt erfolgt die Berechnung der neuen Waldholzmenge und des neuen Waldholzpreises. Im zweiten Schritt wird die ermittelte Waldholzmenge auf Nadel- und Laubholz sowie in einem dritten Schritt auf die Hauptsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz dekomponiert. Die Berechnung der sonstigen Rohholzmengen erfolgt parallel in Abhängigkeit des gewählten Zieljahres der Modellierung. Berechnungsgrundlage dafür stellen die Markteinschätzungen der befragten Holzmarktexperten sowie die Literatur dar. Nach der Berechnung sämtlicher Rohholzmengen, erfolgt die Dekomposition der Mengen auf die Empfängerbranchen im In- und Ausland. Die Holzimporte werden im gleichen Berechnungsschritt bestimmt und den entsprechenden Empfängerbranchen zugeteilt. Als Output der Modellierungen resultiert als wichtigste Ergebnisdarstellung die neue Stoffflussmatrix.

Für die wichtigen Teilmärkte erstellt das Modell automatisch graphische Auswertungen und Tabellendarstellungen. Detaillierte Auswertungen werden für den Waldholzmarkt, die sonstigen Rohholzmärkte, den Energieholzmarkt sowie für den Außenhandel erzeugt. Zudem wird der neue Waldholzpreis sowie die Veränderungsrate des Preises bestimmt und dargestellt (vgl. Abb. 53). Wie bereits in vorangehenden Ausführungen dargelegt, ist eine Preisberechnung für die sonstigen Rohholzsortimente nicht möglich, da diese Preise nicht durch offizielle Statistiken erfasst werden und zudem auch bei gewissen Sortimenten (z.B. Restholz) sehr grossen Preisschwankungen unterliegen.

## Funktionsweise des dynamischen Holzmarktmodells

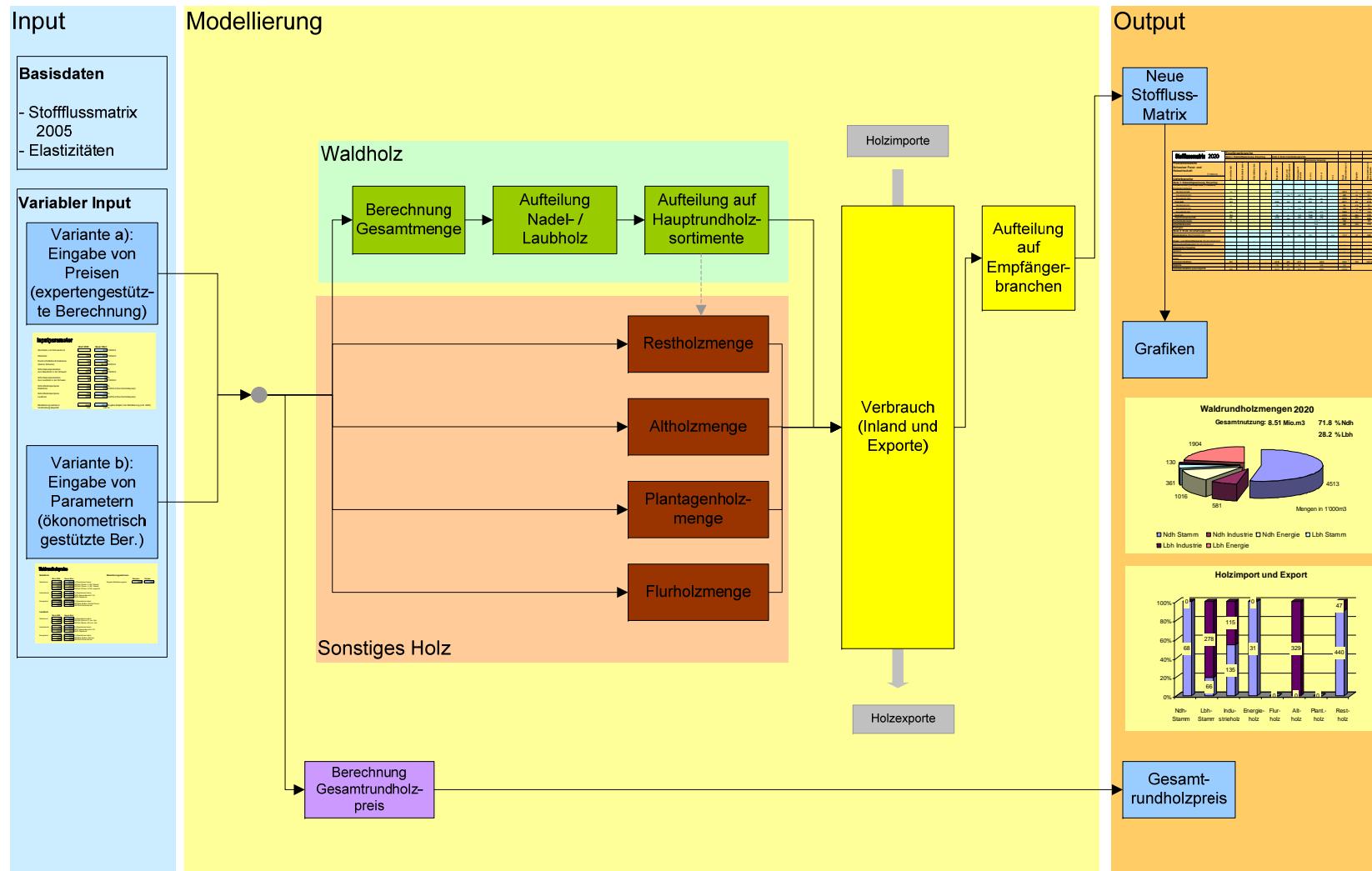


Abb. 53: Modellaufbau und Funktionsweise des dynamischen Holzmarktmodells.

## 5.4.5 Modellierung Waldholzmarkt

Das folgende Kapitel beschreibt, wie die neue Gleichgewichtsmenge des Waldholzmarktes bestimmt und wie sie danach in zwei Teilschritten auf Nadel- und Laubholz sowie anschliessend auf die Hauptsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz dekomponiert wird.

### 5.4.5.1 Mengenberechnung

#### 1. Schritt: Berechnung der neuen Gleichgewichtsmenge des Waldholzmarktes

Die neue Gleichgewichtsmenge des Waldholzmarktes wird über die Änderung der sensitiven Einflussparameter des Waldholzmarktes bestimmt. Ändern diese Einflussparameter, so ändern sich auch das Marktangebot und/oder die Marktnachfrage. Es stellen sich somit neue Marktergebnisse ein. Aufgrund der bestimmten Gesamtmarktreaktionen (Elastizitäten) wird im Modell die neue Marktgleichgewichtsmenge eingeschätzt. Nachfolgend wird die Berechnungsweise anhand eines Beispiels aufgezeigt (Abb. 54).

#### Berechnung neue Gesamtmarktmenge – Am Beispiel der Veränderung des Einflussparameters Kalamitätsholz

**Neue Gesamtmarktmenge** = Menge 2005 + (relative Änderung sens.  
Einflussparameter \* Elastizität Einflussparam. \* Menge 2005)

##### I. Eingabe

Kalamität 2005	Neue Kalamität	Änderung
in Mio. m <sup>3</sup>	in Mio. m <sup>3</sup>	%
1	5	400

**Elastizität Kalamität Gesamtmarktmenge Wald rundholz = 0.05**  
(Bei einer 1%igen Änderung der Kalamität)

##### II. Berechnung

Marktmehr 2005	Neue Marktmehr
in Mio. m <sup>3</sup>	in Mio. m <sup>3</sup>
6.6	$6.6 + \left[ \frac{400 * 0.05 * 6.6}{100} \right] = 7.92$

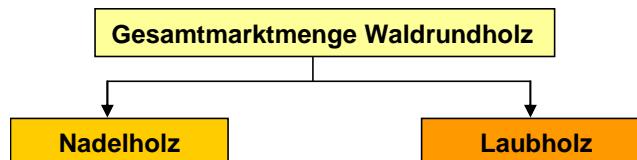
Abb. 54: Berechnung der neuen Gesamtmarktmenge am Beispiel einer Kalamität von 5 Mio. m<sup>3</sup>.

#### 2. Schritt: Dekomposition der Waldholzmenge auf Nadel- und Laubholz

Die Dekomposition der neuen Gesamtmarktmenge nach Nadel- und Laubholz erfolgt in Abhängigkeit des durch den Benutzer gewählten Modellierungszeitraumes. Datenbasis zur Einschätzung bildet das Schweizerische Landesforstinventar (LFI), die Schweizerische Forststatistik sowie Expertenwissen. Durch den Vorratsabbau beim Nadelholz und dem seit LFI1 beobachtbaren Waldumbau (vor allem im Mittelland) zugunsten von Laubmischwäldern sinkt das künftige Nadelholzpotenzial. Insbesondere im Mittelland ist ein künftig höherer Laubholzanteil an der Nutzung zu erwarten. Auch die Schweizerische Forststatistik zeigt in den letzten Jahren einen leichten Trend hin zu einem höheren Laubholzanteil. Der Nutzungsentscheid hängt aber nicht nur von natürlichen Rahmenbedingungen ab, sondern wird auch durch den Marktpreis beeinflusst. Verhalten sich die Holzanbieter als Gewinnmaximierer, dann werden sie Marktchancen nutzen und ihr Angebot entsprechend ausrichten. Somit ist anzunehmen, dass der prognostizierte Nachfrageanstieg von Energieholz zu höheren Laubenergieholzpreisen führen wird und folglich mehr Laubholz angeboten wird.

Die befragten Holzmarktexperten schätzten auf der Grundlage der bisherigen Marktergebnisse, den dargelegten Erkenntnissen aus dem Schweizerischen Landesforstinventar sowie des von ihnen erwarteten Marktverhaltens die wahrscheinlichste Entwicklung der Nadel- und Laubholzanteile an der künftige Waldholznutzung ein. Alle befragten Experten waren sich einig, dass der Laubholzanteil ansteigen wird. Ausgehend vom Basisjahr 2005 wurde eine durchschnittliche Zunahme des Laubholzanteiles von 6% für das Jahr 2025 prognostiziert. Im Modell wird diese Entwicklung (Rückgang des Nadelholzanteiles zugunsten von Laubholz) als lineare Entwicklung abgebildet. Durch die Eingabe des Modellierungszeitraumes wird der entsprechende Anteil errechnet. Nachfolgendes Beispiel illustriert die Berechnungsweise (Abb. 55).

### Berechnungsweise des Nadel- und Laubholzanteils



#### Zeittrend

	2005	Einschätzung 2025	Veränderung pro Jahr
	%	%	%
Lbh-Anteil	26.4	32.2	0.29
Ndh-Anteil	73.6	67.8	-0.29

#### Beispiel Berechnung Laubholzanteil

Laubholzanteil 2005	Laubholzanteil 2015
%	%
26.4	$26.4 + (10 * 0.29) = 29.3$

Abb. 55: Berechnungsweise des Nadel- und Laubholzanteils am Beispiel von Laubholz.

### Effekte von Kalamitäten auf die Nadel- und Laubholzanteile

Die jeweiligen Anteile von Nadel- und Laubholz an der bereitgestellten Waldholzmarktmenge werden durch grosse Sturmereignisse und Käferholzkalamitäten z.T. massiv beeinflusst. Aufgrund der topographischen Gegebenheiten sind bei starken Stürmen vorwiegend Regionen mit einem hohen Nadelholzanteil betroffen. Zudem ist die Sturmresistenz der häufigsten Nadelbaumart, der Fichte (schwächere mechanische Bodenverankerung aufgrund der sogenannten Tellwurzeln), gering. Dies führt zu einem erhöhten Schadholzanfall beim Nadelholz. Auch bei Käferholzkalamitäten steigt der Nadelholzanteil an (Laubholz wird nicht durch den Buchdrucker befallen). Der durch Windwurf oder eine Käferholzkalamität bedingte Anstieg des Nadelholzanteils wird im Modell ab einer Schadholzmenge von 2 Mio. Festmetern berücksichtigt. Ab dieser Höhe wird angenommen, dass der zusätzliche Mengenanfall nicht mehr im normalen Einschlagsprogramm eingeplant werden kann. Die Einflussstärke wurde aus der Analyse der Forststatistik (Vivian, Lothar) bestimmt. Nachfolgend sei an einem Beispiel die Berechnungsweise aufgezeigt (Tab. 24).

Tab. 24: Beispielhafte Berechnung des Nadelholzanteils an der Waldholzmenge bei einer Kalamität von 5 Mio.m<sup>3</sup>.

	2005	Kalmität 5 Mio. m3	Neuer Wert
	%	%	%
Ndh-Anteil	73.6	$(5-2)*1.38 = 4.14$	$73.6 + 4.14 = 77.74$

> Wirkung ab 2 Mio. m<sup>3</sup> Schadholz; je 1 Mio. m<sup>3</sup> + 1.38% Ndh-Anteil (Quelle der Einschätzung: Forststatistik)

### 3. Schritt: Dekomposition der Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz

#### Stammholz

Verhalten sich die Holzanbieter als Gewinnmaximierer, dann passen sie die Sortimentsaushaltung entsprechend den besten Gewinnmöglichkeiten an. Der höchste Deckungsbeitrag kann beim Stammholz erzielt werden. Somit werden die Anbieter versuchen, möglichst viel Stammholz auszuhalten. Aufgrund des deutlich höheren Deckungsbeitrages beim Stammholz im Vergleich zu Industrie- und Energieholz ist davon auszugehen, dass auch bei stark ansteigenden Industrie- und Energieholzpreisen der Deckungsbeitrag beim Stammholz auch in Zukunft immer noch höher sein wird. Folglich werden die Anbieter versuchen, einen möglichst hohen Stammholzanteil auszuhalten.

#### Industrie- und Energieholz

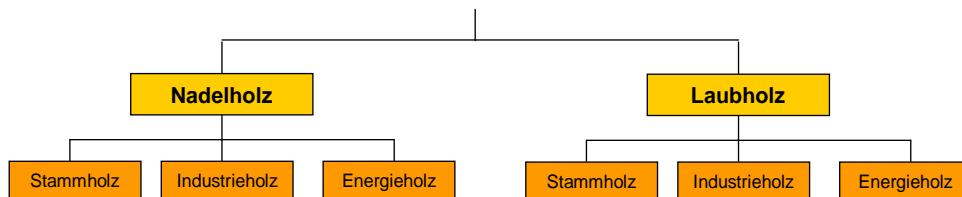
Bleiben zusätzliche Aufwendungen für das Bereitstellen von zwei Sortimenten unberücksichtigt bzw. werden sie als wenig relevant betrachtet, so ist beim Industrieholz der Deckungsbeitrag heute noch höher als beim Energieholz. Der prognostizierte Anstieg der Energieholzpreise wird aber zu einer zunehmenden Konkurrenz zwischen Industrie- und Energieholz führen. Steigt der Deckungsbeitrag aus dem Verkauf von Energieholz über denjenigen von Industrieholz an, dann werden die Anbieter kein Industrieholz mehr anbieten. Somit entscheidet die künftige Grenzzahlungsbereitschaft der Industrieholzabnehmer über das künftige Angebot von Industrieholz. Da die industrieholzverarbeitenden Betriebe hohe Fixkosten decken müssen, sind sie darauf angewiesen, ihre Produktion möglichst gut auszulasten. Um die gewünschte Industrieholzmenge zu erhalten, werden sie ihre Grenzzahlungsbereitschaft gegenüber den thermischen Verwertern erhöhen, um an den Rohstoff zu kommen. Diese Entwicklung wird sich so lange fortsetzen, bis die Kapitalrentabilität gegenüber einer möglichen Investitionsalternative kleiner ist oder bis das Unternehmen sein Eigenkapital aufgebraucht hat und aus dem Markt austritt. Vor dem Hintergrund tieferer Rohstoff- und Personalkosten in Osteuropäischen Ländern oder Südamerika ist ein Standortwechsel der Industrien am wahrscheinlichsten. Die verbleibende Menge, für die kein Wettbewerb zwischen einer stofflichen und einer thermischen Verwertung besteht, wird der thermischen Verwertung zugeführt. Es gilt dabei jedoch anzumerken, dass nur soviel des jeweiligen Sortiments ausgehalten werden kann, wie auch eine entsprechende Nachfrage (im In- und Ausland) dafür besteht. Somit entscheiden letztlich die Nachfrager bzw. ihre Verarbeitungskapazitäten über die Abnahmemenge. Eine allfällige Mehrmenge eines höherwertigen Sortiments (z.B. Stammholz) muss dann der nächstbesten Verwendungsalternative zugeführt werden (z.B. Industrieholz).

Die dargelegte Methodik wurde in Zusammenarbeit mit Holzmarktexperten erarbeitet. Anhand von Modellrechnungen wurde die beschriebene Dekompositionsweise überprüft. Die Modellrechnungen führten zu plausiblen Ergebnissen.

#### Berechnungsschritte

Aus den vorangegangenen Ausführungen wurden die Prioritäten bei der Sortimentsaushaltung festgelegt: 1. Priorität: Stammholz, 2. Priorität: Industrieholz, 3. Priorität: Energieholz. Zudem wird die Sortimentsaushaltung durch die vorhandenen Verarbeitungskapazitäten der Holzindustrie beeinflusst. Somit können die Sortimentsmengen über die künftig zu erwartende Inlandnachfrage (Einschätzung über die Verarbeitungskapazitäten) bestimmt werden. Die Dekomposition erfolgt in drei Teilschritten. Abb. 56 zeigt die Berechnungsweise, wie die Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente dekomponiert werden.

## Dekomposition der Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente



- I. **Stammholz** = Eigengebrauch Forstwirtschaft + Inlandnachfrage Sägeindustrie + Exporte
- II. **Industrieholz** = Inlandnachfrage Papier- und Zellstoffindustrie + Inlandnachfrage Holzwerkstoffindustrie + Exporte
- III. **Energieholz** = Gesamtmenge Nadelholz - Stammholz - Industrieholz

Abb. 56: Berechnung der Dekomposition der Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente Stamm-, Industrie- und Energieholz.

### Berechnung der Stammholzmenge

Im ersten Schritt wird die Stammholzmenge bestimmt. Sie errechnet sich aus der Nachfrage nach Stammholz. Nachfrager von Stammholz sind die Forstwirtschaft (in Form von Eigenverbrauch) und Sägewerksbetriebe im In- und Ausland.

Der Eigenverbrauch wurde bis 2003 in der Forststatistik erfasst. Die relativen Anteile des Stammholzbezugs für den Eigengebrauch waren innerhalb der untersuchten Zeitperiode 1985-2003 relativ konstant. Zur Berechnung wurde deshalb der durchschnittliche Anteil der letzten fünf Erfassungsjahre herangezogen. Somit kann der Eigenverbrauch von Stammholz bestimmt werden.

Ein weiterer bedeutender Nachfrager von Stammholz ist die inländische Sägeindustrie. Die Nachfrage nach Stammholz ist dabei stark von der Verarbeitungskapazität abhängig. Aufgrund der hohen Fixkosten muss ein Sägewerk seine Produktionskapazitäten möglichst gut auslasten. Es wird deshalb angenommen, dass die Sägewerksbetriebe ihre Kapazitäten vollständig auslasten. Die Verarbeitungskapazität ist ein sensibler Einflussparameter, der die Waldholzmarktmengen beeinflusst. Der Parameter kann deshalb variabel durch den Modellbenutzer definiert werden. Eine Änderung des Einflussparameters bewirkt einerseits eine Änderung der Marktmengen an Waldholz und andererseits bestimmt sie zugleich die Verarbeitungsmenge der inländischen Sägeindustrie. Folglich ergibt sich die Nachfragemenge aus der Vorgabe der Verarbeitungskapazität, die durch den Benutzer des Modells definiert wird.

Weitere Nachfrager nach Stammholz sind die ausländischen Sägewerksbetriebe. Die Entwicklung der Exportmenge wurde durch die befragten Holzmarktexperten auf der Grundlage der Aussenhandelsstatistik sowie der erwarteten Entwicklung der Sägewerksbranche im In- und Ausland eingeschätzt. Die Entwicklung der Exportmenge wurde als lineare Entwicklung in Abhängigkeit des Modellierungszeitraumes eingeschätzt. Sie berechnet sich somit über den gewählten Modellierungszeitraum. Damit kann die gesamte Stammholzmenge errechnet werden. Ist die Stammholzmenge bestimmt, wird eine Kontrolle durchgeführt, ob der errechnete Stammholzanteil innerhalb der bestimmten Sortimentsgrenzen liegt (vgl. Kap. 5.4.3). Liegt der bestimmte Stammholzanteil ausserhalb der definierten Sortimentsgrenzen, wird die Menge im Modell entsprechend angepasst.

## Berechnung der Industrieholzmenge

Die Industrieholzmenge wird nach dem gleichen Prinzip wie beim Stammholz bestimmt. Sie ergibt sich wie folgt:

## II. Industrieholz = Inlandnachfrage Papier- und Zellstoffindustrie + Inlandnachfrage Holzwerkstoffindustrie + Exporte

Die Inlandnachfrage der Papier- und Zellstoffindustrie sowie der Holzwerkstoffindustrie wurde durch die befragten Holzmarktexperten eingeschätzt und wird in Abhängigkeit des durch den Modellbenutzer definierten Modellierungszeitraums berechnet.

## Berechnung der Energieholzmenge

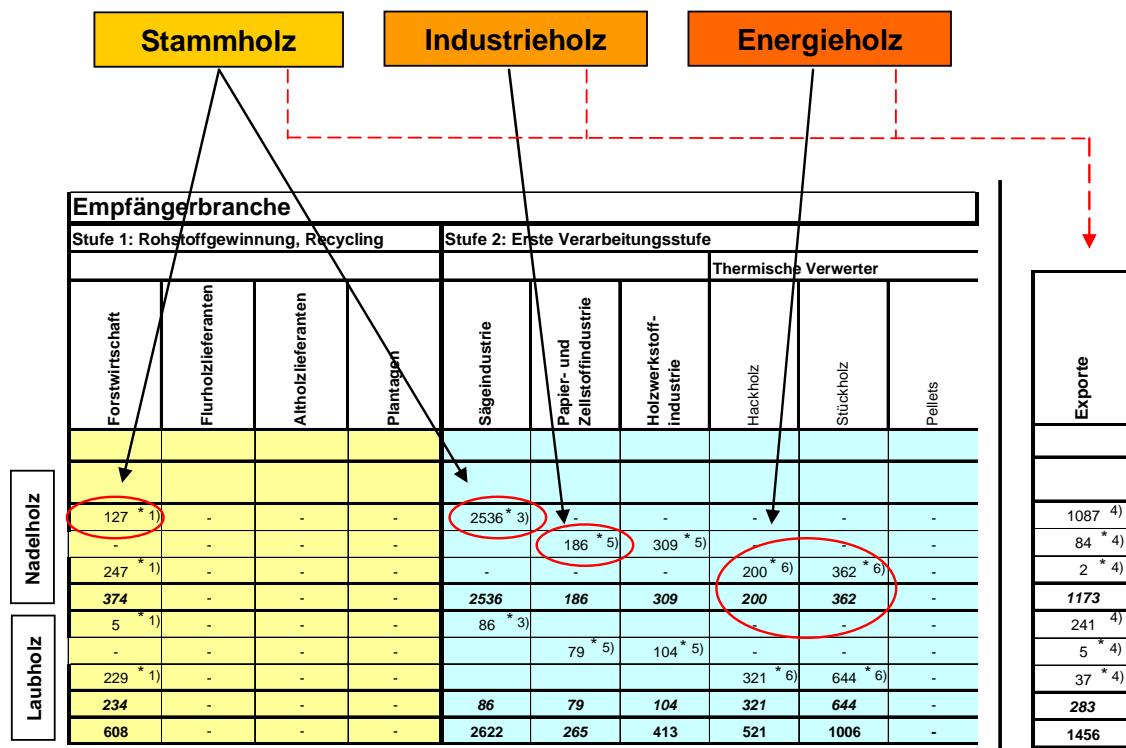
Die verbleibende Menge entspricht somit der Energieholzmenge. Sie errechnet sich wie folgt:

### III. Energieholz = Gesamtmenge Nadelholz - Stammholz - Industrieholz

### 5.4.5.2 Dekomposition

Die ermittelten Mengen der Hauptsortimente werden nun auf die Empfängerbranchen im Inland und die Exporte dekomponiert. Abb. 57 zeigt die Aufteilung am Beispiel von Nadelholz.

## Dekomposition Hauptsortimente auf Inlandverbrauch und Exporte



Einschätzung der Dekomposition durch Forststatistik und Holzmarktexperten

Abb. 57: Schematische Darstellung der Dekomposition der Hauptsortimente auf die Empfängerbranchen im Inland und den Export.

## Datenbasis zur Einschätzung der Dekomposition

Datenbasis zur Einschätzung der Dekomposition bildet die Schweizerische Forststatistik und Einschätzungen der im Rahmen der vorliegenden Studie befragten Holzmarktexperten.

### Eigenverbrauch der Forstwirtschaft

Die künftigen Eigenverbrauchsmengen der Forstwirtschaft werden auf der Grundlage der Schweizerischen Forststatistik eingeschätzt. Wie bereits aufgeführt, waren die Eigenverbrauchsanteile der Hauptsortimente innerhalb der untersuchten Zeitperiode 1985-2003 (Losholz und Eigenverbrauch ab 2003 nicht mehr erhoben) relativ konstant. Deshalb wird der künftige Eigenverbrauch als fixer relativer Anteil bezogen auf die Gesamtmenge von Stamm- und Energieholz angenommen (Industrieholz wurde nicht für den Eigenverbrauch aufbereitet). Zur Bestimmung des Anteils wird der Durchschnittswert aus den letzten fünf Erfassungsjahren (1999-2003) herangezogen. Tab. 25 zeigt die verwendeten durchschnittlichen Anteile zur Berechnung des Eigenverbrauchs.

Tab. 25: Eigengebrauchsanteile der Hauptsortimente für Nadel- und Laubholz.

#### Nadelholz

Sortiment	relativer Anteil an der Gesamtmenge des Sortiments
	%
Stammholz	3.27
Industrieholz	0
Energieholz	30.46

#### Laubholz

Sortiment	relativer Anteil an der Gesamtmenge des Sortiments
	%
Stammholz	1.54
Industrieholz	0
Energieholz	18.60

### Empfängerbranchen der ersten Verarbeitungsstufe

Vorangehende Ausführungen haben aufgezeigt, dass die Nachfrage nach Waldholz in engem Zusammenhang mit der Verarbeitungskapazität der Industriebetriebe steht. Auf der Grundlage heute bekannter Ausbaupläne der Kapazitäten wurden die künftigen Bezugsmengen eingeschätzt. Tab. 26 zeigt das Ergebnis der Experteneinschätzungen bezüglich den inländischen Bezugsmengen von Waldholz durch die erste Verarbeitungsstufe. Die Berechnung der Bezugsmengen erfolgt linear in Abhängigkeit des gewählten Modellierungszeitraums.

Tab. 26: Entwicklung der Inlandbezüge von Waldholz durch die erste Verarbeitungsstufe.

**Nadelholz**

Empfängerbranche	Entwicklung Inlandbezüge 2005-2025	Bemerkungen
	%	
Sägeindustrie	+68	Ausbaupläne bis 2013 realisiert, ab 2013 konstante Verarbeitungskapazität
Papier- und Zellstoffindustrie	+5	2008 Schliessung Borregard
Holzwerkstoffindustrie	+10	
Thermische Verwerter	+36	

**Laubholz**

Empfängerbranche	Entwicklung Inlandbezüge 2005-2025	Bemerkungen
	%	
Sägeindustrie	-9	
Papier- und Zellstoffindustrie	ab 2009 kein Bezug mehr	Schliessung Borregard
Holzwerkstoffindustrie	+13	
Thermische Verwerter	+86	

**Berechnungsbeispiel: Nadelindustrieholzbezug der Holzwerkstoffindustrie für 2015**

Nachfolgend wird ein Berechnungsbeispiel für den inländischen Nadelindustrieholzbezug der Holzwerkstoffindustrie für das Modellierungsjahr 2015 gegeben.

**Berechnung Nadelindustrieholzbezug der Holzwerkstoffindustrie für 2015**

Bezugsmenge 2015 = Basismenge 2005 + (Wachstum Inlandbezug -2015)

$$\text{Bezugsmenge 2015} = 309'000 \text{m}^3 + \left( \frac{309'000 \text{m}^3 * 0.1 * 10 \text{J.}}{20 \text{J.}} \right)$$

**Waldholzexporte**

Unter Berücksichtigung der aktuellen Trends und der vermuteten Marktentwicklung in der Schweiz sowie des für den Export wichtigen europäischen Holzmarktes haben die befragten Holzmarktexperten die Entwicklung der Exportmengen von Waldholz bis 2025 eingeschätzt (Tab. 27). Die Berechnung der künftigen Exportmengen erfolgt linear in Abhängigkeit des durch den Modellbenutzer gewählten Modellierungszeitraumes.

Tab. 27: Entwicklung der Waldholzexporte nach Sortimenten 2005 bis 2025.

Exporte Nadelholz	Entwicklung Exporte 2005-2025	Bemerkungen
	%	
Stammholz	-85	Exportrückgang bis 2020, dann konstante Exportmenge
Industrieholz	0	
Energieholz	0	

Exporte Laubholz	Entwicklung Exporte 2005-2025	Bemerkungen
	%	
Stammholz	31	
Industrieholz	0	
Energieholz	0	

Übersteigt die errechnete Marktmenge den Bedarf der inländischen Empfänger sowie die gemäss Experteneinschätzungen prognostizierten Exporte, dann sinken aufgrund des Überangebotes die Preise und es wird ein Export der überschüssigen Holzmenge möglich.

Können die prognostizierten Bezugsmengen der ersten Verarbeitungsstufe nicht durch die inländische Waldholzproduktion erfüllt werden, reduziert sich in einem ersten Schritt die Exportmenge. Kann der Inlandbedarf auch dadurch nicht gedeckt werden, reduzieren sich im nächsten Schritt die Bezugsmengen der inländischen Holzindustrie. Die Holzmengen für den Eigenbedarf bleiben dabei gleich hoch, da angenommen wird, dass diese Mengen explizit für den Eigenbedarf genutzt wurden und gar nicht auf den Holzmarkt gelangen. Kann die prognostizierte Bezugsmenge einer Empfängerbranche nicht oder nur teilweise befriedigt werden, erhöht sich die Importmenge entsprechend, damit die Produktionskapazitäten voll ausgelastet werden können. Eine detaillierte Erläuterung zur Funktionsweise des Außenhandels folgt in Kap. 5.4.7.

#### 5.4.5.3 Preisberechnung

Die Berechnung des neuen Gesamtmarktpreises erfolgt über die Preiselastizitäten der sensiblen Einflussparameter (vgl. Kap. 5.4.2). Eine Bestimmung von Sortimentspreisen ist nicht möglich, da keine Preiselastizitäten für die einzelnen Sortimente geschätzt werden konnten. Nachfolgendes Beispiel zeigt die Berechnungsweise anhand eines Sturmes (Kalamität) von 5 Mio. m<sup>3</sup> auf. (Tab. 28).

Tab. 28: Beispiel einer Preisberechnung bei einer Kalamität von 5 Mio. m<sup>3</sup>.

##### I. Eingabe

Kalamität 2005	Neue Kalamität	Änderung
in Mio. m3	in Mio. m3	%
1	5	400

Preiselastizität Kalamität = -0.025

Bei einer 1%-Änderung der Kalamität

##### II. Berechnung

Marktpreis 2005	Neuer Marktpreis
%	%
100	100 + (400 * -0.025) = 90

#### 5.4.6 Modellierung sonstige Rohholzmärkte

Die künftigen Mengen der sonstigen Rohholzmärkte werden auf der Basis von Experteneinschätzungen sowie Literatur in Abhängigkeit des gewählten Modellierungszeitraumes berechnet. Eine Preisberechnung für die sonstigen Rohholzsortimente ist nicht möglich, da keine Preisstatistiken verfügbar sind und bei einzelnen Sortimenten grosse Preisschwankungen auftreten.

##### 5.4.6.1 Mengenberechnung

Eine quantitative Analyse der sonstigen Rohholzmärkte war aufgrund fehlender statistischer Daten nicht möglich. Deshalb konnten auch keine Elastizitäten bestimmt werden. Eine Einschätzung der künftigen Marktentwicklung durch Holzmarktexperten und Literatur erscheint deshalb sinnvoll.

Beim Flurholz- und Altholzmarkt wird eine kontinuierliche Mengenentwicklung prognostiziert. Deshalb wird eine lineare Marktentwicklung angenommen. Die Berechnung erfolgt in Abhängigkeit des Modellierungszeitraumes. Eine Produktion von Plantagenholz in nennenswertem Umfang erscheint gemäss den heutigen Markteinschätzungen eher unwahrscheinlich. Deshalb werden im Modell auch keine künftigen Plantagenholzmengen geschätzt. Wie bereits in Kap. 4.4.4 dargelegt, ist die Restholzmenge unmittelbar von der eingeschnittenen Stammholzmenge der inländischen Sägeindustrie abhängig. Tab. 29 zeigt das geschätzte Wachstum der sonstigen Rohholzmärkte.

Tab. 29: Entwicklung der sonstigen Rohholzmärkte 2005-2025.

Rohholzmarkt	Wachstum 2005-2025	Quelle der Einschätzung
Flurholzmarkt	+100%	INFRAS 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz.
Altholzmarkt	+20%	Werner Riegger (IG Industrieholz, ehmals Geschäftsführer IG Altholz), Abfall und Recycling Schweiz, Untergruppe Altholz
Plantagenholzmarkt	0%	Holzenergie Schweiz

Rohholzmarkt	Berechnung	Quelle der Einschätzung
Restholzmarkt	38% Einschnittsmenge Stammholz (ohne Rinde) + 30% des Rindenanteils der Einschnittsmenge	Holzindustrie Schweiz, Holzenergie Schweiz

#### 5.4.6.2 Dekomposition

##### Flurholz

Das dynamische Holzmarktmodell berücksichtigt nur die thermisch genutzte Flurholzmenge. Empfänger von Flurholz sind die Forstwirtschaft (Eigenverbrauch) und die thermischen Verwerter. Gemäss Experteneinschätzungen wird sich die Flurholzmenge in Zukunft zwar erhöhen (vgl. Tab. 30), bei den Bezugsanteilen werden jedoch keine Veränderungen erwartet. Somit bleiben der Bezugsanteil der Forstwirtschaft bei 10% und derjenige der thermischen Verwerter bei 90%. Auch in Zukunft wird kein Flurholzexport prognostiziert.

##### Altholz

In der zweiten Jahreshälfte 2008 brachen die Altholzexporte um mehr als die Hälfte ein. Dies ist vor allem auf den drastischen Rückgang bei Lieferungen nach Italien zurückzuführen. Hauptgrund dafür sind Gesetzesänderungen in Italien. Diese verlangen ein vermehrtes Recycling inländischer Rohstoffe. Dies führte zu einem deutlichen Anstieg der italienischen Altholzmarktmengen. Die in Norditalien ansässige Holzwerkstoffindustrie, die Altholz zur Plattenproduktion nutzt, konnte deshalb vom zusätzlichen inländischen Altholzaufkommen profitieren und reduzierte seine Importe aus der Schweiz. Aufgrund der derzeitigen Markteinschätzungen ist davon auszugehen, dass künftig etwa drei Viertel der Altholzmengen in der Schweiz für eine thermische Verwertung zur Verfügung stehen und ein Viertel exportiert wird.

## Restholz

Bezüger von Restholz sind die Papier- und Zellstoffindustrie, die Holzwerkstoffindustrie, die thermischen Verwerter sowie ausländische Abnehmer dieser Branchen. Aufgrund des prognostizierten Anstieges der Energieholznachfrage wird eine vermehrte thermische Nutzung von Restholz als wahrscheinlich erachtet. Durch die geplanten Kapazitätserweiterungen in der Sägeindustrie um ca. 70% von 2005 bis 2013 fällt zudem ca. 70% mehr Restholz an. Die künftigen Bezugsmengen von Restholz wurden auf der Grundlage der prognostizierten Entwicklung der Verarbeitungskapazitäten eingeschätzt. Die Berechnung der Bezugsmengen erfolgt in Abhängigkeit des gewählten Modellierungszeitraumes. Aufgrund der Schliessung des Zellstoffwerkes „Borregaard“ in Luterbach im zweiten Halbjahr 2008 ergibt sich ab 2009 eine neue Ausgangssituation (Tab. 30). Die prognostizierten Entwicklungen wurden als kontinuierlich angenommen und verlaufen deshalb linear.

Tab. 30: Entwicklung der Bezugsmengen der inländischen Restholzverwerter und der Restholzexporte 2005 - 2025.

	Papier- und Zellstofffindustrie	Holzwerkstoff- industrie	Thermische Verwerter		Export	Total	Bemerkungen
			Hackholz	Pellets			
	%	%	%	%	%	%	
2005	27	25	33	8	7	100	
2008	26	24	32	12	6	100	Schliessung Borregaard
2009	8	30	38	17	6	100	Neue Ausgangssituation
2025	7	27	47	15	4	100	

### 5.4.6.3 Preisberechnung

Aufgrund fehlender Preisstatistiken über die sonstigen Holzmärkte sind für diese Sortimente keine Preisabschätzungen möglich. Zudem unterliegen gewisse Sortimente (z.B. Restholz) grossen Preisschwankungen. Bei Restholz sind Preisschwankungen von bis zu 200% innerhalb weniger Monate möglich (vgl. Kap. 4.4.4). Hauptgrund dafür ist die konstante Angebotsmenge und die variable Nachfrage (Abb. 58).

#### Angebot und Nachfrage nach Restholz

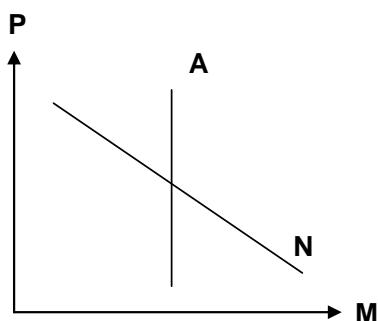


Abb. 58: Schematische Darstellung von Angebot und Nachfrage nach Restholz.

## 5.4.7 Aussenhandel

In den folgenden zwei Kapiteln wird derjenige Bereich des Modells beschrieben, welcher den Holzaussenhandel betrifft. Zuerst wird auf den Import, dann auf den Export, und am Ende auf die Wechselwirkungen zwischen dem Aussenhandel und dem Schweizer Holzmarkt eingegangen.

### 5.4.7.1 Import

Unter Berücksichtigung der aktuellen Trends und der vermuteten Marktentwicklung in der Schweiz sowie der internationalen Märkte wurde die Entwicklung der Importmengen von Waldholz und der sonstigen Rohholzsortimente auf der Grundlage der bisherigen Entwicklung bis 2025 eingeschätzt. Die Schätzung erfolgte durch die im Rahmen der Modellentwicklung befragten Holzmarktexperten. Die Berechnung der künftigen Importmengen erfolgt linear in Abhängigkeit des durch den Modellbenutzer gewählten Modellierungszeitraumes (Tab. 31).

Tab. 31: Prognostizierte Entwicklung der Holzimportmengen der Schweiz 2005 – 2025 (in 1000 m<sup>3</sup>).

Sortimente	Entwicklung Importe 2005-2025	
	2005	2025
	1000m3	1000m3
Stammholz Ndh	18	58
Stammholz Lbh	66	66
Industrieholz	135	135
Energieholz	7	40
Restholz	736	750

### 5.4.7.2 Exporte

Die Einschätzung der künftigen Rohholzexportmengen und die Funktionsweise zur Berechnung wurden bereits in den Kapiteln 5.4.5.1 und 5.4.5.2 detailliert beschrieben. Unter Berücksichtigung der aktuellen Trends und der vermuteten Marktentwicklung in der Schweiz sowie des für den Export wichtigen europäischen Holzmarktes wurde die Entwicklung der Exportmengen von Waldholz sowie der sonstigen Rohholzsortimente (Restholz) bis 2025 eingeschätzt. Die Berechnung der künftigen Exportmengen erfolgt linear in Abhängigkeit des durch den Modellbenutzer gewählten Modellierungszeitraumes. Nachfolgend ist die vermutete Exportentwicklung nochmals zusammenfassend dargestellt (Tab. 32).

Tab. 32: Prognostizierte Entwicklung der Rohholzexporte der Schweiz 2005 – 2025 (in 1000 m<sup>3</sup>).

Sortimente	Entwicklung Exporte 2005-2025	
	2005	2025
Stammholz Ndh	1087	160
Stammholz Lbh	241	310
Industrieholz	89	89
Energieholz	39	39
Restholz	736	60

### 5.4.7.3 Zusammenhang Aussenhandel und Schweizer Holzmarkt

Der Aussenhandel kann nicht isoliert betrachtet werden, da er in einem engen Zusammenhang mit dem Binnenmarkt steht. Abb. 59 zeigt die Verknüpfung bzw. die gegenseitige Beeinflussung des Aussenhandels mit dem Schweizer Holzmarkt, wie sie im Modell berücksichtigt wird:

- (1) In einem ersten Schritt werden über die Eingabe der auf das Holzangebot und die Holznachfrage sensitiv wirkenden Einflussparameter und des definierten Modellierungszeitraumes die künftigen Rohholzmengen berechnet.
- (2) Auf der Grundlage der Verarbeitungskapazitäten wird die künftige Nachfrage der Empfängerbranchen eingeschätzt.
- (3) Gleichzeitig wird die jeweilige Exportmenge bestimmt. Im Idealfall entspricht die künftige Rohholzmenge der geschätzten Nachfrage der inländischen Holzindustrie und den vermuteten Exportmengen.
- (4) Ist die künftige Rohholzmenge grösser als der geschätzte Inlandbedarf und die aktuellen Exporte, wird die entsprechende Mehrmenge zusätzlich exportiert. Das entstandene Überangebot im Inland führt zu tieferen Preisen, was den Export in grösseren Umfang möglich macht.
- (5) Tritt der umgekehrte Fall ein, dass die künftige Rohholzmenge die erwartete Inlandnachfrage und die geschätzten Exporte nicht vollständig befriedigen kann, dann wird in einem ersten Schritt die Exportmenge reduziert. Reicht die Exportreduktion nicht aus, um die Inlandnachfrage zu befriedigen, wird die Inlandbezugsmenge der Holzindustrie entsprechend gekürzt.
- (6) Die künftigen Importmengen basieren auf Experteneinschätzungen. Kann die geschätzte Gesamtmarktnachfrage einer Empfängerbranche (z.B. Sägeindustrie) zu einem bestimmten Zeitpunkt (Modellierungsjahr) nicht vollständig aus den Inlandbezügen und der prognostizierten Importengen befriedigt werden, dann
- (7) wird die fehlende Menge zusätzlich importiert. Aufgrund des Nachfrageüberschusses steigen die Holzpreise im Inland, womit ein zusätzlicher Import wahrscheinlich wird. Hauptgrund für die zusätzlichen Importe sind die Verarbeitungskapazitäten der Holzindustrien, die möglichst vollständig ausgelastet werden müssen, um den angestrebten Deckungsbeitrag zu erwirtschaften.

#### Funktionsweise des Aussenhandels

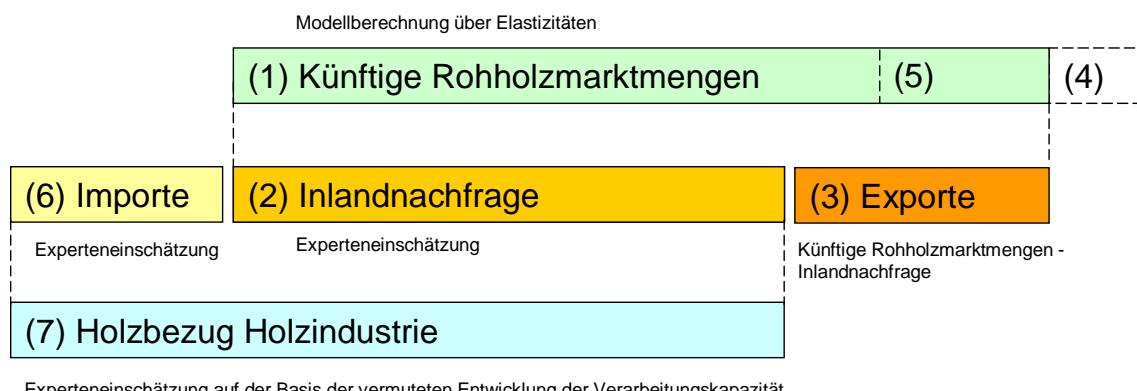


Abb. 59: Schematische Darstellung der Funktionsweise des Aussenhandels.

## 5.5 Expertengestütztes Modell

Die expertengestützte Modellvariante ermöglicht eine Mengenabschätzung über die Eingabe von Waldrundholzpreisen. Die Funktionsstruktur des Modells (vgl. Abb. 60) gleicht dem des ökonometriegestützten Modells. Der Unterschied der expertengestützten Modellvariante liegt in der Berechnung der künftigen Waldholzmenge sowie der nachfolgenden Dekomposition der Waldholzmenge auf die Hauptsortimente (Stamm-, Industrie- und Energieholz).

In den folgenden Kapiteln werden nur diejenigen Modellelemente beschrieben, welche sich von der ökonometriegestützten Modellvariante unterscheiden.

### Funktionsweise des dynamischen Holzmarktmodells

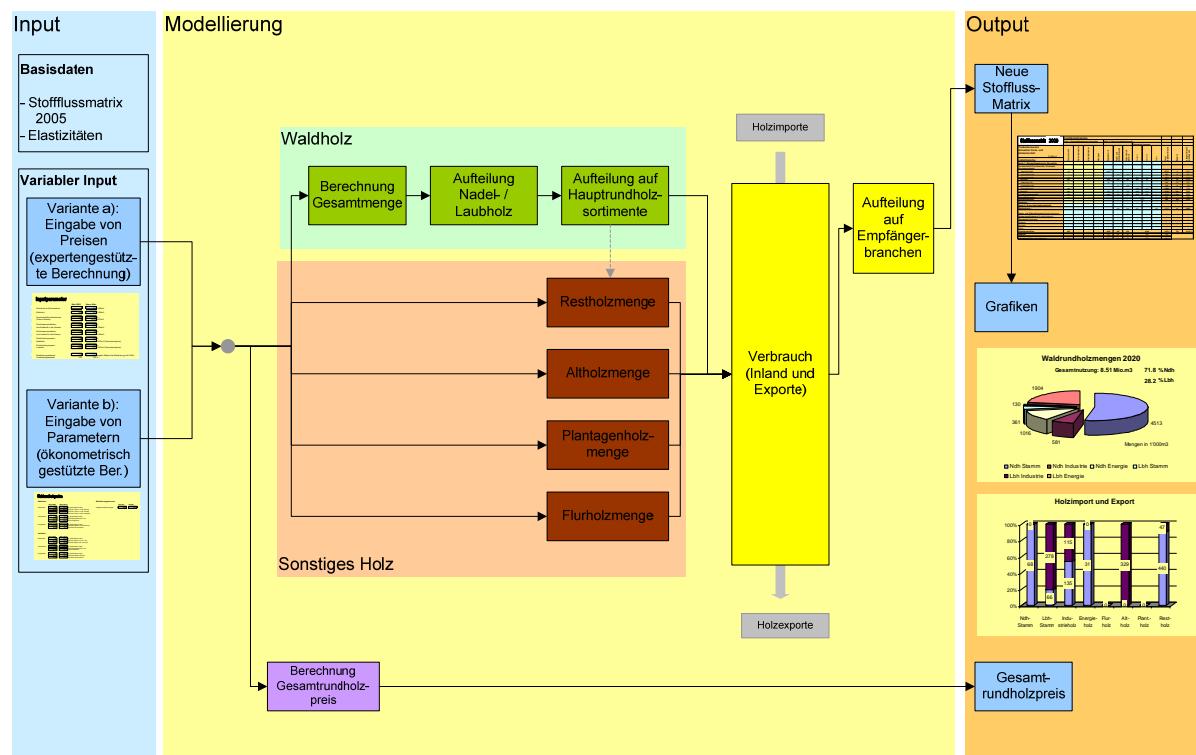


Abb. 60: Funktionsweise der Modellvarianten des dynamischen Holzmarktmodells.

### 5.5.1 Datenbasis und Elastizitäten

#### Datenbasis

Die verwendeten Elastizitäten basieren auf Einschätzungen von Holzmarktexperten, die im Rahmen der vorliegenden Studie befragt wurden.

#### Elastizitäten

Das Holzangebot und die Holznachfrage werden durch verschiedene Einflussparameter bestimmt. Die Angebots- und Nachfragepläne der Marktteilnehmer werden aufgrund dieser Einflussfaktoren angepasst. Dadurch verschiebt sich das Angebot oder die Nachfrage. Es wird sich ein neues Marktgleichgewicht einstellen, die bisherigen Marktergebnisse können sich verändern. Der neue Marktpreis und die neue Marktmenge sind also das Resultat eines Anpassungsprozesses der Anbieter und Nachfrager. Nun soll ein Modell erarbeitet werden, welches über die Preiselastizitäten direkt die neue Marktgleichgewichtsmenge bestimmt.

Eine Bestimmung der beschriebenen Preiselastizitäten ist dann möglich, wenn zwei Gleichgewichtszustände bekannt sind. Die Erkenntnisse aus Kap. 4 deuten auf einen Wandel des Verhaltens der Marktteilnehmer des Schweizer Waldholzmarktes hin. Marktgleichgewichtszustände (erzielte Marktergebnisse) aus der Vergangenheit eignen sich deshalb nicht zur Bestimmung von Elastizitäten. Deshalb erscheint eine zukunftsgerichtete Schätzung sinnvoller. Die Preiselastizität ist ein Mass dafür, welche relative Änderung sich bei der Angebots- bzw. Nachfragemenge ergibt, wenn eine relative Preisänderung eintritt<sup>62</sup>. Eine Schätzung von marginalen Änderungen auf dem Waldholzmarkt ist nicht möglich. Deshalb werden zwei weiter auseinander liegende Marktgleichgewichtszustände herangezogen, um die gesuchten Preiselastizitäten zu bestimmen. Da das Modell vorwiegend für längerfristige Betrachtungen angelegt ist und auch ein längerfristiger Wandel des Marktverhaltens der Marktteilnehmer vermutet wird, erscheint ein Vergleich des Marktgleichgewichts von 2005 zu 2025 sinnvoll. Die Marktergebnisse aus dem Jahre 2005 sind bereits bekannt. Die Einschätzung der Marktgleichgewichtssituation für das Jahr 2025 wurde unter Berücksichtigung des erwarteten Angebots- und Nachfrageverhaltens der Marktteilnehmer vorgenommen, um durch die Änderung des Preises die gewünschten Preiselastizitäten herzuleiten. Abb. 61 zeigt die methodische Herangehensweise zur Bestimmung der Preiselastizitäten.

### Bestimmung der Preiselastizität aus zwei Gleichgewichtszuständen

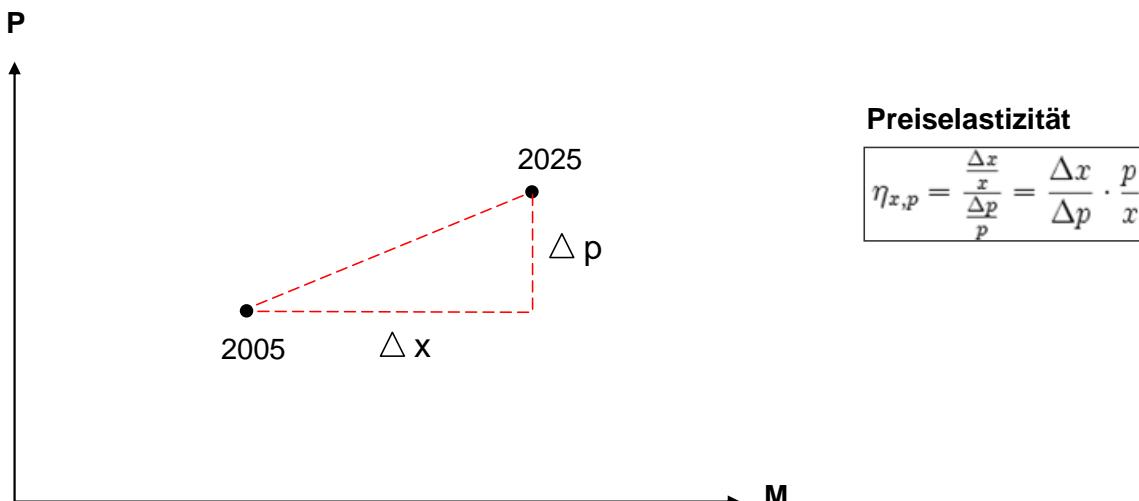


Abb. 61: Bestimmung einer Preiselastizität aus zwei Marktgleichgewichtszuständen.

### Vorgehensweise zur Bestimmung der künftigen Gleichgewichtszustände

Um die gewünschten Gleichgewichtszustände der Teilmärkte (Stamm-, Industrie- und Energieholz), der Teilmärkte für Nadel- und Laubholz sowie für den Gesamtmarkt möglichst realistisch einschätzen zu können, wurden Holzmarktexperten auf der Anbieter- und der Nachfrageseite befragt. Aus dem gewichteten Durchschnitt wurden die künftigen Marktergebnisse eingeschätzt. Über die Mengen- und Preisänderung wurden die gesuchten Preiselastizitäten bestimmt.

Tab. 33 zeigt die bestimmten Preiselastizitäten.

<sup>62</sup> vgl. Graf 2002: Grundlagen der Volkswirtschaftslehre. 2. Auflage.

Tab. 33: Preiselastizitäten der Rohholzmärkte in der Schweiz.

Markt	Preiselastizität
Gesamtmarkt	0.923
Nadelrohholzmarkt	0.227
Nadelstammholzmarkt	0.370
Nadelindustrieholzmarkt	0.000
Nadelenergieholzmarkt	0.478
Laubrohholzmarkt	0.990
Laubstammholzmarkt	0.900
Laubindustrieholzmarkt	-3.000
Laubenergieholzmarkt	1.265

## 5.5.2 Modellierung Waldholzmarkt

Die Mengenschätzung für den Waldholzmarkt erfolgt durch die Vorgabe von Waldholzpreisen. Da auch Preiselastizitäten für die Hauptsortimente (Stamm-, Industrie- und Energieholz) geschätzt wurden, können auch die Sortimentsmengen über die Preiselastizitäten bestimmt werden. Die künftigen Rohholzpreise werden als Inputgrößen der Modellierung durch den Benutzer vorgegeben und sind dadurch bereits bekannt.

### 5.5.2.1 Mengenberechnung

#### 1. Schritt: Berechnung der neuen Gesamtmarktmenge

Um die künftigen Waldholzmengen durch die Vorgabe von Waldrundholzpreisen abschätzen zu können, wurden Preiselastizitäten für sämtliche Teilmärkte sowie die aggregierten Gesamtmarkte Nadel- und Laubholz und für den Gesamtmarkt geschätzt. Die neue Gesamtmarktmenge kann entweder direkt über die bestimmte Preiselastizität des Gesamtmarktes oder die einzelnen Teilmärtschätzungen bestimmt werden. Anhand von verschiedenen Berechnungsbeispielen hat sich gezeigt, dass eine Einschätzung der künftigen Waldholzmengen über die Preiselastizität des Gesamtmarktes zu besseren Ergebnissen führt als eine Schätzung über die einzelnen Sortimentselastizitäten. Somit wird die neue Gesamtmarktmenge über die Preiselastizität des Gesamtmarktes bestimmt. Nachfolgendes Beispiel illustriert die Berechnungsweise (Tab. 34).

Tab. 34: Berechnung der neuen Gesamtmarktmenge bei einer Preiserhöhung um 20%.

#### I. Eingabe

Preis 2005	Neuer Preis	Änderung
%	%	%
100	120	20

Preiselastizität Gesamtmarkt Waldrundholz = 0.923  
(Bei einer 1%igen Änderung der Preise)

#### II. Berechnung

Marktmengen 2005	Neue Marktmengen
in Mio. m <sup>3</sup>	in Mio. m <sup>3</sup>
6.62	$6.62 + \frac{(20 * 0.923 * 6.62)}{100} = 7.84$

## 2. Schritt: Dekomposition der Waldholzmenge auf Nadel- und Laubholz

Parallel zur Berechnung der Gesamtmarktmenge werden Mengenberechnungen für die Teilmärkte Nadel- und Laubholz sowie die Hauptsortimente durchgeführt. Daraus können die relativen Nadel- und Laubholzanteile sowie die Anteile der Hauptsortimente bestimmt werden. Somit können nun die Nadel- und Laubholzmengen errechnet werden. Nachfolgendes Beispiel zeigt die Berechnungsweise an einem Beispiel (Tab. 41).

Tab. 35: Berechnungsbeispiel: Dekomposition der Gesamtmarktmenge auf Nadel- und Laubholz.

### I. Berechnung der neuen Gesamtmarktmenge über die Preiselastizitäten des Gesamtmarktes:

Neue Gesamtmarktmenge = 8.63 Mio.m<sup>3</sup>

### II. Parallel dazu Bestimmung der Nadel- und Laubholzmengen über die Preiselastizitäten des Nadel- und Laubholzmarktes:

Nadelholzmenge	5.88 Mio.m <sup>3</sup>	70%
Laubholzmenge	2.62 Mio.m <sup>3</sup>	30%
<b>Total</b>	<b>8.50 Mio.m<sup>3</sup></b>	<b>100%</b>

### III. Berechnung der neuen Nadel- und Laubholzmarktmengen:

Nadelholzmenge	6.04 Mio.m <sup>3</sup>	70%
Laubholzmenge	2.59 Mio.m <sup>3</sup>	30%
<b>Total</b>	<b>8.63 Mio.m<sup>3</sup></b>	<b>100%</b>

## 3. Schritt: Dekomposition Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente: Stamm-, Industrie- und Energieholz

Die Dekomposition der Nadel- und Laubholzmengen auf die Hauptsortimente erfolgt nach demselben Prinzip wie bei Schritt 2.

### 5.5.2.2 Dekomposition

Die Dekomposition der Sortimentsmengen auf die Empfängerbranchen im Inland und den Export erfolgt analog der ökonometrischen Modellvariante. Die Modalität ist in Kap. 5.4.5.2 ausführlich beschrieben.

### 5.5.2.3 Preisberechnung

Inputgrössen der Modellierungen sind die sortimentsbezogenen Waldholzpreise. Die Sortimentspreise sind somit bereits gegeben. Die aggregierten Teilmarktpreise für Nadel- und Laubholz sowie der Gesamtmarktpreis werden über den Gewichtungsschlüssel zur Berechnung des Holzpreisindexes des Bundesamtes für Statistik (BFS) errechnet. Der verwendete Gewichtungsschlüssel ist im Anhang enthalten.

## 5.6 Fazit

Die beiden Modellvarianten liefern konsistente Ergebnisse. Werden Modellrechnungen mit den beiden Modellvarianten für verschiedene Zeitperioden durchgeführt und die jeweils wahrscheinlichste Ausprägung der Modellparameter eingegeben, resultieren nahezu identische Zahlen. Da beide Modelle auf voneinander unabhängigen Eingangsparametern basieren, validieren sie sich somit gegenseitig.

Das dynamische Holzmarktmodell ist besonders für längerfristige Prognosen geeignet. Es bietet jedoch auch die Möglichkeit, kurzfristige Abschätzungen der künftig zu erwartenden Rohholzmengen vorzunehmen. Mit den vorliegenden Modellvarianten können verschiedenste Fragestellungen und deren Auswirkungen auf den Schweizer Holzmarkt modelliert werden. Nachfolgend seien einige Beispiele dafür gegeben.

### Mögliche Fragestellungen für eine Modellsimulation

Wie ist der Einfluss...

- ...eines Sturmes...
- ...einer Käferkalamität...
- ...der Erweiterung von Sägewerkskapazitäten...
- ...der Holzerntekosten...
- ...des Rohholzpreises...

...auf den Holzmarkt?

Neben dem Einfluss der sensitiven Einflussparameter auf die künftige Rohholzmenge kann auch der Einfluss unterschiedlichen Marktverhaltens der Marktteilnehmer simuliert werden. Das Modell ermöglicht somit den künftigen Ereignisraum bezüglich den zu erwartenden Rohholzmengen einzuschätzen und mögliche politische Handlungsoptionen abzuleiten.

## 6 Bildung von Szenarien

In diesem Kapitel werden auf der Grundlage der beiden Marktmodelle konkrete Szenarien dargestellt. In den folgenden Unterkapiteln wird beschrieben, mit welchem Vorgehen und welcher Methodik die Szenarien erarbeitet wurden (Kapitel 6.1 und 6.2) und es werden die Ergebnisse der verschiedenen Szenarien präsentiert (Kapitel 6.3).

### 6.1 Vorgehen bei der Erarbeitung

Anlässlich mehrerer Workshops zwischen Auftraggebern, der fachlichen Begleitgruppe und dem Projektteam wurden mögliche Szenarien besprochen, Informationen zusammengetragen und die Projektrichtung festgelegt. Mittels einer Literaturrecherche wurden Informationen zur szenariotechnischen Methodik zusammengetragen. Durch Recherchen in Fachzeitschriften und Statistiken wurden szenariorelevante Daten identifiziert. In Gesprächen mit Fachpersonen in- und ausserhalb der Begleitgruppe wurden gezielt Informationen und Einschätzungen zu zukünftigen Entwicklungen des Holzmarktes sowie möglicher Zusammenhänge zwischen den in den Szenarien beschriebenen Entwicklungen und dem Schweizer Holzmarkt eingeholt.

### 6.2 Methode

Unter Szenario-Technik wird allgemein das Verfahren zur Erarbeitung von Szenarien verstanden. Es werden in einem kreativen Prozess Bilder der möglichen Zukunft entworfen. Bei der Szenarioanalyse gilt es zu analysieren, wie sich die Haupteinflussfaktoren auf ein bestimmtes Ereignis in den nächsten Jahren entwickeln werden und das Ergebnis somit beeinflussen. Der Blick ist jedoch nicht auf die einzelnen Haupteinflussfaktoren gerichtet. Er muss vielmehr auf alle Faktoren gerichtet werden. Daraus abgeleitet werden konsistente Zukunftsbilder und Entwicklungspfade aufgezeigt<sup>63,64</sup>.

<sup>63</sup> Vgl. Franke, Reimund; Zerres, Michael: Planungstechniken. Instrumente für zukunftsorientierte Unternehmensführung. Edition Blickbuch Wirtschaft. 1994

<sup>64</sup> Vgl. Pillkahn: Trends und Szenarien als Werkzeuge zur Strategieentwicklung. 2007

## Generischer Ablauf der Szenario-Technik

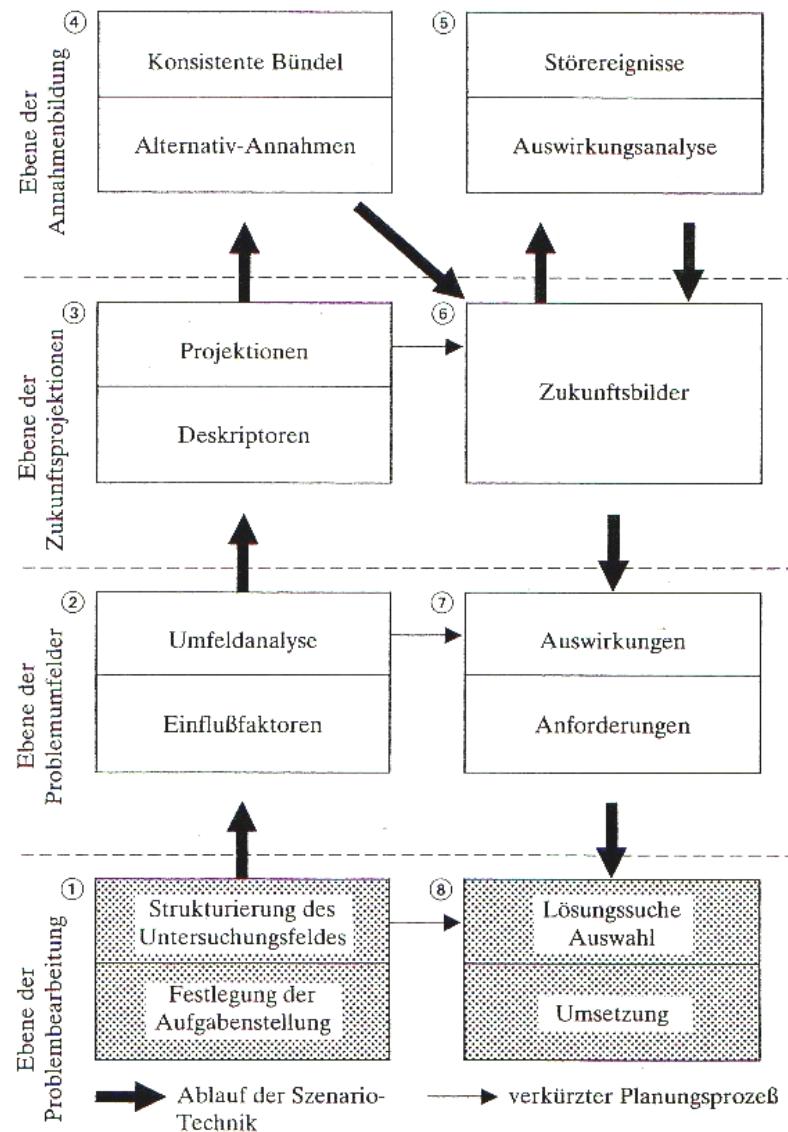


Abb. 62: Generischer Ablauf der Szenario-Technik. Quelle: Hahn, 1986.

Die Szenariotechnik unterscheidet „harte“ und „weiche“ Methoden: „Harte“ Methoden basieren auf quantitativen Daten und berechnen die Szenarien anhand von Computersimulationen, „weiche“ Methoden verwenden qualitative Annahmen, welche vorwiegend intuitiv ermittelt werden<sup>65</sup>. In diesem Projekt wird, soweit es die Datenlage ermöglicht, der „harte“ Ansatz verfolgt; die verbleibenden Bereiche werden mit Einschätzungen und Intuition, also „weichen“ Ansätzen, vervollständigt.

<sup>65</sup> Vgl. Wilms 2006: Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft.

## Bausteine der szenariotechnischen Methode

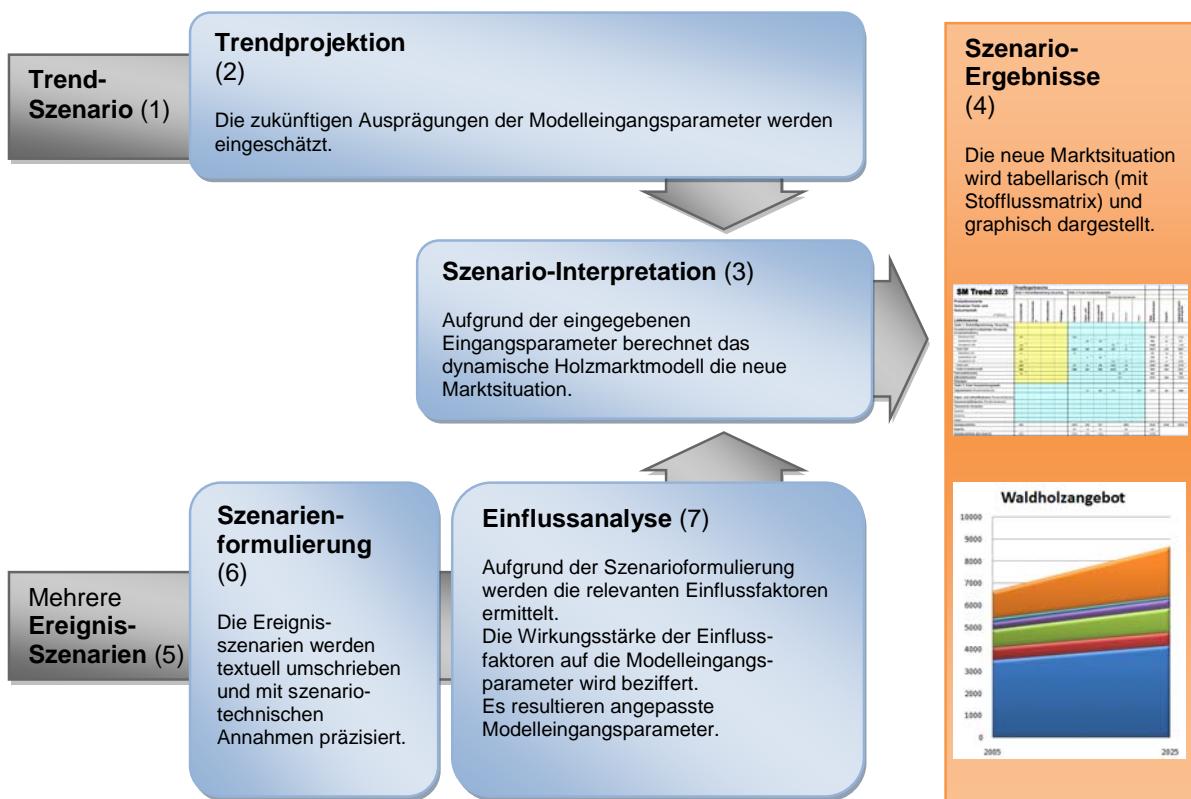


Abb. 63: In dieser Studie angewendete Verknüpfung der szenariotechnischen Bausteine.

In Abb. 62 ist ein generischer Ablauf der Szenario-Technik dargestellt. Der generische Ablauf wurde in dieser Studie an die Problemstellung angepasst, insbesondere musste die sinnvolle Einbettung des dynamischen Holzmarktmodells gewährleistet sein. So wurde ein an die Fragestellung angepasster szenariotechnischer Ablauf erarbeitet, welcher in Abb. 63 dargestellt ist. Die einzelnen methodischen Bausteine werden im Folgenden genauer beschrieben.

### Trendszenario (1)

Das Trendszenario beschreibt die als am wahrscheinlichsten erwartete künftige Entwicklung, unter Einbezug der bereits heute erkennbaren langfristigen Trends. Dies steht im Gegensatz zu den Ereignisszenarien (5), wo spezifische, folgenreiche Ereignisse und Entwicklungen szenariotechnisch simuliert werden.

### Trendprojektion (2)

In einem ersten Schritt werden die Ausprägungen der Modelleingangsparameter des dynamischen Holzmarktmodells für das Ausgangsjahr zusammengestellt. Anschliessend werden Einschätzungen für das Zieljahr vorgenommen und die Ergebnisse tabellarisch dargestellt (vgl. Tab.36).

Tab. 36: Trendprojektion: Ausprägungen der Modelleingangsparameter für das dynamische Holzmarktmodell.

	Ausprägung im Ausgangsjahr	Ausprägung im Zieljahr
Modelleingangsparameter 1	$p_{1a}$	$p_{1z}$
Modelleingangsparameter 2	$p_{2a}$	$p_{2z}$
Modelleingangsparameter 3	$p_{3a}$	$p_{3z}$
...	...	...
Modelleingangsparameter x	$p_{xa}$	$p_{xz}$

Die Ausprägungen der Modelleingangsparameter für das Ausgangsjahr werden vorhandenen Statistiken entnommen. Die Einschätzung der Ausprägungswerte der Modelleingangsparameter des Zieljahrs ist auf folgenden Pfeilern abgestützt:

- die Werte des Ausgangsjahrs dienen als Ausgangspunkt der Schätzung;
- aus vorhandenen Statistiken der letzten Jahrzehnte werden langfristige Trends herausgearbeitet und
- Experten werden nach deren Einschätzung der künftigen Ausprägungen der Modelleingangsparameter befragt.

Dabei wird den internationalen Holzmärkten die angemessene Beachtung geschenkt. In den Experteneinschätzungen werden die vermuteten künftigen Entwicklungen bezüglich Preisen und Mengen im Ausland (insbesondere in den für den Schweizer Holzmarkt besonders relevanten Nachbarländern) mitberücksichtigt.

### Szenariointerpretation (3)

Bei der Szenariointerpretation werden die in der Trendprojektion (2) bzw. Einflussanalyse (7) aufbereiteten Modelleingangswerte in das dynamische Holzmarktmodell eingegeben, sodass eine neue Marktsituation simuliert werden kann. Für den Beschrieb des dynamischen Holzmarktmodells sei auf das Kap. 5 verwiesen.

Beim dynamischen Holzmarktmodell ist anzumerken, dass bei jedem Szenario zwischen zwei Modellvarianten gewählt werden kann (Variante ökonometriegestütztes Modell oder Variante expertengestütztes Modell, vgl. dazu Kap. 5). Es wird jeweils diejenige Modellvariante genutzt, mit welcher das betreffende Szenario vollständiger und genauer abgebildet werden kann.

Auch bei der Szenariointerpretation wird die Einbettung des Schweizer Holzmarktes in die internationalen Holzmärkte beachtet. Zusätzlich berechnet das dynamische Holzmarktmodell die Holzmengen, welche zwischen der Schweiz und dem Ausland ausgetauscht werden. Für die sechs Hauptsortimente des Waldholzes werden die jeweiligen Import- und Exportmengen berechnet und ausgewiesen (vgl. Tab. 37).

Ein zu definierendes Element bei der Szenariointerpretation ist die Anzahl der Berechnungszeitpunkte. Es wäre grundsätzlich möglich, jeweils nicht nur für einen Start- und Zielzeitpunkt, sondern für weitere in der Zukunft gelegene Zeitpunkte Szenariointerpretation durchzuführen (Zeitreihen). Gemäss Expertenaussage<sup>66</sup> ist der Verlauf der Veränderungen aber eher kontinuierlicher denn dynamischer Natur, eine Berechnung und Darstellung weiterer Zeitpunkte im interessierenden Zeitintervall würde daher kaum informativen Mehrwert generieren. Aus diesem Grund werden bei der Szenariointerpretation Berechnungen für einen Start- und einen Endzeitpunkt durchgeführt.

## Szenarioergebnisse (4)

Bei der Berechnung erzeugt das dynamische Holzmarktmodell eine neue Stoffflussmatrix (siehe Beispiel Tab. 37). Ihr Aufbau ist in Kap. 3.2 beschrieben. Die Daten der neu kalkulierten Stoffflussmatrix sowie daraus generierte Graphiken stellen zusammen das quantitative Ergebnis der Szenariobildung dar.

Tab. 37: Beispiel einer Outputtabelle für ein berechnetes Szenario.

Stoffflussmatrix 2025	Empfängerbranche										Produktionswerte Schweizer Forst- und Holzwirtschaft (T000m <sup>3</sup> )	Lieferbranche	Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Fliegeling	Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe	Thermische Verwerter	Feldlagerbestände Holz	Exporte	Importe Holz plus Exporte								
	Forstwirtschaft	Fließholzverarbe- itung	Abholzverarbe- itung	Pflanzen	Sägeholzverar- beitung	Papier- und Zellstoffverar- beitung	Holzwerkstoff- industrie	Werkstoffe	Zucker																	
<b>Stufe 1: Rohstoffgewinnung, Fliegeling</b>																										
<b>Forstwirtschaft (Forstbetriebe, Privatwald, Forstunternehmer)</b>																										
Staudenholz Ndh	154	-	-	-	-	3142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3978	111	4150								
Industrieholz Ndh	-	-	-	-	-	-	110	209	-	-	-	-	-	-	-	435	112	537								
Europaholz Ndh	158	-	-	-	-	-	-	-	197	4	-	-	-	-	-	1038	2	1050								
<b>Total Ndh</b>	<b>477</b>	-	-	-	-	<b>2442</b>	<b>445</b>	<b>209</b>	<b>292</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-	<b>5512</b>	<b>229</b>	<b>5847</b>								
Staudenholz Lsh	6	-	-	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-	-	-	78	29	294								
Industrieholz Lsh	-	-	-	-	-	-	-	6	111	-	-	-	-	-	-	118	16	134								
Europaholz Lsh	411	-	-	-	-	-	-	-	-	1021	73	-	-	-	-	2213	37	2250								
<b>Total Lsh</b>	<b>428</b>	-	-	-	-	<b>72</b>	<b>445</b>	<b>111</b>	<b>1022</b>	<b>73</b>	-	-	-	-	-	<b>2405</b>	<b>344</b>	<b>2778</b>								
<b>Total Forstwirtschaft</b>	<b>895</b>	-	-	-	-	<b>2415</b>	<b>445</b>	<b>209</b>	<b>292</b>	<b>4</b>	-	-	-	-	-	<b>1791</b>	<b>144</b>	<b>5825</b>								
<b>Fließholzlieferanten</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>400</b>	-	<b>400</b>								
<b>Abholzlieferanten</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>1031</b>	<b>144</b>	<b>1175</b>								
<b>Planagen</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Stufe 2: Erste Verarbeitungsstufe</b>																										
<b>Sägeindustrie (Forstholzlieferant)</b>	-	-	-	-	-	-	421	410	279	-	218	-	-	-	-	1620	14	<b>1660</b>								
<b>Papier- und Zellstoffindustrie (Forstholzlieferant)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Holzwerkstoffindustrie (Forstholzlieferant)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Thermische Verwerter</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Werkstoffe</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Polystyrol</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Inlandproduktion</b>	<b>336</b>	-	-	-	-	<b>3315</b>	<b>266</b>	<b>313</b>	<b>4382</b>	-	<b>3530</b>	<b>1046</b>	<b>10526</b>	-	-	-	-	-	-							
<b>Importe</b>	-	-	-	-	-	104	76	24	764	-	1047	-	-	-	-	-	-	-								
<b>Inlandproduktion plus Importe</b>	<b>336</b>	-	-	-	-	<b>3315</b>	<b>266</b>	<b>313</b>	<b>4382</b>	-	<b>3530</b>	<b>1046</b>	<b>10526</b>	-	-	-	-	-	-							

Es sei darauf hingewiesen, dass die Ergebnisdaten der Stoffflussmatrix nicht direkt mit den in der forst- und holzwirtschaftlichen Fachwelt oft verwendeten Holzstatistiken des Bundesamts für Statistik verglichen werden können, weil einerseits unterschiedliche Definitionen verwendet werden und andererseits mehrere Werte der offiziellen Statistik für das vorliegende Projekt aufgrund von Experteneinschätzungen angepasst wurden. Näheres dazu ist in Kapitel 3.4 beschrieben.

## Mehrere Ereignisszenarien (5)

Wie beim Abschnitt Trendszenario (1) beschrieben, werden bei den Ereignisszenarien spezifische, folgenreiche Ereignisse und Entwicklungen szenariotechnisch simuliert. Die Auswahl der Ereignisse und Entwicklungen wurde durch die Projektauftraggeber getroffen.

## Szenarioformulierung (6)

Die verschiedenen Ereignisszenarien werden textuell beschrieben und mit weiteren, verfeinernden szenariotechnischen Annahmen präzisiert.

<sup>66</sup> Mündl. Auskunft Dr. Matthias Dieter

## Einflussanalyse (7)

Aus der Szenarioformulierung werden für jedes Szenario individuell die Einflussfaktoren abgeleitet, welche sich durch den Szenarioverlauf verändern. Je nach Szenario können davon eine oder mehrere Einflussfaktoren betroffen sein. Die Einflussfaktoren stehen in einem Wirkungsverhältnis mit den Modelleingangsparametern des dynamischen HolzmarktmODELLs. Die Wirkung der Einflussfaktoren auf die Modelleingangsparameter kann stark, schwach oder neutral sein und in der Richtung gleich- oder gegenläufig wirken<sup>67</sup>. Dieses Wirkungsgeflecht wird mittels der Einflussmatrix analysiert und beziffert (siehe Tab. 38).

Tab. 38: Schematische Darstellung einer Einflussmatrix mit den Wirkungen der Einflussfaktoren auf die Modelleingangsparameter des dynamischen HolzmarktmODELLs.

	Einflussfaktor 1	Einflussfaktor 2	Einflussfaktor 3	...	Einflussfaktor y
Modelleingangsparameter 1	$i_{11}$	$i_{12}$	$i_{13}$	...	$i_{1y}$
Modelleingangsparameter 2	$i_{21}$	$i_{22}$	$i_{23}$	...	$i_{2y}$
Modelleingangsparameter 3	$i_{31}$	$i_{32}$	$i_{33}$	...	$i_{3y}$
...	...	...	...	...	...
Modelleingangsparameter x	$i_{x1}$	$i_{x2}$	$i_{x3}$	...	$i_{xy}$

Die i-(Impact)-Werte beziffern, wie stark sich Änderungen der Einflussfaktoren auf die Modelleingangsparameter auswirken. Den Wertebereichen der i-Werte werden folgende Bedeutungen zugewiesen:

- Nullwert: Keine Wirkung
- Positiver Wert: gleichläufige Wirkungsrichtung
- Negativer Wert: gegenläufige Wirkungsrichtung
- Absoluter Wert < 1: schwache Wirkung
- Absoluter Wert = 1: Wirkung im Verhältnis 1:1
- Absoluter Wert > 1: starke Wirkung

Grundlage für die Bestimmung der Wirkungsrichtungen und -stärken sind:

- a. vergangenheitsbezogene Daten, Statistiken und Auswertungen
- b. Überlegungen des Projektteams sowie
- c. zukunftsbezogene Einschätzungen von befragten Experten.

<sup>67</sup> Vgl. Wilms 2006: Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft.

Zur Vervollständigung der Definition der Impact-Werte muss überprüft werden, ob allenfalls die Impact-Werte miteinander korrelieren (d.h. sich gegenseitig beeinflussen) und so angepasst werden müssen. Dieser Effekt wird Cross impact genannt<sup>68</sup>. Als Grundlage für die Anpassungen dienen die Cross impact-Tabellen im Anhang. Aufgrund der Cross impact-Tabelle werden alle Impact-Variablen, deren Werte ungleich Null sind, darauf überprüft, ob sie andere Impact-Variablen beeinflussen. Ist dies gemäss der Cross impact-Tabelle der Fall, müssen die Werte der betroffenen Impact-Variablen entsprechend der in der Impact-Matrix angegebenen Wirkungsrichtung und –stärke angepasst werden.

Um für ein bestimmtes Szenario die Modelleingangsparameter des dynamischen Holzmarktmodells für das Zieljahr zu bestimmen, werden zuerst die Modelleingangsparameter des Zieljahrs des Basisszenarios betrachtet. Auf diese wird die Einflussmatrix angewendet. Dabei werden, separat für jeden Modelleingangsparameter, die Wirkungen der Einflussfaktoren horizontal aufsummiert. Daraus ergibt sich ein neues Set von Modelleingangsparameterwerten. Dieses wird, wie oben beschrieben, zur Szenariointerpretation (3) in das dynamische Holzmarktmodell eingegeben, woraus neue Szenarioergebnisse (4) resultieren.

## 6.3 Ergebnisse der Szenarien

In den folgenden Kapiteln werden die vom Auftraggeber definierten Szenarien im Detail beschrieben, modelliert und interpretiert.

### 6.3.1 Szenario 1: Trendszenario

Ab hier beginnen die szenariotechnischen Berechnungen, sie werden mittels der in Kapitel 6.2 beschriebenen methodischen Bausteinen durchgeführt. Die Gesamtheit der methodischen Bausteine ist in Abb. 63 dargestellt. Für das Trendszenario werden daraus die methodischen Bausteine Trendszenario (1), Trendprojektion (2), Szenariointerpretation (3) und Szenarioergebnisse (4) verwendet.

#### 6.3.1.1 Szenariobeschrieb

Dieses Szenario beschreibt den am wahrscheinlichsten erwarteten Verlauf, unter der Prämisse stabiler Umweltbedingungen und der Absenz von Diskontinuitäten. In der Gegenwart bereits erkennbare Trends (wie beispielsweise die Senkung der durchschnittlichen Holzerntekosten) werden dabei berücksichtigt.

Dieses Szenario nimmt innerhalb der Gesamtheit der Szenarios eine Spezialfunktion ein: es ist das Referenzszenario, mit dem alle weiteren Ereignisszenarien verglichen werden.

#### 6.3.1.2 Ergebnisse der Trendprojektion

Das Ergebnis der Trendprojektion für das ökonometriegestützte Modell ist in der Tab. 39Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. dargestellt. Die erste Spalte entspricht den Modelleingabeparametern (MEP) des dynamischen Holzmarktmodells. In den zweiten, dritten und vierten Spalten sind die Ausprägungen in Ausgangs- und Zieljahr sowie die verwendeten Einheiten ersichtlich. Um die Aussagekraft der Tabelle zu erhöhen, wurden relative Prozentangaben mit absoluten Werten und Einheiten ergänzt. In der fünften Spalte sind die Grundlagen ausgewiesen, worauf die Ausprägungswerte beruhen.

<sup>68</sup> Vgl. Wilms 2006: Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft.

Tab. 39: Ausprägung der Modelleingangsparameter des Trendszenarios für das ökonometriegestützte Modell.

	Ausprägung im Ausgangsjahr 2005	Ausprägung im Zieljahr 2025	Einheit	Grundlagen
MEP 1: Sturmholz und Schneedruck	1	760	1000 m3	Statistiken Vergangenheit, Literatur, Expertenaussagen
MEP 2: Käferholz	930	507	1000 m3	Statistiken Vergangenheit, Literatur, Expertenaussagen
MEP 3: Durchschnittliche Erntekosten	100	92	%	Statistiken Vergangenheit, Überlegungen Projektteam, Expertenaussagen
	70	64	CHF/m3	
MEP 4: Schnittwarenproduktion Nadelholz Inland	100	170	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	2300	3900	1000 m3	
MEP 5: Schnittwarenproduktion Laubholz Inland	100	95	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	145	138	1000 m3	
MEP 6: Schnittholzimportpreis Nadelholz	100	130	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	432	562	CHF/m3	
MEP 7: Schnittholzimportpreis Laubholz	100	130	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	1066	1386	CHF/m3	
MEP 8: Marktverhalten	1 unelastisch	3 elastisch	Stufen 1-3	Expertenaussagen, Überlegungen Projektteam

Das Ergebnis der Trendprojektion für das expertengestützte Modell ist in Tab. 40 dargestellt. Der Aufbau und die Bedeutung der Spalten ist grundsätzlich gleich wie in Tab. 39. Die Tabelle bezieht sich lediglich auf Waldholz, nicht auf Holz aus anderen Quellen (wie z.B. Altholz). Auch hier wurden die relativen Prozentwerte der Tabelle um absolute Preise geläufiger Holzsortimente ergänzt, um die Aussagekraft zu erhöhen.

Die Preise sind real, basierend auf dem Ausgangsjahr 2005, aufgeführt. Um Nominalwerte zu erhalten, müssen zusätzlich die Teuerungseffekte addiert werden. Da dieses Vorgehen jedoch die Vergleichbarkeit über die Zeit hinweg erschweren würde, wird darauf verzichtet. Bei den absoluten Laub- und Nadelenergieholzpreisen ist zu beachten, dass sich diese auf aufgearbeitetes Holz (gespalten, gehackt) beziehen und diese damit nicht direkt mit den absoluten Preisen des (nicht so aufgearbeiteten) Industrie- und Stammholzes verglichen werden können.

Tab. 40: Ausprägung der Modelleingangsparameter des Trendszenarios für das expertengestützte Modell.

	Ausprägung im Ausgangsjahr 2005	Ausprägung im Zieljahr 2025	Einheit	Grundlagen
MEP 1: Preis Nadelstammholz	100	127	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	84.8	107.6	CHF/m3 Fi L1 4B	
	93.8	119.1	CHF/m3 Fi L3 3B	
MEP 2: Preis Nadelindustrieholz	100	110	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	49.9	54.9	CHF/t Spanpl. 1. Kl.	
	135.5	149.1	CHF/t Papierh.	
MEP 3: Preis Nadelenergieholz	100	146	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	50.5	73.7	CHF/Ster Spälten Fi/Ta	
	28.1	41.0	CHF/Sm3 Holzschnitzel	
MEP 4: Preis Laubstammholz	100	110	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	104.4	114.8	CHF/m3 Ei 4C 3+m	
	75.2	82.7	CHF/m3 Bu 4B 3+m	
MEP 5: Preis Laubindustrieholz	100	107	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	43.0	46.0	CHF/t Spanpl. 1. Kl.	
	56.3	60.2	CHF/t Papierh.	
MEP 6: Preis Laubenergieholz	100	149	%	Statistiken Vergangenheit, Expertenaussagen
	68.8	102.5	CHF/Ster Spälten Bu	
	33.3	49.6	CHF/Sm3 Holzschnitzel	
MEP 7: Marktverhalten	1 unelastisch	3 elastisch	Stufen 1-3	Expertenaussagen, Überlegungen Projektteam

### 6.3.1.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse der Szenariointerpretation werden mittels Eingabe in das dynamische Holzmarktmodell berechnet. Wie in Kapitel 6.2 beschrieben, kann dabei jeweils zwischen zwei Modellvarianten gewählt werden, dem ökonometriegestützten oder dem expertengestützten Modell.

Gemäss Expertenaussage<sup>69</sup> können zukünftige Preisentwicklungen erfahrungsgemäss tendenziell besser eingeschätzt werden als die Entwicklung anderer Parameter. Deshalb wird hier mit dem expertengestützten Modell gearbeitet, welches die direkte Eingabe von Waldholzpreisen zulässt.

Die im Trendszenario erwarteten Waldholzmarktmengen sind in Abb. 64 dargestellt. Sie stellen die Ergebnisse aus dem dynamischen Holzmarktmodell dar. Zur besseren Orientierung beschreibt die linke Grafik absoluten und die rechte Grafik die relativen Mengenentwicklungen. Es ist anzumerken, dass die Grafiken die Marktmenge des Waldholzes aus der inländischen Waldwirtschaft darstellen. Andere Holzquellen wie Restholz aus Holzindustrie, Altholz oder Importe sind nicht berücksichtigt.

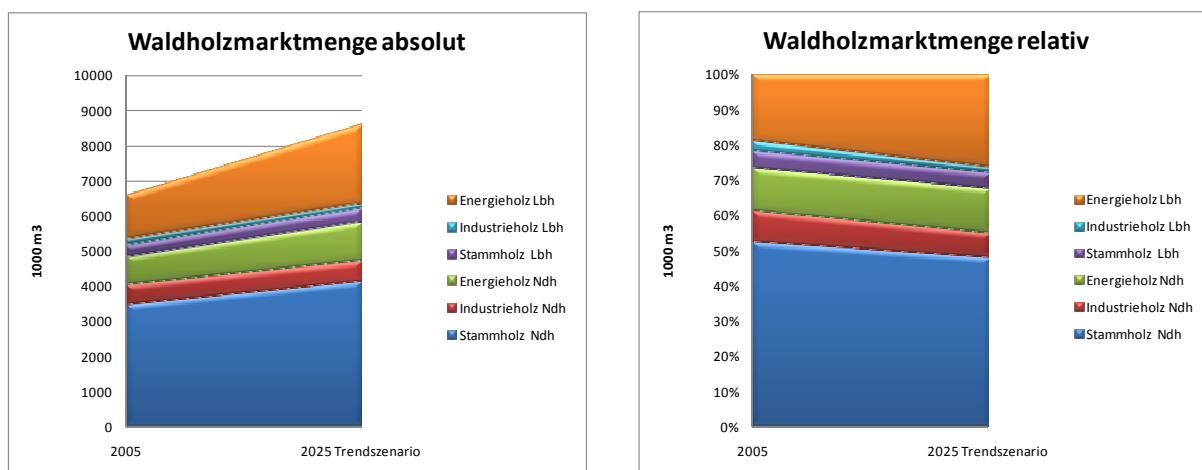


Abb. 64: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

Die im Trendszenario erwarteten Energieholzmarktmengen sind in Abb. 65 dargestellt (auch hier zuerst in absoluten, dann in relativen Mengen). Es werden neben Energieholz aus der Waldwirtschaft auch alle anderen Energieholzquellen wie Restholz aus Holzindustrie, Plantagen, Altholz und Flurholz berücksichtigt.

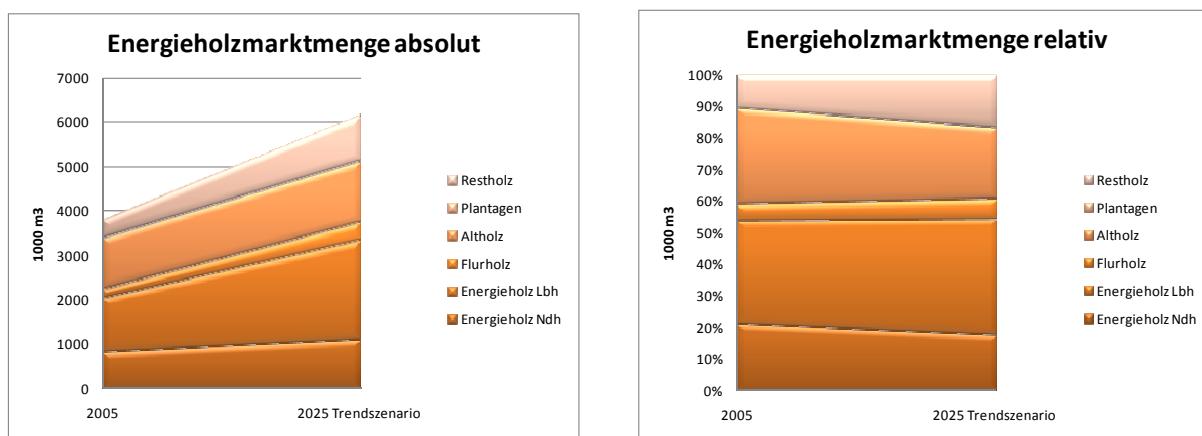


Abb. 65: Geschätzte Energieholzmarktmengen, absolut und relativ.

<sup>69</sup> Mündliche Aussage Dr. Matthias Dieter

In der linken Darstellung von Abb. 66 sind die Entwicklungen der Aussenhandelsströme der sechs Hauptsortimente dargestellt. In der rechten Darstellung sind die Entwicklungen der Rundholzpreise, als reale Durchschnittspreise über alle Waldholzsortimente und Holzarten, dargestellt.

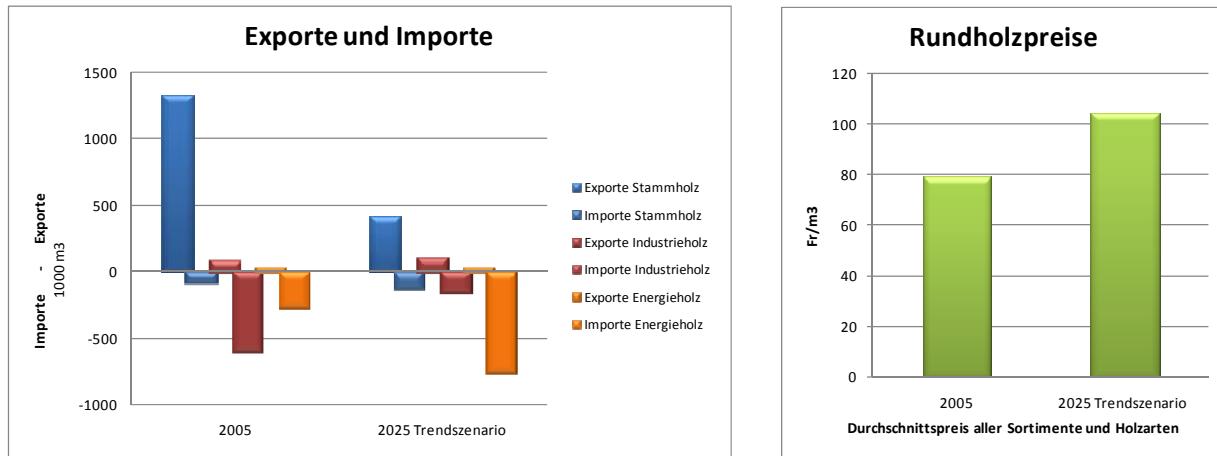


Abb. 66: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzter Holzmarktpreis (rechts).

#### 6.3.1.4 Fazit

Gemäss den Ergebnissen des Trendszenarios können folgende Erkenntnisse zusammenfassend aufgeführt werden:

- **Die Waldholzpreise werden sich bis 2025 voraussichtlich um 32% erhöhen.** Beim gesamten Waldholz werden über die nächsten 20 Jahre reale Preissteigerungen von durchschnittlich +32% prognostiziert. Während beim Industrieholz nur geringe Preissteigerungen von +8% zu erwarten sind, fallen die Preissteigerungen beim Energieholz mit +48% sehr markant aus.
- **Die Waldwirtschaft verhält sich als Anbieterin auf dem Holzmarkt zunehmend preiselastisch.** Es wird prognostiziert, dass sich der bereits feststellbare Trend von einem eher unelastischen Marktverhalten hin zu einem elastischeren Verhalten weiter fortsetzt und verstärkt. Dadurch werden in Zukunft Veränderungen bei Waldholzpreisen stärkere Reaktionen der Marktmengen bewirken, als dies heute der Fall ist.
- **Die Holzerntekosten werden bis 2025 um 8% sinken.** Es wird prognostiziert, dass sich der seit zwei Jahrzehnten feststellbare Abwärtstrend fortsetzt, und zwar im Zeitraum zwischen 2005 bis 2025 um -8%. Dies wirkt sich stimulierend auf die Marktmenge aus.
- **Die Marktmenge des Waldholzes nimmt um etwa 30% zu.** Beim gesamten Waldholz wird eine Steigerung von 6.62 Mio. m<sup>3</sup> (2005) auf 8.62 Mio. m<sup>3</sup> (2025) prognostiziert. Dies entspricht einer Steigerung um +30.3%. Unter den Hauptsortimenten weist das Laubenergieholz die grösste Mengensteigerung auf, während beim Nadelenergieholz keine nennenswerte Steigerung mehr zu erwarten ist.
- **Das Nutzungspotenzial des Waldes wird 2025 zu 95% ausgeschöpft werden.** Mit der genannten Entwicklung der Waldholzmarktmenge werden 2005 73%, 2025 95% des gesellschaftspolitischen Nutzungspotenzials des Schweizer Waldes (vgl. dazu Kapitel 5.4.3) ausgeschöpft.

- **Die Nadelholz verarbeitende Sägeindustrie steigert ihre Produktion um 70%.** Beim Nadelholzeinschnitt wird im Zeitraum 2005 bis 2025 eine markante Steigerung um +70% prognostiziert (Dabei gilt es jedoch anzumerken, dass diese Mengensteigerung bis Ende 2007 bereits zu 12 % realisiert wurde). Im Gegensatz dazu wird beim Laubholzeinschnitt ein leichter Rückgang um -5% prognostiziert.
- **Die Energieholzmarktmenge vergrössert sich um 62%.** Beim gesamten Energieholz wird eine Steigerung von 3.79 Mio. m<sup>3</sup> (2005) auf 6.16 Mio. m<sup>3</sup> (2025) prognostiziert. Dies entspricht einer Steigerung um +62%. Unter den Energieholzsortimenten weisen das Laubenergieholz sowie das Restholz aus der Holzindustrie besonders grosse Mengensteigerungen auf.
- **Die inländische Energieholznachfrage steigt noch stärker als das inländische Angebot, sodass vermehrt Energieholz importiert werden muss.** Beim Waldholzaussenhandel wird im Zeitraum 2005 bis 2025 prognostiziert, dass die Energieholzimporte markant wachsen (um +0.49 Mio. m<sup>3</sup> oder +176%).
- **Stammholz wird zunehmend im Inland verarbeitet.** Beim Waldholzaussenhandel wird im Zeitraum 2005 bis 2025 prognostiziert, dass die Stammholzexporte stark zurück gehen (um -0.92 Mio. m<sup>3</sup> oder -69%). Auch hier ist anzumerken, dass ein Grossteil des Rückgangs bis Ende 2008 bereits realisiert wurde.

### 6.3.2 Szenario 2: Anstieg der Energiekosten

#### 6.3.2.1 Szenarioformulierung

**Die Preise fossiler und elektrischer Energie steigen in einer ersten Variante um 25%, in einer zweiten Variante um 50% an.**

Abgestützt auf Expertenaussagen<sup>70</sup> und Überlegungen des Projektteams werden folgende szenariotechnischen Annahmen definiert:

- a. Die Preise von Rohöl, Gas und Strom steigen parallel an, vom Preisniveau 2005 ausgehend um +25% bzw. +50%.
- b. Der Preisanstieg von Rohöl, Gas und Strom erfolgt global, d.h. er betrifft sowohl die Schweiz wie auch andere Staaten (insbesondere die Nachbarländer) im gleichen Umfang.
- c. Die in der Vergangenheit beobachtbare Preiskoppelung zwischen Öl und Gas wird auch für das Jahr 2025 angenommen.
- d. Der Effekt höherer Holzerntekosten aufgrund höherer Ölpreise bleibt aus methodischen Gründen nicht berücksichtigt (vgl. dazu Ausführungen im folgenden Kapitel).

<sup>70</sup> Besprechung mit Christoph Rutschmann, Holzenergie Schweiz

### 6.3.2.2 Ergebnisse der Einflussanalyse

Modellbasis bei diesem Szenario ist das expertengestützte Modell, da die über Kreuzpreiselastizitäten ausgeübten Effekte auf die Waldholzpreise nur hier abgebildet werden können.

Das Ergebnis der Einflussanalyse (für die Variante Anstieg um 25%) ist in der Tab. 41 dargestellt. Beim Trendszenario wurden bezüglich dem Preis fossiler Energien keine diskontinuierlichen Entwicklungen angenommen. Die Ausprägungswerte 2025 des Trendszenarios dienen beim hier behandelten Szenario als Ausgangswerte (vgl. zweite Spalte der Tab.41). Als wichtige Einflussfaktoren wirken in diesem Szenario der gekoppelte Öl- und Gaspreis sowie der Strompreis. Die Impact-Werte basieren auf statistischen Auswertungen der Vergangenheit, Prognosen aus anderen Studien, Experteneinschätzungen<sup>71</sup> und Überlegungen des Projektteams bezüglich der Zukunft. Mögliche Cross impacts wurden bei der Festsetzung der Impact-Werte mitberücksichtigt. In der Schweiz sind Öl- und Gasheizungen sehr verbreitet, während elektrische Heizungen nur selten installiert sind. Dies ist der Hauptgrund, weshalb Änderungen des Öl- und Gaspreises sich deutlich stärker auf den Energieholzpreis auswirken als Änderungen des Strompreises (vgl. Spalten 3 und 4 der Tab.41).

Anmerkung zu der in den szenariotechnischen Annahmen angesprochenen Berücksichtigung der höheren Holzerntekosten aufgrund höherer Ölpreise: Beim expertengestützten Holzmarktmodell können Waldholzpreise eingegeben werden, nicht aber die Holzerntekosten. Daher können die leicht gestiegenen Holzerntekosten aufgrund des höheren Ölpreises nicht abgebildet werden. Dies erscheint jedoch auch nicht substanzial für das Ergebnis. Einschätzungen des Projektteams auf der Grundlage von Verbrauchsstatistiken von Holzerntemaschinen sowie des Energieverbrauchs ihrer Herstellung (graue Energie) ergaben, dass ein Treibstoffpreisanstieg um 25% die Mengenwirkung für die gesamte bereitgestellte Waldholzmenge um weniger als 1% beeinflusst.

Bei der Variante Anstieg um 50% werden die Veränderungs-Prozentwerte der Einflussfaktoren entsprechend angepasst, was zu neuen Resultaten in der letzten Spalte führt. In dieser letzten Spalte sind die neuen Ausprägungen der Modelleingangsparameter aufgeführt, die zur weiteren Berechnung in das dynamische Holzmarktmodell eingegeben werden können.

<sup>71</sup> Mündliche Aussagen Christoph Rutschmann, Holzenergie Schweiz

Tab. 41: Einflussmatrix für die Szenarioanalyse.

Ausprägung Trendszenario 2025	Einflussfaktor 1: Öl- und Gaspreis (gekoppelt)	Einflussfaktor 2: Strompreis	Neue Ausprägung 2025	
	Veränderung: +25.0%	Veränderung: +25.0%		
	i-Werte:	i-Werte:		
MEP 1: Preis Nadelstammholz	127.0%	+0.05	+0.003	128.7%
MEP 2: Preis Nadelindustrieholz	110.0%	+0.18	+0.012	115.3%
MEP 3: Preis Nadelenergieholz	146.0%	+0.25	+0.017	155.7%
MEP 4: Preis Laubstammholz	110.0%	+0.05	+0.003	111.5%
MEP 5: Preis Laubindustrieholz	107.0%	+0.18	+0.012	112.1%
MEP 6: Preis Laubenergieholz	149.0%	+0.25	+0.017	158.9%

### 6.3.2.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse der Szenariovarianten werden in den folgenden Unterkapiteln individuell dargestellt.

#### 6.3.2.3.1 Variante Anstieg um 25%

Die hier betrachtete, ausformulierte Szenariovariante lautet: Die Preise fossiler und elektrischer Energie steigen um 25% an.

Die Ergebnisse bezüglich der Entwicklungen der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 67 dargestellt, zunächst im absoluten, dann im relativen Vergleich. In einem letzten Schritt wird das Ergebnis der Szenariovariante mit dem Ergebnis des Trendszenarios verglichen. Die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen sind in Abb. 68 dargestellt, mit derselben dreiteiligen Folge wie bei der Waldholzmarktmenge (in der gleichen Darstellungsform wie bei der Waldholzmarktmenge). In Abb. 69 sind zuerst die Entwicklungen der Aussenhandelsströme der sechs Hauptsortimente, dann die Entwicklungen der Rundholzpreise, als reale Durchschnittspreise über alle Waldholzsortimente und Holzarten, dargestellt.

Weitere Hinweise zu den in den Abbildungen dargestellten Informationen sind im Kapitel 6.3.1.3 enthalten.

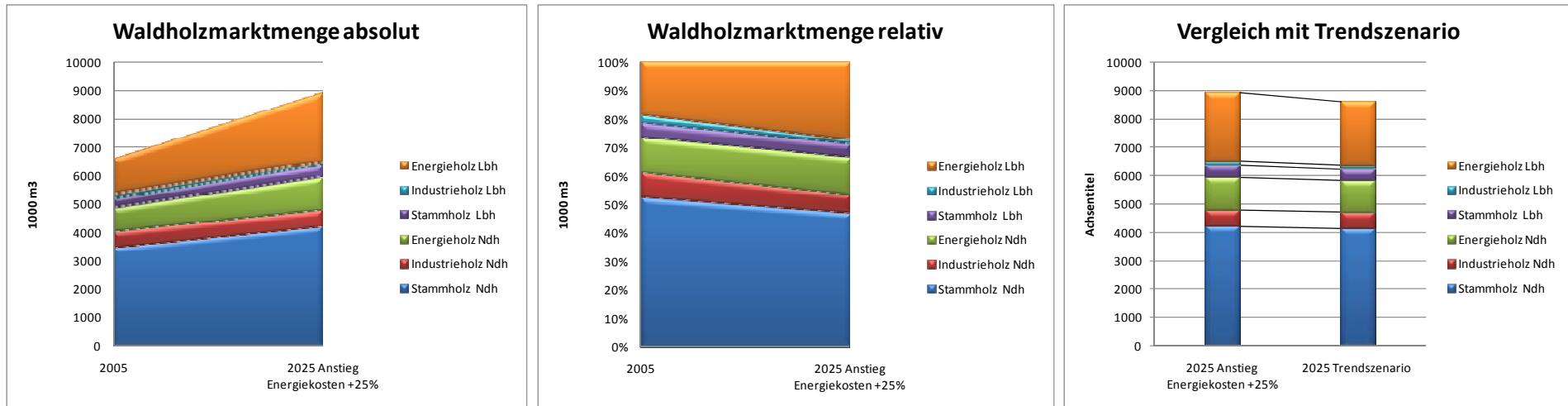


Abb. 67: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

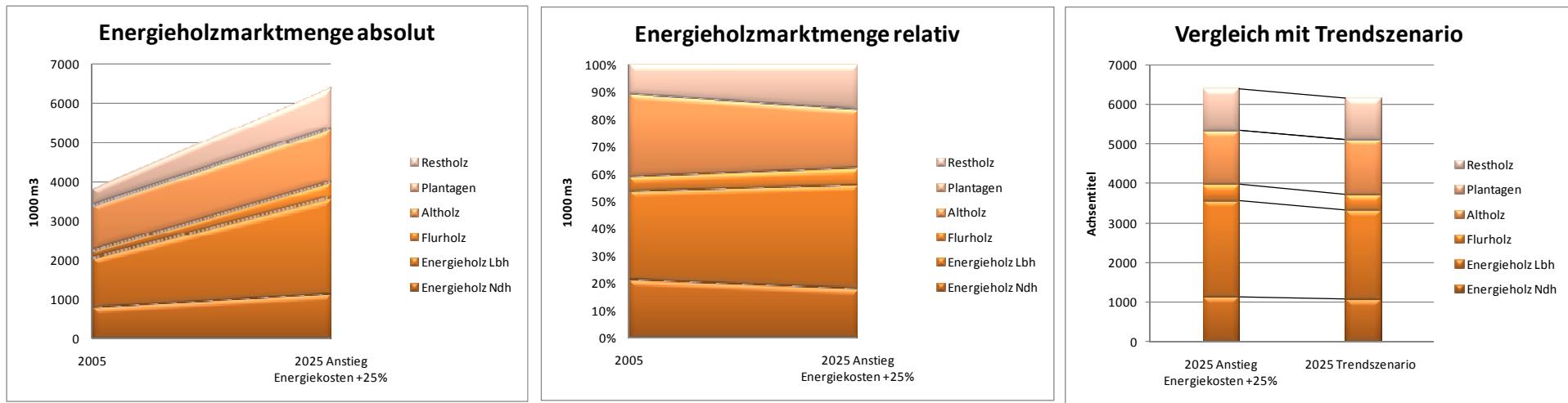


Abb. 68: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

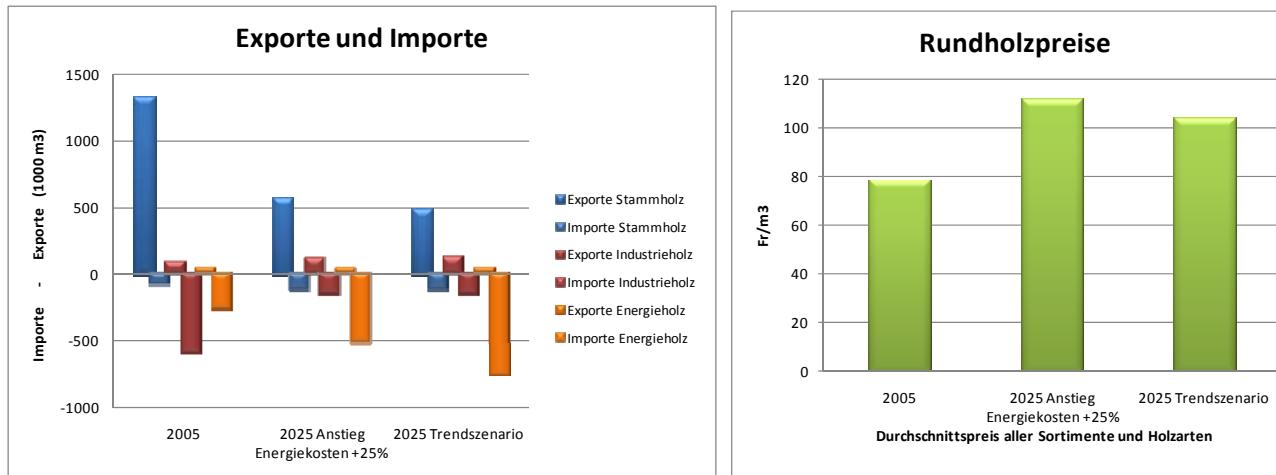


Abb. 69: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.2.3.2 Variante Anstieg um 50%

Die hier betrachtete, ausformulierte Szenariovariante lautet: Die Preise fossiler und elektrischer Energie steigen um 50% an. Die Ergebnisse bezüglich der Entwicklungen der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 70, die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 71 dargestellt. In Abb. 72 sind die Entwicklungen der Aussenhandelsströme und die Rundholzpreise aufgeführt.

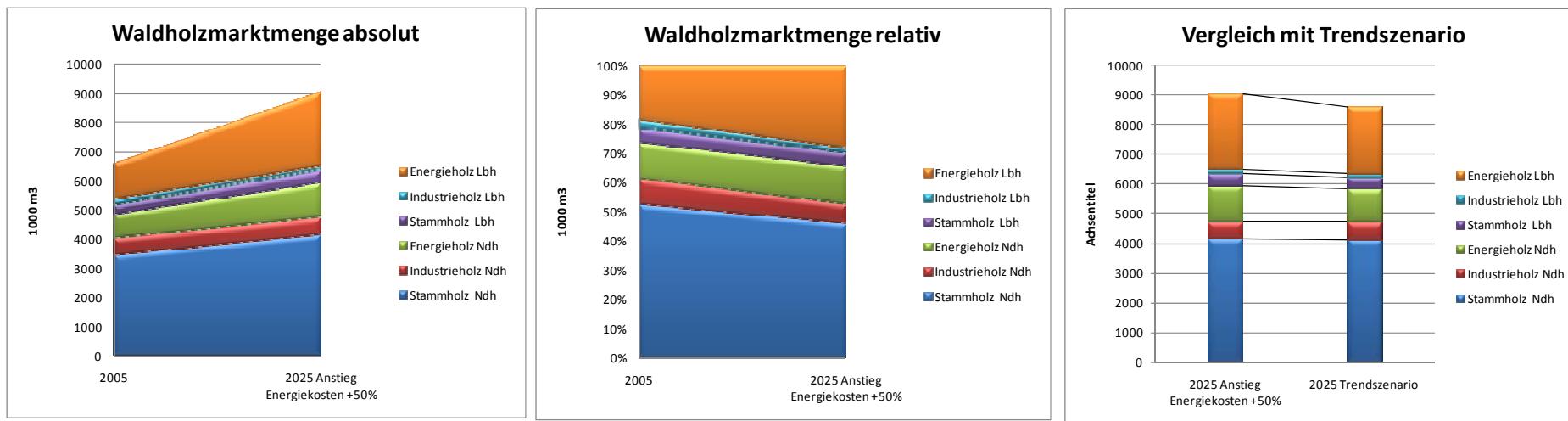


Abb. 70: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

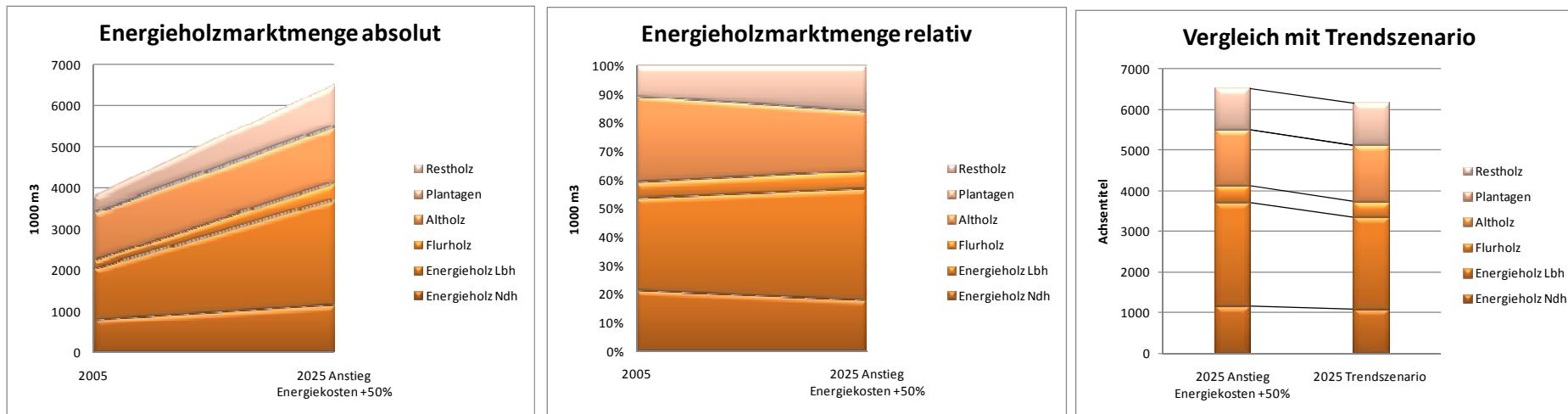


Abb. 71: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

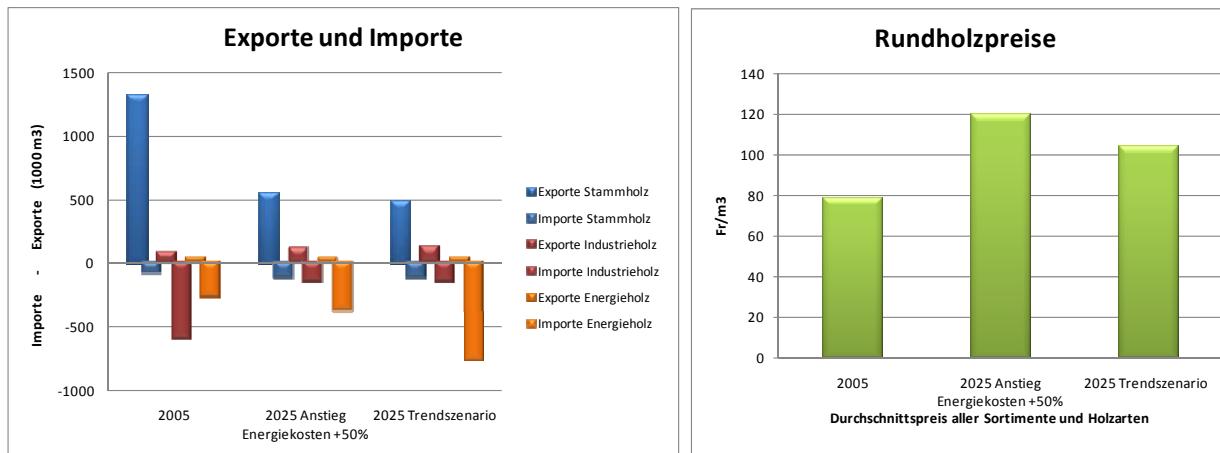


Abb. 72: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.2.4 Fazit

Aus der durchgeführten Szenarioanalyse „Anstieg der Energiekosten“ lassen sich folgende Befunde ableiten:

- **Ein 50%-Anstieg des Ölpreises bewirkt gegenüber dem Trendszenario einen um 13% höheren Energieholzpreis.** Bei der Variante Preisanstieg +50% steigt der Nadelenergieholzpreis gegenüber dem Trendszenario von 109.40 Fr/m<sup>3</sup> auf 124.00 Fr/m<sup>3</sup> (entspricht einem Anstieg von +13.3%), der Laubenergieholzpreis steigt von 141.00 Fr./m<sup>3</sup> auf 159.90 Fr/m<sup>3</sup> (+13.4%).
- **Der höhere Energieholzpreis bewirkt eine 6% grösse Energieholzmarktmenge.** Beim gesamten Energieholz wird 2025 eine Menge von 6.40 Mio. m<sup>3</sup>. (Variante Preisanstieg +25%) respektive 6.53 Mio. m<sup>3</sup> (Variante Preisanstieg +50%) prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 6.16 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +3.8% (respektive +6.0%).
- **Den grössten Beitrag zur Energieholzmengensteigerung leistet das Laubenergieholz, welches um 14% ansteigt.** Im Vergleich mit dem Trendszenario erhöht sich die Laubenergieholzmenge von 2.25 Mio. m<sup>3</sup> auf 2.56 Mio. (Variante Preisanstieg +50%), was einer Zunahme um +13.8% entspricht
- **Die Marktmenge von Waldholz steigt 5% stärker als beim Trendszenario.** Für die Variante +50% wird beim gesamten Waldholz 2025 eine Menge von 9.07 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 8.62 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +5.2%.
- **Bei einem Ölpreisanstieg um 50% wird das Waldholznutzungspotenzial zu 100% ausgeschöpft.** Bei der Variante +25% werden 98%, bei der Variante +50% 100% des gesellschaftspolitischen Nutzungspotenzials des Schweizer Waldes ausgeschöpft.
- **Durch das grösse inländische Energieholzangebot verringern sich die Energieholzimporte um 50%.** Bei der Variante Preisanstieg +50% verringern sich die Energieholzimporte aufgrund des inländischen Mehrangebots von 0.76 auf 0.38 Mio. m<sup>3</sup>, was exakt einer Halbierung entspricht.

### 6.3.3 Szenario 3: Sturmereignis

#### 6.3.3.1 Szenarioformulierung

Dieses Szenario simuliert eine Diskontinuität. Sturmereignisse, in ihrer Intensität vergleichbar mit Vivian, Lothar und dem anderthalbfachen Lothar, generieren im Jahre 2025 grosse Schadholzmengen.

Abgestützt auf Überlegungen des Projektteams werden folgende szenariotechnischen Annahmen definiert:

- a. Das Szenario berücksichtigt drei Sturmvarianten.
- b. Das Ereignisdatum aller drei Sturmvarianten ist der 1. Januar 2025.

- c. Es wird die Marktsituation des Jahres 2025 simuliert, also demjenigen Jahr, welches von der Sturmsituation am stärksten beeinflusst wird<sup>72</sup>.
- d. Bei den Varianten Vivian und Lothar werden für Sturmholzmengen, Käferholzmengen, Erntekosten und Schnittholzimportpreisen die historischen Werte aus den Jahren eingesetzt, in denen der Holzmarkt am stärksten sturmbeeinflusst war<sup>73</sup>.
- e. Die Schnittwarenproduktion unterscheidet sich von den historischen Werten. Grundlage für deren Bestimmung ist der Wert des Jahres 2025 des Trendszenarios.
- f. Das Marktverhalten der Marktteilnehmer im Jahre 2025 wird unverändert vom Trendszenario übernommen (Stufe 3, elastisches Marktverhalten). Es unterscheidet sich damit vom Marktverhalten zu Zeiten von Vivian und Lothar.
- g. Bei der Variante anderthalbfache Anfallsmenge wie Lothar werden die unter c. genannten Größen aus der Variante Lothar abgeleitet.
- h. Die geographische Lage der betroffenen Sturmflächen ist nicht vorgegeben. Das dynamische Holzmarktmodell greift auf die modelleigenen vergangenheitsbasierten Kennwerte zurück (vgl. Kapitel 5.4.5).
- i. Die Baumartenzusammensetzung des Sturmschadholzes ist ebenfalls nicht vorgegeben. Auch hier greift das dynamische Holzmarktmodell auf die modelleigenen vergangenheitsbasierten Kennwerte zurück (siehe vorherigen Kapitelverweis).

### 6.3.3.2 Ergebnisse der Einflussanalyse

Modellbasis bei diesem Szenario ist das ökonometriegestützte Modell, da Parameter wie Sturmholzmengen und Kalamitätsholzmengen nur über dieses Modell abgebildet werden können. Das Ergebnis der Einflussanalyse ist in der Tab. 42 dargestellt. In Einklang mit den szenariotechnischen Annahmen wird hier keine eigentliche Einflussanalyse von Einflussgrößen vorgenommen, sondern es werden historische Daten direkt eingesetzt. So wurden beispielsweise mit den zukünftigen Werten der Laub- und Nadelholzimportpreise dieselben Importpreisänderungen wie in den Jahren 1990 bzw. 2000 abgebildet. Bei der Variante anderthalbfacher Lothar wurden die Werte von Lothar jeweils als Ausgangswerte übernommen und, wo notwendig, an die grösste Sturmholzmenge angepasst.

In den letzten drei Spalten sind die neuen Ausprägungen der Modelleingangsparameter aufgeführt, die zur weiteren Berechnung der Varianten in das dynamische Holzmarktmodell eingegeben werden können.

<sup>72</sup> Ein Sturmholzereignis wirft eine bestimmte Menge Sturmholz, dadurch entsteht ein Holzlager, welches sich aus Tot- und Lebendholz zusammensetzt. Im ersten Jahr nach dem Sturm ist dieses Lager am grössten, in den Folgejahren wird es durch die Holznutzung kontinuierlich abgebaut, bis es nach einigen Jahren ganz abgebaut ist. Im Szenario wird das erste Jahr nach dem Sturm simuliert.

<sup>73</sup> Vivian fand am 27. und 28. Februar 1990 statt, das am stärksten betroffene Jahr war 1990. Lothar fand am 26. Dezember 1999 statt, hier ist das am stärksten betroffene Jahr das Jahr 2000.

Tab. 42: Einflussmatrix für die Szenarioanalyse.

	Ausprägung Trendszenario 2025	Ausprägung 2025 Variante Vivian	Ausprägung 2025 Variante Lothar	Ausprägung 2025 Variante anderthalbfacher Lothar
MEP 1: Sturmholz und Schneedruck	760.0	4'900.0	12'500.0	18'750.0
MEP 2: Käferholz	507.0	60.0	126.0	189.0
MEP 3: Durchschnittliche Erntekosten	92.0%	92.0%	88.0%	88.0%
MEP 4: Schnittwarenproduktion Nadelholz Inland	169.6%	195.0%	190.0%	190.0%
MEP 5: Schnittwarenproduktion Laubholz Inland	95.0%	107.5%	101.4%	101.4%
MEP 6: Schnittholzimportpreis Nadelholz	130.0%	143.0%	130.0%	130.0%
MEP 7: Schnittholzimportpreis Laubholz	130.0%	130.0%	164.3%	164.3%

### 6.3.3.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse der Szenariovarianten werden in den folgenden Unterkapiteln individuell dargestellt. Bei diesem Szenario handelt es sich nicht um einen kontinuierlichen Verlauf vom Ausgangsjahr bis zum Jahre 2025, sondern um eine Diskontinuität. Auf die Darstellung der Entwicklung vom Ausgangsjahr zum Zieljahr wird deshalb verzichtet, jedoch wird der Vergleich zwischen Sturmsituation 2025 und Trendsituation 2025 dargestellt.

#### 6.3.3.3.1 Variante Sturmstärke Vivian

Die hier betrachtete, ausformulierte Szenariovariante lautet: Ein Sturmereignis, in der Intensität vergleichbar mit Vivian, generiert im Jahre 2025 grosse Schadholzmengen.

Die Ergebnisse bezüglich der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 73, die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 74 dargestellt. In Abb. 75 sind die Aussenhandelsströme und die Rundholzpreise abgebildet. Weitere Hinweise zu den in den Abbildungen dargestellten Informationen sind im Kapitel 6.3.1.3 enthalten.

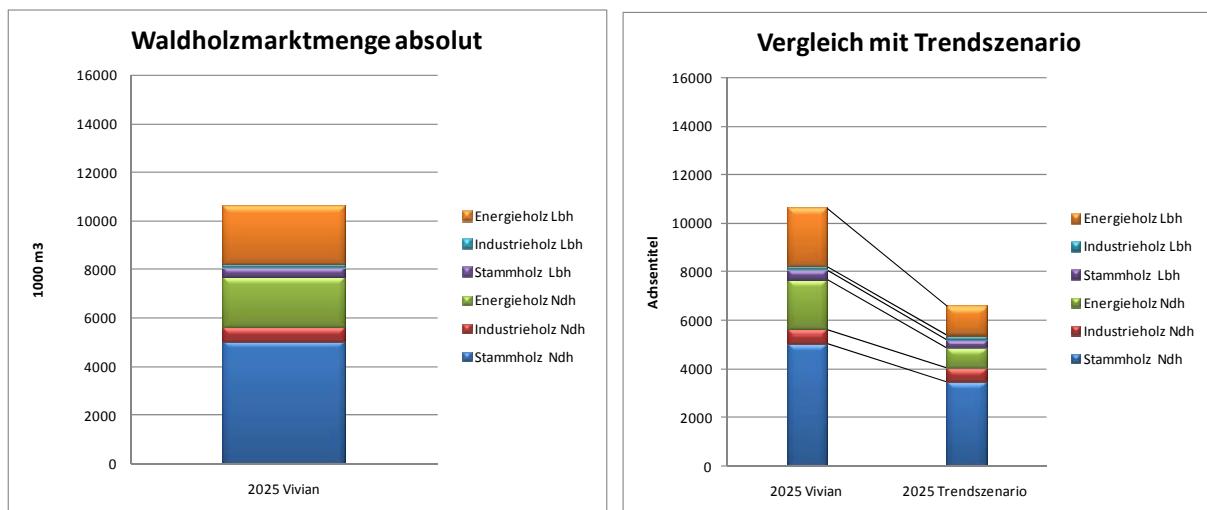


Abb. 73: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ

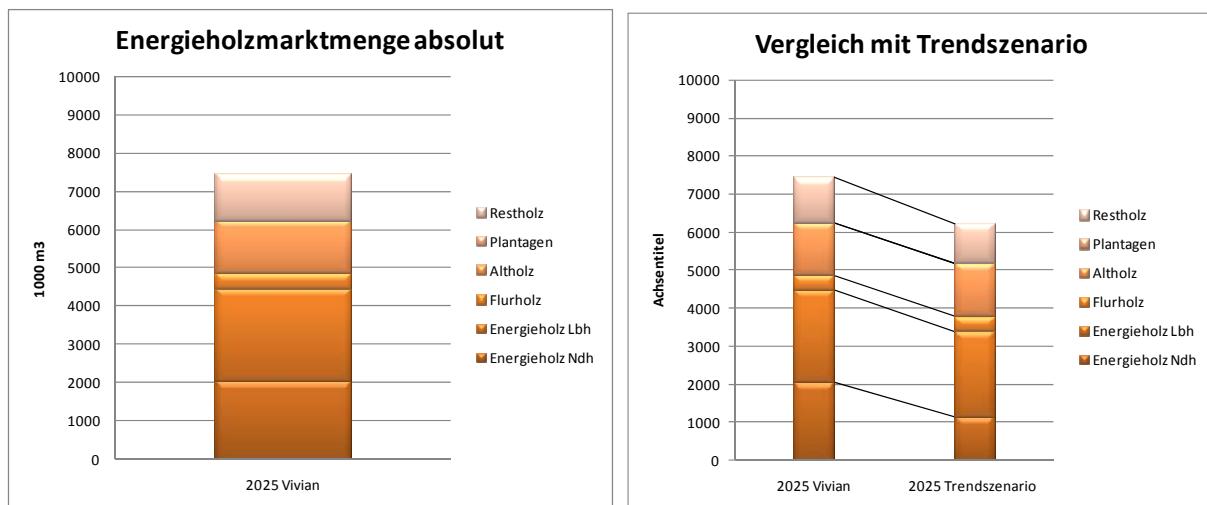


Abb. 74: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

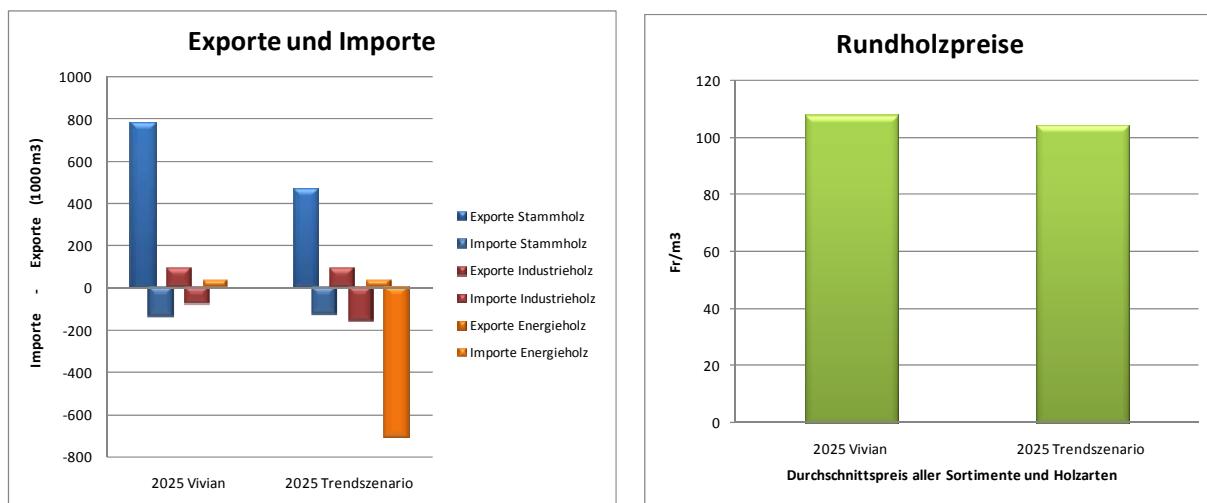


Abb. 75: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.3.3.2 Variante Sturmstärke Lothar

Die hier betrachtete, ausformulierte Szenariovariante lautet: Ein Sturmereignis, in der Intensität vergleichbar mit Lothar, generiert im Jahre 2025 grosse Schadholzmengen.

Die Ergebnisse bezüglich der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 76, die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 77 dargestellt. In Abb. 78 sind die Aussenhandelsströme und die Rundholzpreise aufgeführt.

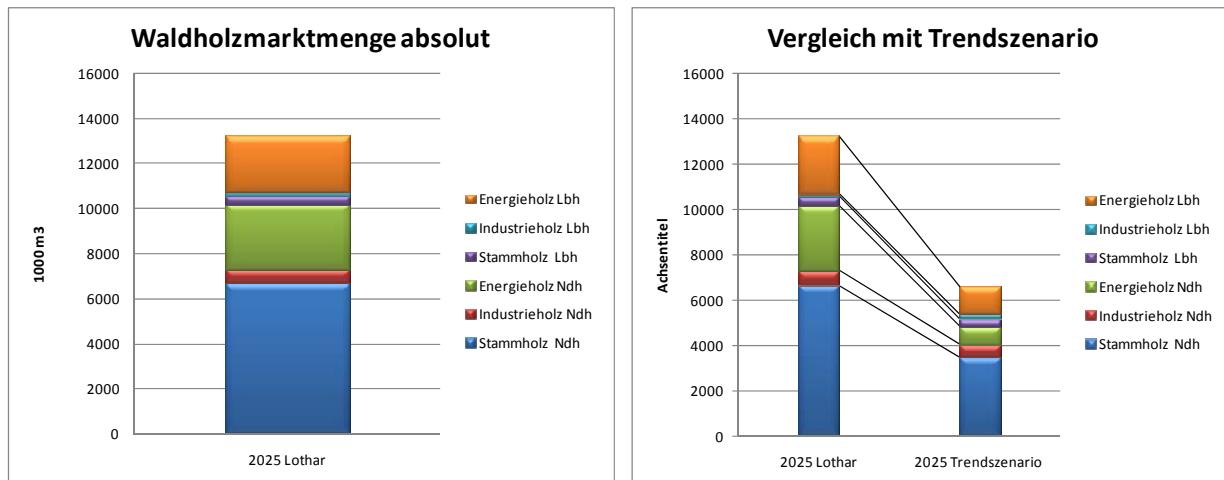


Abb. 76: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ

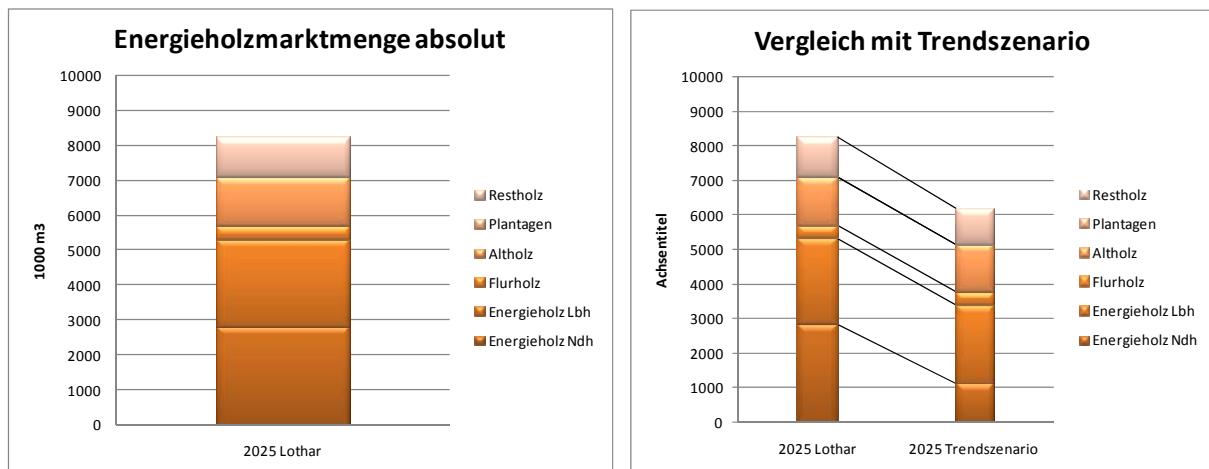


Abb. 77: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

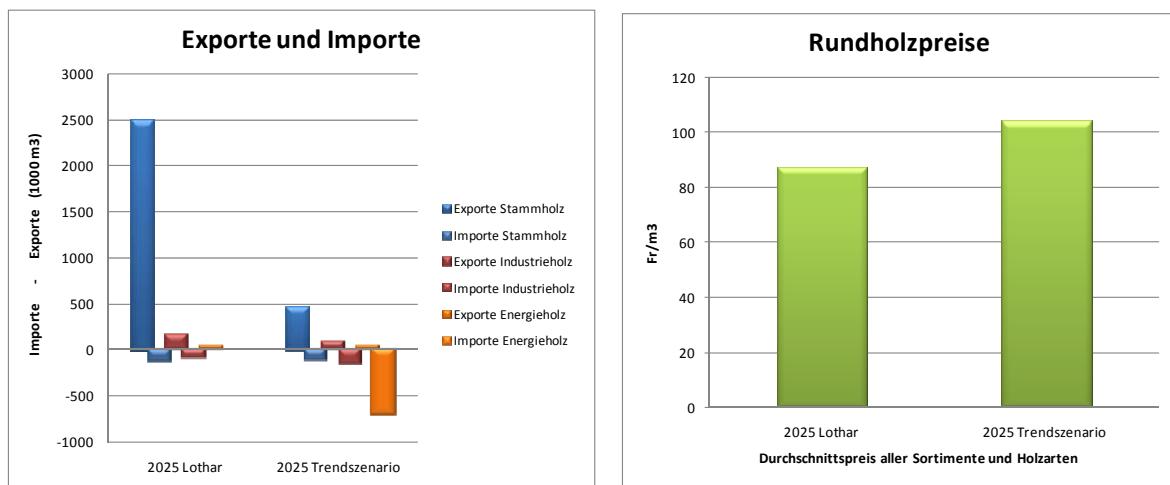


Abb. 78: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

#### 6.3.3.3 Variante Sturmstärke anderthalbfacher Lothar

Die hier betrachtete, ausformulierte Szenariovariante lautet: Ein Sturmereignis, in der Intensität vergleichbar mit den anderthalbfachen Lothar, generiert im Jahre 2025 grosse Schadholzmengen.

Die Ergebnisse bezüglich der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 78, die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 79 dargestellt. In Abb. 80 sind die Aussenhandelsströme und die Rundholzpreise aufgeführt.

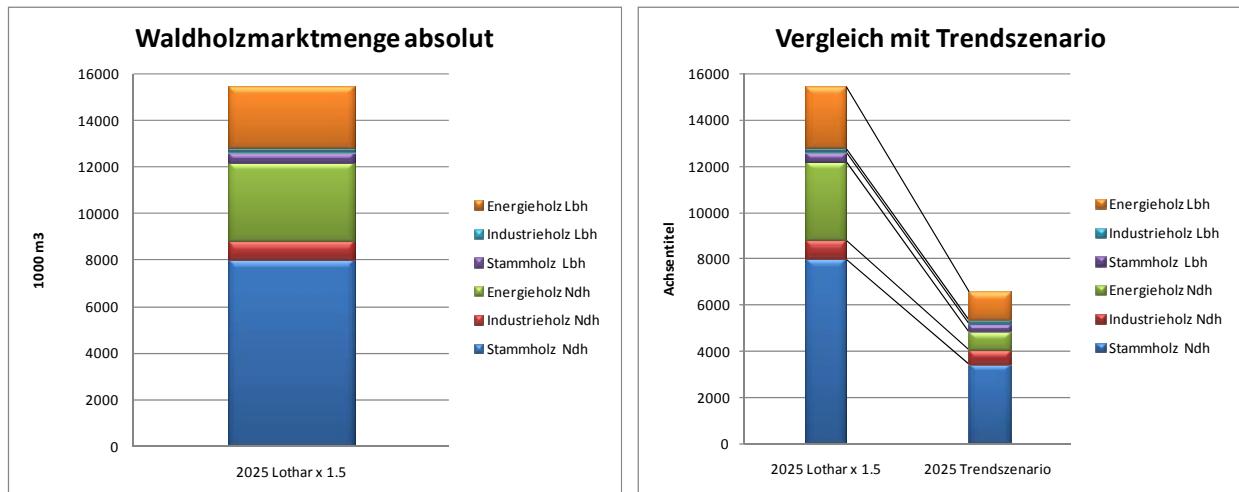


Abb. 79: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

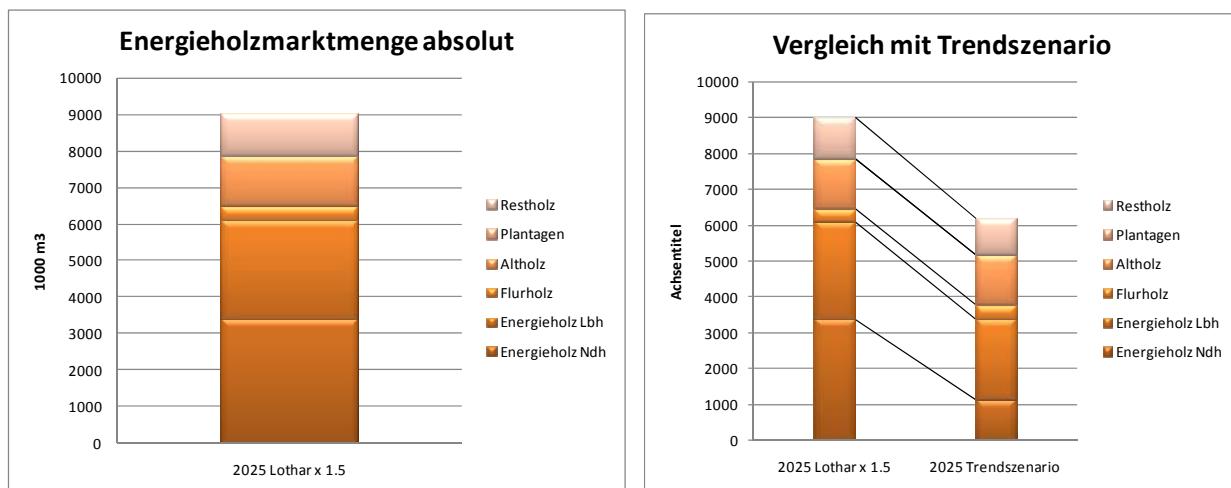


Abb. 80: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

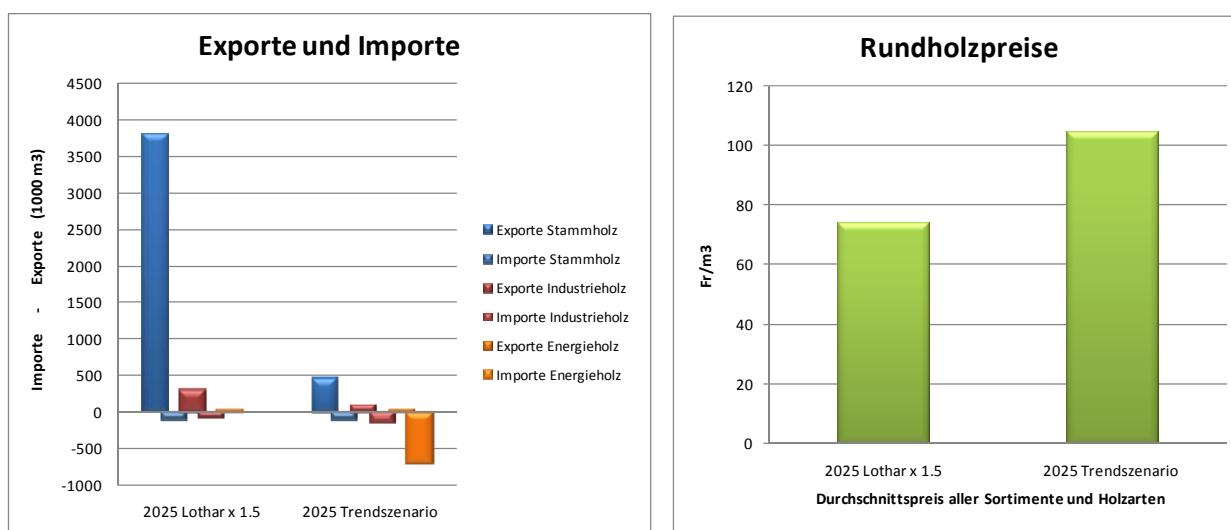


Abb. 81: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.3.4 Fazit

Aus der durchgeführten Szenarioanalyse „Sturmereignis“ lassen sich folgende Befunde ableiten:

- Alle betrachteten Sturmvarianten lassen die Holznutzung im Schweizer Wald kurzfristig über das gesellschaftspolitische Nutzungspotenzial hinaus schnellen. In dem vom am Sturm am stärksten betroffenen Jahr (2025) steigt die Waldholzmarktmenge stark an, bei der Variante Vivian auf 10.7 Mio. m<sup>3</sup>, bei der Variante Lothar auf 13.2 Mio. m<sup>3</sup> und bei der Variante anderthalbfacher Lothar auf 15.5 Mio. m<sup>3</sup>. Alle diese Werte liegen über dem gesellschaftspolitischen Nutzungspotenzial.
- Bei einem Sturm im Jahre 2025 würde ein grösserer Anteil der geworfenen Schadholzmenge genutzt als bei vergleichbaren Ereignissen vor der Jahrhundertwende. Ein Vergleich mit den historischen Waldholzmengen von Vivian (8.1 Mio. m<sup>3</sup>) und Lothar (12.5 Mio. m<sup>3</sup>) zeigt die Mengensteigerung aufgrund des nutzungsfreundlicheren Umfelds auf.

- **Innerhalb der genutzten Waldholzmenge legt das Sortiment Nadelstammholz gegenüber dem Trendszenario mit +1.57 bis +4.52 Mio. m<sup>3</sup> am stärksten zu.** Beim Sortiment Nadelstammholz werden 2025 folgende Mengen prognostiziert: Trendszenario 3.48 Mio. m<sup>3</sup>, Variante Vivian 5.05 Mio. m<sup>3</sup>, Variante Lothar 6.68 Mio. m<sup>3</sup>, Variante anderthalbfacher Lothar 8.00 Mio. m<sup>3</sup>.
- **Die Sturmvarianten haben gegenüber dem Trendszenario um 0.3 bis 3.3 Mio. m<sup>3</sup> erhöhte Stammholzexporte zur Folge.** Bezüglich den Stammholzexporten wird gegenüber dem Trendszenario kurzfristig eine starke Zunahme prognostiziert: bei Variante Vivian auf 0.79 Mio. m<sup>3</sup> (+68%), bei Variante Lothar auf 2.50 Mio. m<sup>3</sup> (+432%) und bei Variante anderthalbfacher Lothar auf 3.80 Mio. m<sup>3</sup> (+708%).
- **Die betrachteten Sturmvarianten verursachen kurzfristig eine um 20-45% grössere Marktmenge von inländischem Energieholz.** Gegenüber dem Trendszenario werden kurzfristig deutlich höhere Energieholzmarktmengen prognostiziert: bei Variante Vivian 7.44 Mio. m<sup>3</sup> (+20%), bei Variante Lothar 8.27 Mio. m<sup>3</sup> (+33%) und bei Variante anderthalbfacher Lothar 9.02 Mio. m<sup>3</sup> (+45%).
- **Das grössere inländische Angebot an Energieholz lässt den Import von Energieholz vorübergehend überflüssig werden.** Die im Trendszenario prognostizierten Energieholzimporte von 0.71 Mio. m<sup>3</sup> schrumpfen in allen Sturmvarianten theoretisch auf 0.0 Mio. m<sup>3</sup>.
- **Ein Sturmereignis mit der Intensität von Lothar (oder noch höher) würde die Preise im Folgejahr um mindestens 16% einbrechen lassen.** Es wird prognostiziert, dass bei der Variante Vivian die Waldholzpreise im Folgejahr nach dem Sturm gegenüber dem Trendszenario kaum beeinflusst werden, jedoch bei der Variante Lothar und anderthalbfacher Lothar stark sinken werden (um -16% bzw. -29%). Zum Vergleich: Historisch war im Folgejahr nach Lothar (im Jahr 2000) ebenfalls eine Preissenkung zu beobachten (um -14%).

### 6.3.4 Szenario 4: Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Schnittwaren und Holzwerkstoffen

#### 6.3.4.1 Szenarioformulierung

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Schnittwaren und Holzwerkstoffen steigt gegenüber dem Trendszenario um 10% an.

Abgestützt auf vergangenheitsbezogene Daten, Expertenaussagen<sup>74</sup> und Überlegungen des Projektteams werden folgende szenariotechnischen Annahmen definiert:

- a. Der Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Schnittwaren und Holzwerkstoffen bewirkt in der inländischen Schnittwaren- und Holzwerkstoffproduktion eine Mengensteigerung im Verhältnis 1:1.
- b. Die angesprochene Mengensteigerung bei Schnittwaren- und Holzwerkstoffproduktion wird zur Mengenentwicklung des Trendszenarios hinzuaddiert.<sup>75</sup>

<sup>74</sup> Besprechung mit Dr. Matthias Dieter

- c. Die Verbrauchssteigerung bezieht sich sowohl auf Nadel- wie auch auf Laubholz.
- d. Die grössere Nachfrage verursacht eine leichte Preissteigerung bei importierter Schnittware.

### 6.3.4.2 Ergebnisse der Einflussanalyse

Modellbasis bei diesem Szenario ist das ökonometriegestützte Modell, da der Parameter Einschnittkapazität der Sägereien nur über dieses Modell abgebildet wird.

Das Ergebnis der Einflussanalyse ist in Tab. 39 dargestellt. Als Einflussfaktor wirkt in diesem Szenario die inländische Schnittwarenproduktion. Die dem Szenario zugrundeliegenden Impact-Werte der MEP 4-7 sind in Übereinstimmung mit den szenariotechnischen Annahmen gesetzt. Die Cross impacts wurden berücksichtigt (leichte Erhöhung des MEP 3-Wertes, aufgrund der Mehrnutzung von Waldholz in wenig erschlossenen Gebieten wird ein geringer Anstieg der Holzerntekosten angenommen).

Tab. 39: Einflussmatrix für die Szenarioanalyse.

Ausprägung Trendszenario 2025	Einflussfaktor 1: Inländische Schnittwarenproduktion	Neue Ausprägung 2025
	Veränderung: +10.0%	
	i-Werte:	
MEP 1: Sturmholz und Schneedruck	760.0	0
MEP 2: Käferholz	507.0	0
MEP 3: Durchschnittliche Erntekosten	92.0%	+0.1
MEP 4: Schnittwarenproduktion Nadelholz Inland	169.6%	+1.0
MEP 5: Schnittwarenproduktion Laubholz Inland	95.0%	+1.0
MEP 6: Schnittholzimportpreis Nadelholz	130.0%	+0.1
MEP 7: Schnittholzimportpreis Laubholz	130.0%	+0.1

### 6.3.4.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse bezüglich der Entwicklungen der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 82, die Ergebnisse bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 83 dargestellt. In Abb. 84 sind die Entwicklungen der Aussenhandelsströme und die Entwicklungen der Rundholzpreise aufgeführt. Weitere Hinweise zu den in den Abbildungen dargestellten Informationen sind im Kapitel 6.3.1.3 enthalten.

<sup>75</sup> Das Trendszenario prognostiziert bei der Schnittwarenproduktion eine Steigerung von +70%.

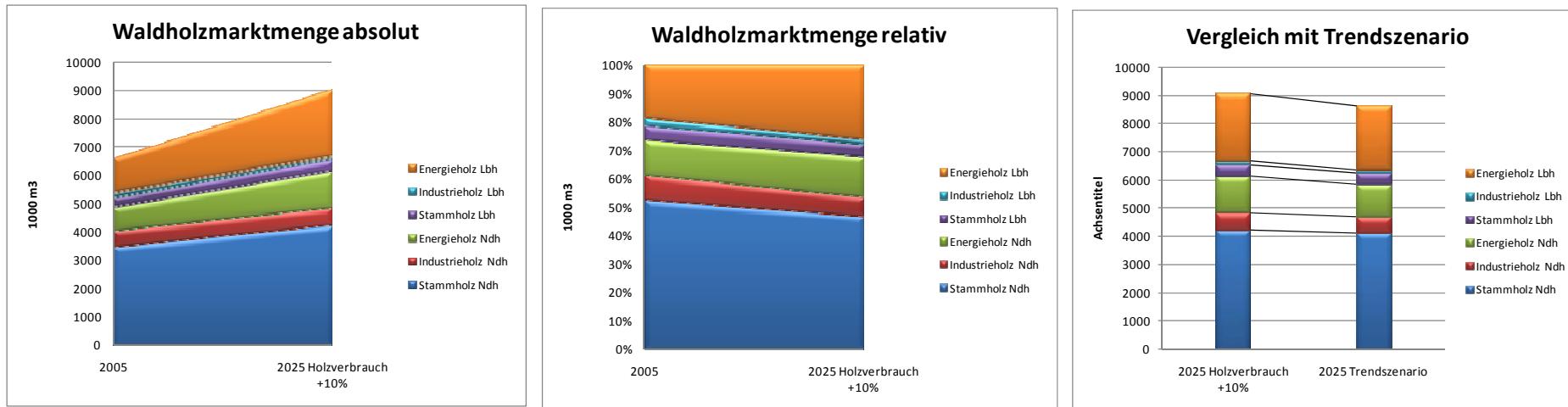


Abb. 82: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

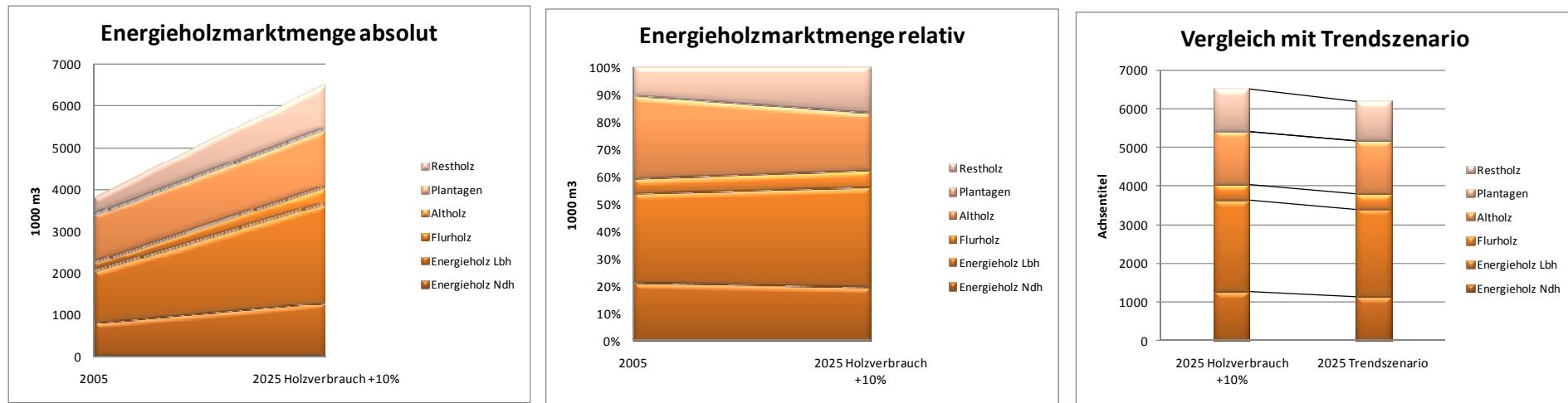


Abb. 83: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

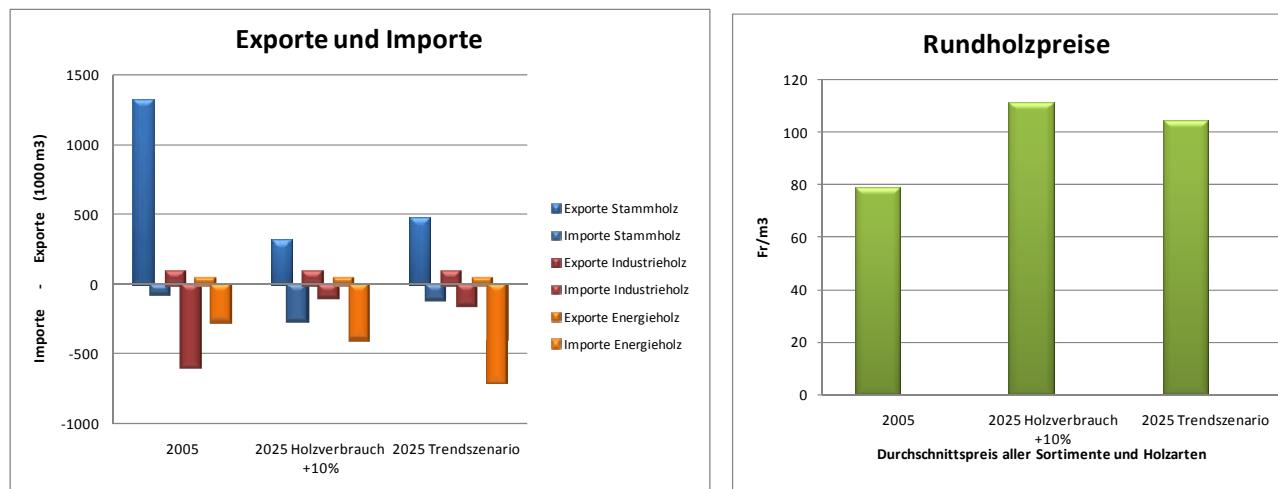


Abb.84: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

#### 6.3.4.4 Fazit

Aus der durchgeföhrten Szenarioanalyse „Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Schnittwaren und Holzwerkstoffen“ lassen sich folgende Befunde ableiten:

- **Die Marktmenge von Waldholz steigt um 5.1% stärker als beim Trendszenario.** Beim gesamten Waldholz wird 2025 eine Menge von 9.06 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 8.62 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +5.1%.
- **Bei einem Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Schnittwaren und Holzwerkstoffen um 10% ist die Grenze des inländischen Nutzungspotenzials erreicht.** Die Szenariointerpretation mit einem Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs um 20% ergibt keine Mehrmengen beim inländischen Waldholzangebot.
- **Der Waldholzpreis steigt gegenüber dem Trendszenario um +6.7%.** Der durchschnittliche Waldholzpreis über alle Sortimente fällt mit 111.40 Fr./m<sup>3</sup> um 6.7% höher aus als beim Trendszenario (104.40 Fr./m<sup>3</sup>).
- **Die Energieholzmarktmenge steigt um 5.8% stärker an als beim Trendszenario.** Beim gesamten Energieholz wird 2025 eine Menge von 6.52 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 6.16 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +5.8%. Der grösste Beitrag zur Mengensteigerung leistet dabei das Laubenergieholz.
- **Die Holzaussenhandelsbilanz wird gegenüber dem Trendszenario ausgeglichener.** Gegenüber dem Trendszenario werden um 0.15 Mio. m<sup>3</sup> geringere Stammholzexportmengen, um 0.14 Mio. m<sup>3</sup> grössere Stammholzimportmengen sowie um 0.31 Mio. m<sup>3</sup> geringere Energieholzimporte prognostiziert.

#### 6.3.5 Szenario 5: Verstärkter Anstieg der globalen Holzpreise

##### 6.3.5.1 Szenarioformulierung

Die globalen Waldholzpreise steigen an, um zusätzliche 10 % gegenüber dem Trendverlauf.

Abgestützt auf Expertenaussagen<sup>76</sup> und Überlegungen des Projektteams werden folgende szenariotechnischen Annahmen definiert:

- a. Beim Trendszenario wird bereits davon ausgegangen, dass der globale Waldholzpreis steigt. Bei diesem Szenario steigt der globale Waldholzpreis um zusätzliche 10% gegenüber dem Trendszenario an.
- b. Es wird eine enge und direkte Waldholzmarktverflechtung mit dem Ausland angenommen. Der zusätzliche 10%-Anstieg der globalen Waldholzpreise wird im Verhältnis 1:1 auf die inländischen Waldholzpreise abgebildet.
- c. Vom Preisanstieg sind alle inländischen Waldholzsortimente betroffen.

<sup>76</sup> Besprechung mit Dr. Matthias Dieter

- d. Die inländisch nachgefragte Waldholzmenge bleibt gegenüber dem Trendszenario unverändert. Die Werte der inländische Nachfragemengen bezüglich Stamm-, Industrie- und Energieholz werden aus dem Trendszenario übernommen.

### 6.3.5.2 Ergebnisse der Einflussanalyse

Modellbasis bei diesem Szenario ist das expertengestützte Modell, da die in diesem Szenario relevanten Waldholzpreise nur über dieses Modell abgebildet werden können. Das Ergebnis der Einflussanalyse ist in der Tab. 40 dargestellt. Als Einflussfaktor wirkt in diesem Szenario der durchschnittliche globale Waldholzpreis. In Übereinstimmung mit den szenario-technischen Annahmen wurden die Impact-Werte jeweils auf +1.00 gesetzt. Weitere Anpassungen der Impact-Werte aufgrund von Cross impacts machen in diesem Szenario keinen Sinn, weil die szenario-technischen Annahmen alle Preise umfassend definieren.

Tab. 40: Einflussmatrix für die Szenarioanalyse.

Ausprägung Trendszenario 2025	Einflussfaktor 1: Durchschnittlicher globaler Rundholzpreise	Neue Ausprägung 2025	
	Veränderung: +10.0%		
	i-Werte:		
MEP 1: Preis Nadelstammholz	127.0%	+1.00	139.7%
MEP 2: Preis Nadelindustrieholz	110.0%	+1.00	121.0%
MEP 3: Preis Nadelenergieholz	146.0%	+1.00	160.6%
MEP 4: Preis Laubstammholz	110.0%	+1.00	121.0%
MEP 5: Preis Laubindustrieholz	107.0%	+1.00	117.7%
MEP 6: Preis Laubenergieholz	149.0%	+1.00	163.9%

### 6.3.5.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse bezüglich der Entwicklungen der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 85, bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 86 dargestellt. In Abb. 87 sind zuerst die Entwicklungen der Außenhandelsströme, dann die Entwicklungen der Rundholzpreise, dargestellt. Weitere Hinweise zu den in den Abbildungen dargestellten Informationen sind im Kapitel 6.3.1.3 enthalten.

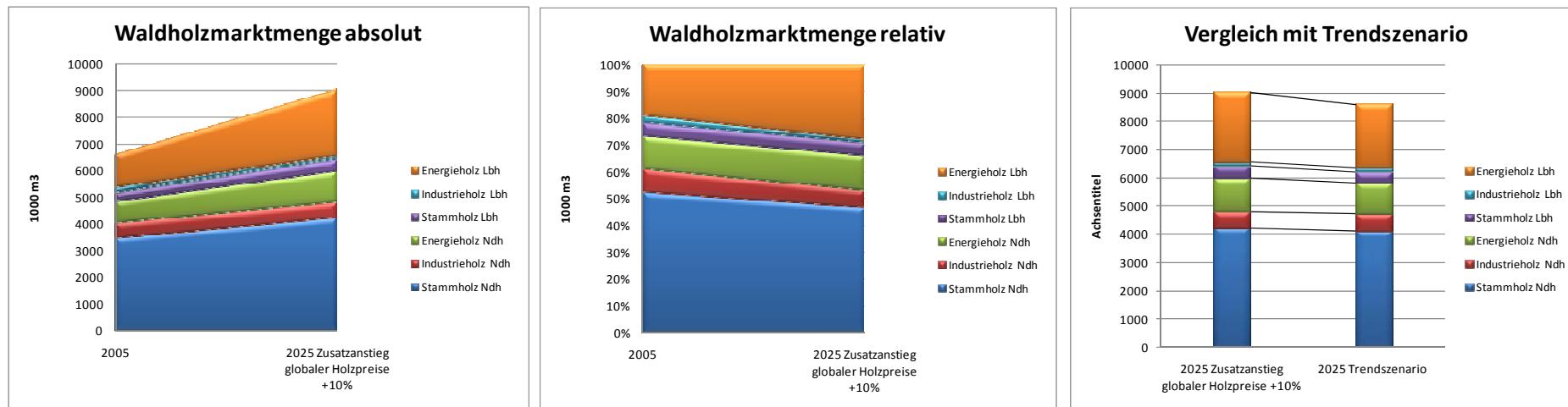


Abb. 85: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

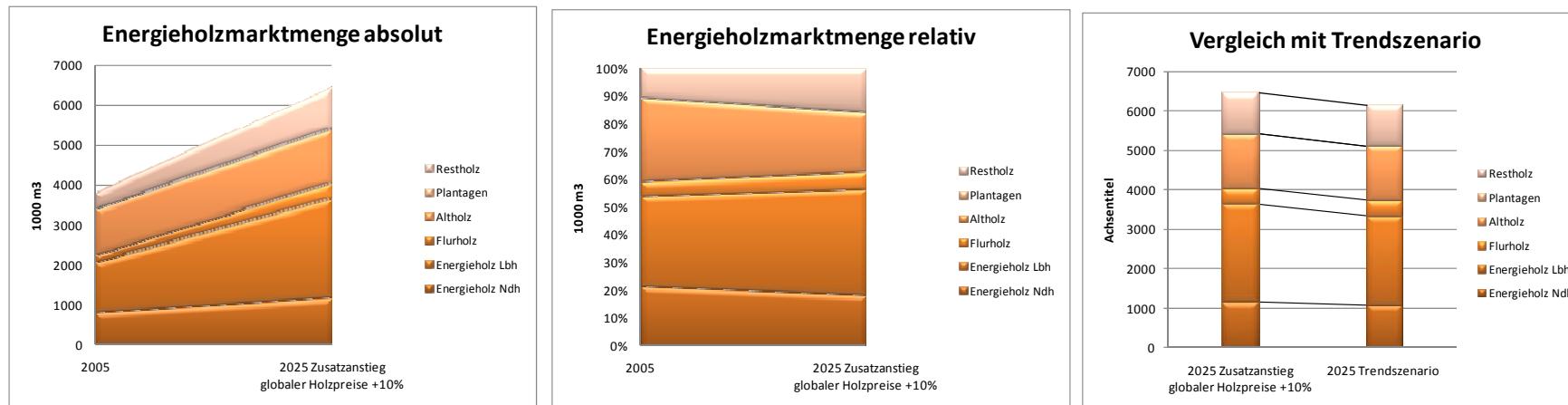


Abb. 86: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

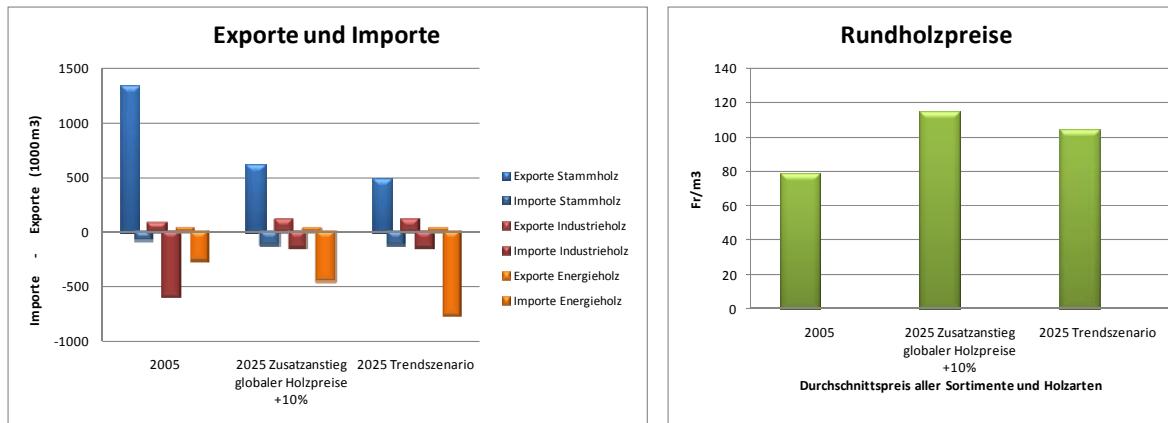


Abb. 87: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.5.4 Fazit

Aus der durchgeführten Szenarioanalyse „Verstärkter Anstieg der globalen Holzpreise“ lassen sich folgende Befunde ableiten:

- **Die Marktmenge von Waldholzmenge steigt um 5.1% stärker als beim Trendszenario.** Beim gesamten Waldholz wird 2025 eine Menge von 9.06 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 8.62 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +5.1%.
- **Bei einem Anstieg der globalen Waldholzpreise um 10% ist die Grenze des inländischen Nutzungspotenzials erreicht.** Die Berechnung mit einem Anstieg der globalen Waldholzpreise um 20% ergibt keine Mehrmengen beim inländisch genutzten Waldholz.
- **Die Marktmenge von Energieholz steigt um 4.9% stärker an als beim Trendszenario.** Beim gesamten Energieholz wird 2025 eine Menge von 6.46 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 6.16 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +4.9%. Der grösste Beitrag zur Mengensteigerung leistet dabei das Laubenergieholz.
- **Der Energieholzbedarf kann fast vollständig aus der Inlandproduktion gedeckt werden.** Beim Waldholzaussenhandel im Jahre 2025 werden bei diesem Szenario, gegenüber dem Trendszenario, bedeutende Abweichungen prognostiziert: die Stammholzexporte sind deutlich umfangreicher (+0.13 Mio. m<sup>3</sup> oder +27%), die Energieholzimporte fallen deutlich geringer aus (-0.31 Mio. m<sup>3</sup> oder -40%).

### 6.3.6 Szenario 6: Neues Grosswägewerk in der Schweiz

#### 6.3.6.1 Szenarioformulierung

**Ein neues Grosswägewerk mit 1 Mio. m<sup>3</sup> Einschnittleistung erhöht die landesweite Gesamteinschnittleistung**

Abgestützt auf Aussagen der Projektauftraggeber, Expertenaussagen<sup>77</sup> und Überlegungen des Projektteams werden folgende szenariotechnischen Annahmen definiert:

- a. Es handelt sich um ein Nadelholz verarbeitendes Grosswägewerk, welches im Jahr 2015 in Betrieb gesetzt wird.
- b. Im Trendszenario wird bereits eine Zunahme des Nadelholzeinschnittes prognostiziert. Die Einschnittleistung des neuen Grosswägewerks vergrössert diese Zunahme um eine Million m<sup>3</sup>.
- c. Die Laubholzeinschnittleistung entwickelt sich gemäss dem Trendszenario.

#### 6.3.6.2 Ergebnisse der Einflussanalyse

Modellbasis bei diesem Szenario ist das ökonometriegestützte Modell, da der in diesem Szenario wichtige Parameter Einschnittskapazität der Sägereien nur über dieses Modell abgebildet werden kann. Das Ergebnis der Einflussanalyse ist in der Tab. 41 dargestellt. Als einziger Einflussfaktor wirkt in diesem Szenario die inländische Schnittwarenproduktion.

<sup>77</sup> Besprechung mit Dr. Matthias Dieter

Eine Erhöhung der Einschnittpkapazität von +1 Million m<sup>3</sup> gegenüber dem Trendszenario entspricht einer Erhöhung von 25%, bezogen auf den Ausgangswert des Trendszenarios (Anhebung von 3.86 auf 4.86 Mio. m<sup>3</sup> Nadelholzeinschnittpkapazität).

Die Cross impacts wurden berücksichtigt (leichte Erhöhung des MEP 3-Wertes, wegen der Mehrnutzung von Waldholz in wenig erschlossenen Gebieten wird ein geringer Anstieg der Holzerntekosten angenommen).

Tab. 41: Einflussmatrix für die Szenarioanalyse.

Ausprägung Trendszenario 2025	Einflussfaktor 1: Inländische Schnittwarenproduktion		Neue Ausprägung 2025	
	Veränderung: +25.5%			
	i-Werte:			
MEP 1: Sturmholz und Schneidruck	760.0	0	760	
MEP 2: Käferholz	507.0	0	507	
MEP 3: Durchschnittliche Erntekosten	92.0%	+0.08	93.9%	
MEP 4: Schnittwarenproduktion Nadelholz Inland	169.6%	+1.00	212.8%	
MEP 5: Schnittwarenproduktion Laubholz Inland	95.0%	0	95.0%	
MEP 6: Schnittholzimportpreis Nadelholz	130.0%	0	130.0%	
MEP 7: Schnittholzimportpreis Laubholz	130.0%	0	130.0%	

### 6.3.6.3 Ergebnisse der Szenariointerpretation

Die Ergebnisse bezüglich der Entwicklungen der Waldholzmarktmengen sind in Abb. 88, bezüglich Energieholzmarktmengen in Abb. 89 dargestellt. In Abb. 90 sind zuerst die Entwicklungen der Außenhandelsströme, dann die Entwicklungen der Rundholzpreise dargestellt. Weitere Hinweise zu den in den Abbildungen dargestellten Informationen sind im Kapitel 6.3.1.3 enthalten.

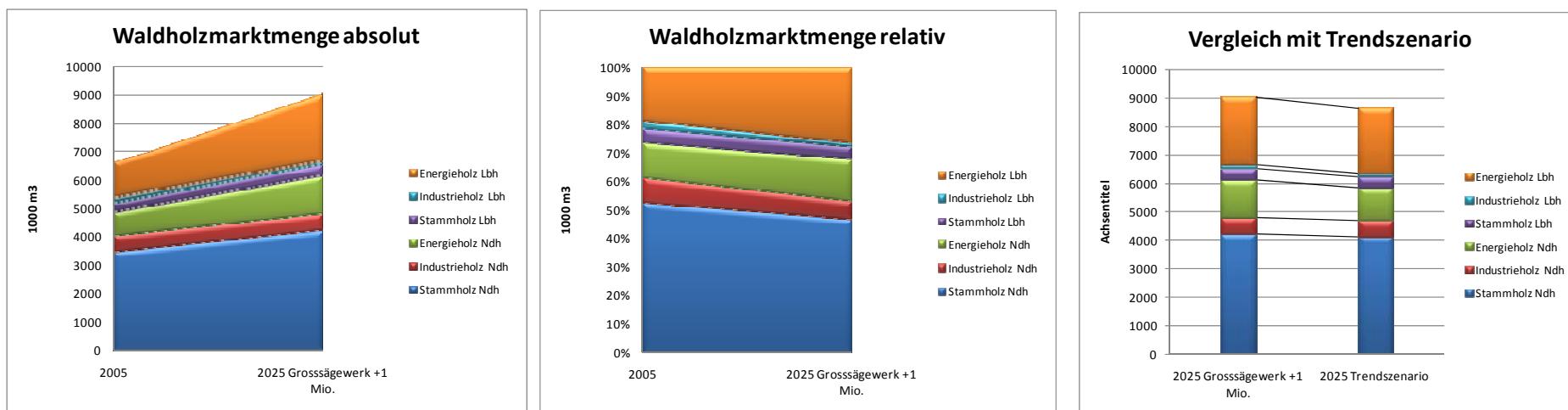


Abb. 88: Geschätzte Waldholzmarktmenge, absolut und relativ.

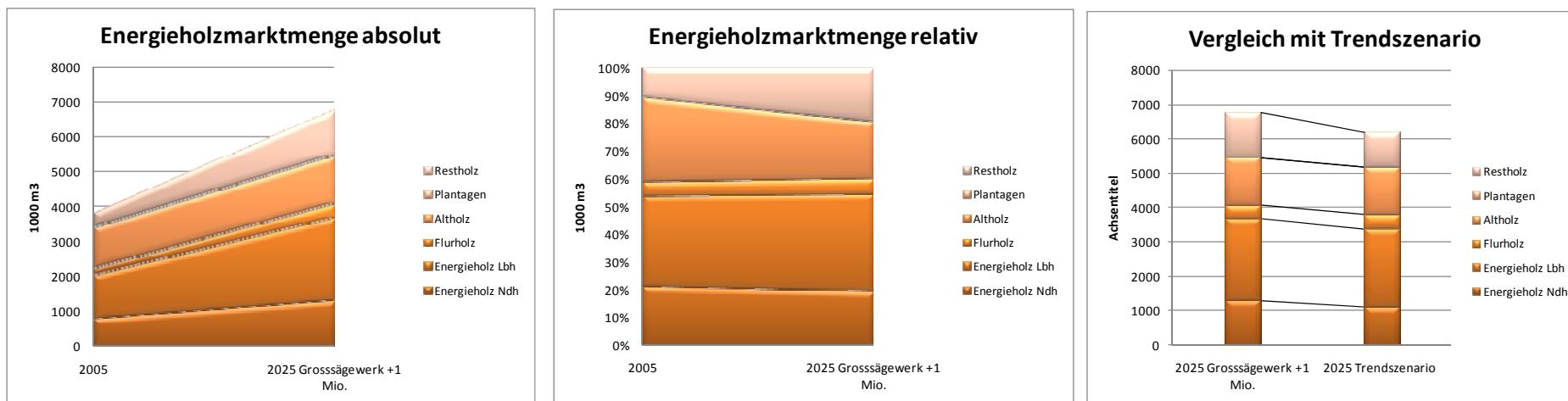


Abb. 89: Geschätzte Energieholzmarktmenge, absolut und relativ.

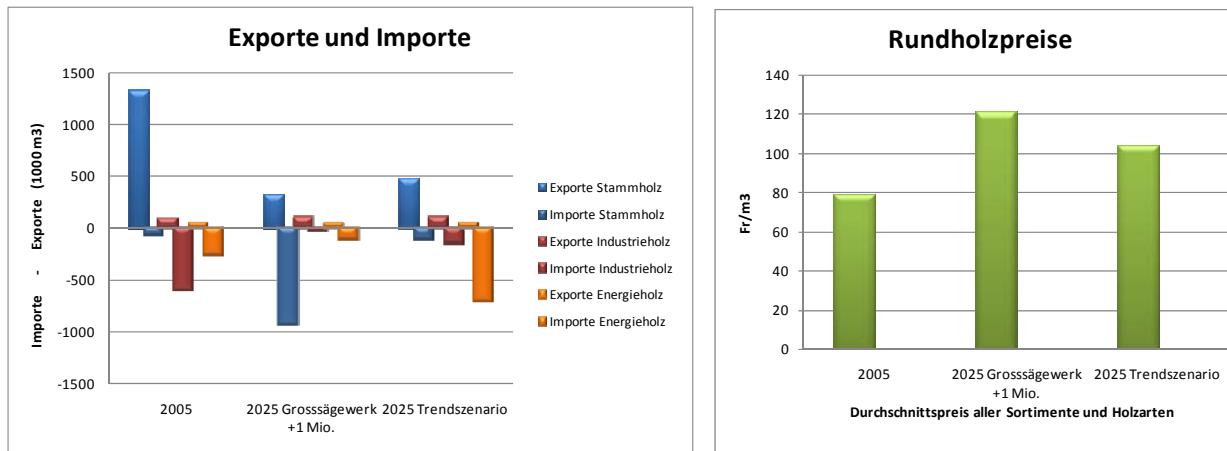


Abb. 90: Geschätzte Import- und Exportmengen (links). Geschätzte Rohholzpreise (rechts).

### 6.3.6.4 Fazit

Es folgt eine Auflistung wichtiger Befunde aus den Ergebnissen des Szenarios Neues Grosswägewerk in der Schweiz:

- **Der Waldholzpreis steigt gegenüber dem Trendszenario um 16%.** Der durchschnittliche Waldholzpreis über alle Sortimente wird mit 121.15 Fr./m<sup>3</sup> höher prognostiziert als beim Trendszenario (104.40 Fr./m<sup>3</sup>).
- **Die Nutzungsmenge der Schweizer Waldwirtschaft steigt auf 9.06 Mio. m<sup>3</sup>.** Beim gesamten Waldholz wird 2025 eine Marktmenge von 9.06 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Damit wird das gesellschaftspolitische Nutzungspotenzial des Schweizer Waldes zu ganz ausgeschöpft. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 8.62 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +5.1%.
- **Die verstärkte Nutzung lässt die Energieholzmarktmenge aus inländischer Produktion auf 6.80 Mio. m<sup>3</sup> ansteigen.** Beim gesamten Energieholz wird 2025 eine Menge von 6.80 Mio. m<sup>3</sup> prognostiziert. Gegenüber der Menge des Trendszenarios 2025 von 6.16 Mio. m<sup>3</sup> entspricht dies einer Mengensteigerung von +10.3%. Der grösste Beitrag zur Mengensteigerung gegenüber dem Trendszenario leistet dabei mit +0.19 Mio. m<sup>3</sup> das Nadelenergieholz.
- **Im Gegensatz zum Trendszenario, wo die Schweiz ein Stammholz-Nettoexportland ist, wird sie im vorliegenden Szenario zum Stammholz-Nettoimportland.** Gegenüber dem Trendszenario schrumpfen die Stammholzexporte von 0.47 Mio. m<sup>3</sup> auf 0.33 Mio. m<sup>3</sup>, wachsen die Stammholzimporte von 0.13 Mio. m<sup>3</sup> auf 0.94 Mio. m<sup>3</sup> und schrumpfen die Energieholzimporte von 0.71 Mio. m<sup>3</sup> auf 0.13 Mio. m<sup>3</sup>.

## 7 Schlussfolgerungen

In den folgenden Ausführungen werden die wichtigsten Erkenntnisse aus der Methodik und den Resultaten der Szenarioanalysen zusammenfassend diskutiert. Die Beeinflussung der künftigen Marktentwicklung durch die erwartete Verhaltensänderung der Marktteilnehmer und der grundsätzliche politische Handlungsspielraum bezüglich des künftigen Rohholzaufkommens werden aufgezeigt. Daraus werden konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet.

### 7.1 Dynamisches Holzmarktmodell und Szenariobildung

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Methodik und die abgeleiteten Erkenntnisse aus den szenariotechnischen Analysen des Schweizer Rohholzmarktes werden in den folgenden zwei Kapiteln zusammenfassend diskutiert.

#### 7.1.1 Bewertung und Erkenntnisse aus der Methodik

##### 7.1.1.1 Quantitative Marktanalyse (ökonometrische Analyse)

Die quantitative Analyse des Schweizer Holzmarktes hat nur teilweise zum erwarteten Ergebnis geführt. Hauptziel der ökonometrischen Analyse war die Identifizierung sensitiver Einflussparameter des Holzangebotes und der Holznachfrage sowie die Schätzung von Elastizitäten zur Bildung eines dynamischen Marktmodells. Obschon keine eindeutigen Schätzfunktionen gefunden werden konnten, gab die Zeitreihenanalyse dennoch wertvolle Hinweise über das bisherige Marktverhalten der Marktteilnehmer. Zudem konnten die sensitiven Einflussparameter des Holzangebotes und der Holznachfrage bestimmt werden.

Als ein Hauptgrund, weshalb keine eindeutigen Schätzungen bestimmt und folglich auch keine zuverlässigen Elastizitäten geschätzt werden konnten, wird die Verhaltensänderung der Marktteilnehmer (insbesondere der Anbieter) im Verlauf des Analysezeitraums von 1985 bis 2005 vermutet. Mangels alternativer Ansätze erscheint die gewählte Methode jedoch durchaus sinnvoll, um zumindest die sensitiven Einflussparameter auf den Holzmarkt zu identifizieren.

##### 7.1.1.2 Experteninterviews

Um die Erkenntnisse aus der quantitativen Marktanalyse zu verifizieren und die künftige Marktentwicklung besser einschätzen zu können, wurden Experteninterviews geführt. Die gewonnenen Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen leisteten einen wichtigen Beitrag, um das vorliegende Holzmarktmodell zu erarbeiten. Die Expertengespräche lieferten viele wertvolle Erkenntnisse über die Mechanismen des Holzmarktes, die z.B. für die Dekomposition der künftigen Holzmengen auf die Empfängerbranchen verwendet wurden. Zudem konnten die Elastizitäten eingeschätzt werden. Hierzu waren wiederum die vorab gewonnenen Kenntnisse aus der Ökonometrie hilfreich, die als Diskussionsgrundlage dienten.

Die Erkenntnisse aus der Marktanalyse lassen vermuten, dass die Anbieter und Nachfrager ihre Verkaufs- und Einkaufspläne nicht nur aufgrund von rationalen Überlegungen planen. Diese Aspekte und ihre Auswirkungen auf den Holzmarkt können am besten durch Marktexperten eingeschätzt werden. Somit können die durchgeföhrten Experteninterviews als zielführend und als wichtiges Element für die Modellerarbeitung sowie zur Plausibilisierung der Modellergebnisse beurteilt werden.

Insgesamt hat sich vor allem die Kombination der beiden methodischen Ansätze, eine ökonometrische Zeitreihenanalyse mit Expertengesprächen, als sinnvoll erwiesen.

### 7.1.1.3 Szenariotechnik

Mit Hilfe der Szenariotechnik wurden mehrere Ereignisszenarien im Hinblick auf die Entwicklung des Schweizer Holzmarkts entwickelt. Der Analysezeitraum wurde dabei von 2005 bis 2025 festgesetzt.

Bei der Analyse wurde, in Berücksichtigung der Datenlage und der Komplexität des Vorhabens, ein kombiniert intuitiver/modellgestützter Ansatz verfolgt. Die Szenarien wurden deskriptiv entwickelt. Die Einflussanalyse wurde mittels linearer Wirkungsfunktionen durchgeführt. Die Detektion von Wirkungsbeziehungen sowie ihre Quantifizierung wurden, soweit möglich, auf statistische Auswertungen abgestützt. Zusätzlich wurden diese Ergebnisse mit Expertenbefragungen plausibilisiert und präzisiert. Bei der Szenariointerpretation wurde das vorab entwickelte dynamische Holzmarktmodell eingesetzt.

Die im Rahmen der Studie erarbeitete szenariotechnische Modellierung hat sich als zielführend erwiesen. Der Modellrahmen sollte in Zukunft immer wieder validiert, verfeinert und präzisiert werden. Dies kann aufgrund der kontinuierlich neu zur Verfügung stehenden Holzmarktdaten, aber auch durch weitere Marktanalysen, beispielsweise durch Befragungen, geschehen. Dadurch können vor allem jene marktlichen Veränderungen neu bewertet werden, die sich aus der vermuteten Änderung des Marktverhaltens der Anbieter des Waldholzmarktes ergeben. Stehen genügend Daten zur Verfügung, kann die szenariotechnische Methode weiterentwickelt werden, wobei folgende Entwicklungsschritte angestrebt werden können:

- Schritt von einem kombiniert intuitiv/modellgestützten Ansatz hin zu rein modellgestütztem Ansatz,
- Ersatz von linearen Wirkungsfunktionen hin zu komplexeren Funktionen.

### 7.1.2 Synthese und abgeleitete Erkenntnisse aus den Ergebnissen der Modellbildung und der Szenarioanalyse

Mit der Entwicklung eines dynamischen Holzmarktmodells wurde Neuland betreten, da bisher weder in der Schweiz noch in den Nachbarländern ein vergleichbares Modell existiert. Mit dem Modell wurde der Schritt von einer reinen ex post-Betrachtung vergangener marktlicher Zusammenhänge hin zu einer ex ante-Analyse möglicher künftiger Marktentwicklungen vollzogen. Die Präzision der Modellprognosen wird sich in Zukunft an der realen Marktentwicklung bewerten lassen. Eine Bewertung der Modellpräzision wird ab dem Zeitpunkt sinnvoll, an dem zuverlässige Marktdaten bis nahe an das Zieljahr 2025 verfügbar sind.

Die Identifikation und Quantifizierung der Wirkungsbeziehungen im Rahmen der Modellentwicklung stellte sich als grösste Herausforderung heraus. Sie mussten über mehrere miteinander kombinierte Ansätze entwickelt werden. Die Anwendung und Kombination statistischer Analysen, Expertenbefragungen und die Annahme linearer Wirkungsbeziehungen erscheinen im Rückblick für die erstmalige Erarbeitung eines derartigen Modells angemessen.

#### 7.1.2.1 Der Waldholzmarkt und seine beeinflussenden Parameter

Mit Hilfe der Marktanalyse wurden die sensiblen Einflussparameter, die das Holzangebot und die Holznachfrage bestimmen, isoliert. Die künftige Waldholzmarktmenge hängt von der Entwicklung der aufgezeigten, sensiblen Einflussparameter ab. Damit können nun auch Überlegungen angestellt werden, wie die künftige Marktentwicklung hinsichtlich eines bestimmten Ziels beeinflusst werden kann.

Für die Politik und die Branche stellen sich somit zwei Fragen. Erstens: Welche Einflussparameter können wie beeinflusst werden? Und zweitens: Mit welchen der identifizierten Parameter kann die grösste Mengen- und Preisreaktion auf dem Markt erzielt werden?

### **Welche Einflussparameter können beeinflusst werden?**

Als wichtigste marktbeeinflussende Parameter wurden die Holzerntekosten, nicht kompensierbare Kalamitäten, der Schnittholzimportpreis sowie die Verarbeitungskapazitäten der Sägeindustrie identifiziert. Das Auftreten von Kalamitäten kann grundsätzlich nicht beeinflusst werden. Orkanartige Stürme treten in unterschiedlichen zeitlichen Abständen auf. Auch die anfallenden Mehrmengen durch Käferholzkalamitäten, insbesondere nach einem Sturm, können nur geringfügig durch rasches Aufarbeiten des Sturmholzes reduziert werden. Der darauf folgende Preiszerfall auf dem Markt, bedingt durch das Überangebot, kann je nach Anfallsmenge nur geringfügig durch Einrichten von Nasslagern oder einen koordinierten Export abgeschwächt werden. Zudem haben die Erkenntnisse früherer Katastrophenereignisse gezeigt, dass die Anbieterseite zu zersplittet ist, um die hierfür erforderliche solidare Zusammenarbeit zu gewährleisten. Somit ist eine Marktbeeinflussung im eigentlichen Sinne nur bedingt möglich.

Die Entwicklung der Verarbeitungskapazitäten der Sägeindustrie kann durch die Schaffung von geeigneten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen positiv beeinflusst werden. Dazu gehören wirtschaftsfreundliche Gesetzgebungen und Verordnungen, tiefe Steuerbelastungen sowie gute Verkehrsanschlüsse. Hauptgründe für das Entstehen zusätzlicher Sägewerkskapazitäten sind ein Absatzmarkt mit Zukunftspotenzial sowie eine kontinuierliche Rohstoffversorgung. Diese beiden Parameter lassen sich nur indirekt durch Forschung und Entwicklung, Werbemassnahmen sowie Informationsinstrumente beeinflussen.

Auf Rundholz und Schnittholz werden keine Importzölle erhoben. Durch eine Erhebung von Importzöllen könnte der Schnittholzimportpreis beeinflusst werden. Dieser Schritt ist jedoch politisch nicht sinnvoll und auch nicht verhältnismässig. Die Schweiz tritt für einen freien internationalen Handel ein. Mit einer Erhebung von Importzöllen würden dieses Bestreben und die internationalen Handelsabkommen verletzt. Eine solche Massnahme würde international zudem auf grossen Widerstand stossen und auch einen grossen administrativen Aufwand nach sich ziehen. Eine Beeinflussung der Schnittholzimportpreise erscheint deshalb nicht sinnvoll.

Die Holzerntekosten sind indirekt beeinflussbar. Sie sind z.B. abhängig vom gewählten Verfahren und der Hiebsgrösse sowie von den im Rahmen der Wertschöpfung entstehenden Transaktionskosten. Mehr als drei Viertel der gesamten Holzerntekosten werden durch die Verfahrensauswahl festgelegt. Kommt ein suboptimales Verfahren zur Anwendung, sind die Kosten bei noch so effizientem Mitteleinsatz bereits zu mehr als drei Viertel vorgegeben. Somit muss der Verfahrensauswahl ein grosser Stellenwert beigemessen werden, wenn die Holzerntekosten gesenkt werden sollen. Schätzungen der Autoren gehen davon aus, dass nur etwa 70% des geernteten Holzes in der Schweiz derzeit mit dem „Bestverfahren“ geerntet wird. Hierbei muss jedoch erwähnt werden, dass bei dieser Einschätzung die vorhandenen betrieblichen Strukturen zu berücksichtigt sind. Sind diese ineffizient, z.B. da der Betrieb über falsche betriebliche Ressourcen verfügt, so ist das gewählte „Bestverfahren“ lediglich unter den vorhandenen Rahmenbedingungen die beste Lösung. Pudak (2005) stellte bereits fest, dass durch die kleinstrukturierten Verhältnisse in der Schweizer Waldwirtschaft in der Holzernte hohe Transaktionskosten entstehen. Sie resultieren beispielsweise aus höheren Akquisekosten sowie einem höheren Koordinationsaufwand bei eigentumsübergreifenden Maschineneinsätzen.

Aus den bisherigen Ausführungen ergeben sich nun zwei Ansätze, um die Holzerntekosten indirekt zu beeinflussen.

1. Durch gezielte Aus- und Weiterbildung sowie flankierende Massnahmen (z.B. durch Fachartikel in forstlichen Publikationsorganen) können Entscheidungsträger dazu animiert werden, ihre betriebliche Wertschöpfungstiefe zu optimieren und stets das tatsächlich mögliche „Bestverfahren“ zu wählen.
2. Durch eine Verbesserung der betrieblichen Strukturen, z.B. durch die Schaffung grösserer Betriebseinheiten, können die Transaktionskosten gesenkt und damit die Holzerntekosten indirekt gesenkt wurden.

### **Mit welchen der identifizierten Parameter kann die grösste Mengen- und Preisreaktion auf dem Markt erzielt werden?**

Die Marktreaktion bei der Änderung eines sensitiven Einflussparameters ergibt sich aus der prozentualen Änderung des Einflussparameters multipliziert mit der Einflussstärke des Parameters (Elastizität). Es stellt sich also nicht nur die Frage wie elastisch die Marktreaktion bezogen auf einen Einflussparameter ist, sondern zugleich die Frage, welche der Parameter auch ein entsprechendes Entwicklungs- bzw. Veränderungspotenzial aufweisen. Wenn die bestimmten Einflussparameter auf deren Elastizität hin untersucht werden, reagiert der Waldholzmarkt am stärksten auf Veränderungen der Verarbeitungskapazität der Sägeindustrie. Eine 1%ige Erhöhung der Verarbeitungskapazitäten führt zu einer relativen Mengenänderung von 0.38 und einer relativen Preisänderung von 0.5. Im Vergleich führt eine 1%ige Erhöhung der Holzerntekosten zu einer relativen Mengenänderung von -0.086 und ebenfalls zu einer relativen Preisänderung von 0.5. Um die Mengenreaktion miteinander zu vergleichen wird folgendes Beispiel herangezogen. Eine Halbierung der derzeitigen Holzerntekosten (-50%) würde zu einer Mengenerhöhung auf dem Markt um 4% führen. Dies entspricht einer Holzmenge von ca. 0.3 Mio. m<sup>3</sup>. Um die gleiche Marktreaktion durch die Veränderung der Verarbeitungskapazität hervorzurufen, müsste die Einschnittskapazität um ca. 11% gesteigert werden. Dies entspricht einer Verarbeitungskapazität von ca. 0.5 Mio. m<sup>3</sup>. Eine Erhöhung der Verarbeitungskapazität ist auch aus volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll, da die Wertschöpfung im Inland bleibt und Arbeitsplätze geschaffen werden. Eine Erhöhung des Holzhalbwarensubstitutionspreises (Schnittholzimportpreis) führt zu einer vergleichbaren Mengenreaktion wie bei einer Veränderung der Holzerntekosten (relative Mengenänderung 0.087). Die Preisreaktion fällt dagegen deutlich geringer aus (relative Preisänderung 0.159). Vorangehende Ausführungen haben jedoch gezeigt, dass von einer Beeinflussung des Importpreises für Schnittholz abzuraten ist.

### **Entwicklung der Sortimentsanteile an der Waldholznutzung**

Alle Szenarien gehen von tendenziell steigenden Holzpreisen aus. Bei einem prozentual gleichmässigen Preisanstieg der Holzsortimente, nimmt der Energieholzanteil an der Nutzung zu. Grund dafür sind die höheren Preiselastizitäten des Energieholzmarktes im Vergleich zum Stamm- und Industrieholzmarkt (vgl. Tab. 42). Der Anstieg beim Laubholz ist noch deutlicher als beim Nadelholz. Beim Nadelholz führt der Anstieg des Energieholzanteils zu einem leichten Rückgang des Stammholzanteils. Der Industrieholzanteil nimmt dagegen, deutlich ab. Beim Laubholz steigt der Energieholzanteil vor allem auf Kosten des Industrieholzanteils. Auch der Stammholzanteil nimmt aufgrund der geringeren Preiselastizität gegenüber Energieholz leicht ab.

Tab. 42: Preiselastizitäten der Nadel- und Laubholzmärkte.

Nadelholzmarkt	Preiselastizität
Nadelstammholzmarkt	0.370
Nadelindustrieholzmarkt	0.000
Nadelenergieholzmarkt	0.478

Laubholzmarkt	Preiselastizität
Laubstammholzmarkt	0.9
Laubindustrieholzmarkt	-3.00
Laubenergieholzmarkt	1.265

Steigen die Energiekosten (Erdöl, Strom) stärker als erwartet an, hat dies insbesondere mittel- bis langfristig deutliche Auswirkungen auf die Energieholzanteile an der Nutzung und somit auch deutliche Mehrmengen von Energieholz zur Folge. Die Wirkung der höheren Preiselastizität des Energieholzes im Vergleich zu Stamm- und Industrieholz wird durch die stärkere relative Preiserhöhung beim Energieholz zusätzlich verstärkt.

### 7.1.2.2 Entwicklung des Angebots- und Nachfrageverhaltens auf dem Waldholzmarkt

Die Ergebnisse der Marktanalyse und der Expertenbefragungen lassen einen künftigen Wandel beim Marktverhalten der Marktteilnehmer vermuten. Insbesondere auf der Anbieterseite wird ein Wandel zu stärker preiselastischem Verhalten erwartet. Somit werden die Holzanbieter künftig Marktchancen vermehrt nutzen und ihr Angebot entsprechend ausrichten. Erfolgt der Verhaltenswandel schrittweise, ändern die Elastizitäten fortlaufend und nehmen dabei einen höheren Wert an. Das Anpassungsverhalten der Marktteilnehmer wird somit zunehmend elastischer (Abb. 91).

#### Entwicklung des prognostizierten Anbieterverhaltens auf dem Schweizer Waldholzmarkt 2005 – 2025

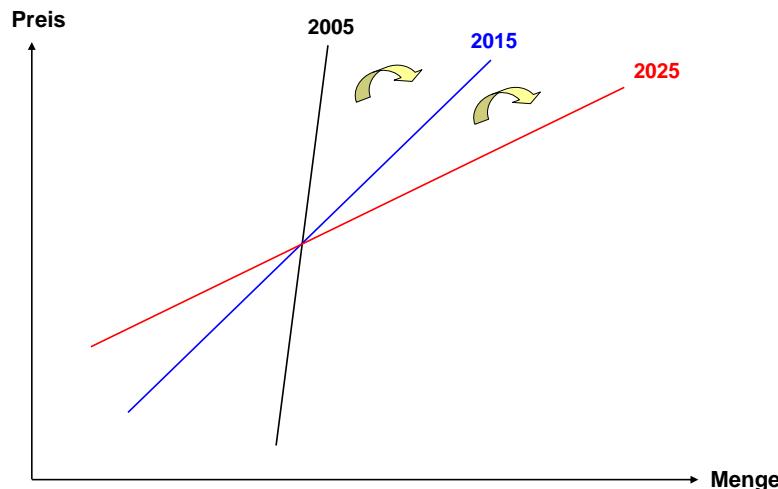


Abb. 91: Schematische Darstellung der prognostizierten Entwicklung des künftigen Anbieterverhaltens auf dem Waldholzmarkt der Schweiz.

Tritt diese Entwicklung wie erwartet ein, so haben Änderungen der sensitiven Einflussparameter künftig einen grösseren Effekt auf das Waldholzangebot als bisher. Sinken z.B. die Holzerntekosten kontinuierlich, dann wird die Rohholzmenge aktuell nur geringfügig, einige Jahre später aber spürbar ansteigen.

### 7.1.2.3 Grundsätzlicher Handlungsspielraum

#### Waldholz

Abb. 92 zeigt den grundsätzlichen Handlungsspielraum bezüglich der künftig zu erwartenden Waldholznutzung. Dieser ergibt aus der minimal und maximal zu erwartenden künftigen Waldholznutzung. Da im Rahmen der Szenarioanalyse keine „Worst-Case“ - Szenarios untersucht wurden, wird die minimale Nutzung durch die Erhaltung des „Status quo“ (Waldholznutzung 2005) festgelegt. Die Begrenzung des zu erwartenden Handlungsspielraums ergibt aus dem positiven Extrem-Szenario, hier in der Form des Szenarios „Anstieg der Energiekosten um 50%“ dargestellt. Neben marktlichen Mechanismen begrenzen jedoch auch natürliche Rahmenbedingungen die künftige Waldholznutzung. Wie bereits in Kap. 3 und Kap. 4 dargelegt, wurde die nachhaltige Nutzungsmenge im Rahmen der Modellüberlegungen auf 9.4 Mio. m<sup>3</sup>, anhand des „Gesellschaftspolitischen Potenzials“ nach Hofer et al.<sup>78</sup>, festgelegt. Kurzfristig ist eine Nutzung über der Nachhaltigkeitsgrenze, insbesondere über Vorratsabbau denkbar. Bei der Potenzialabschätzung nach Hofer blieb ein möglicher Vorratsabbau unberücksichtigt. Durch eine derartige Massnahme könnten – zumindest theoretisch – über Jahrzehnte hinweg enorme Zusatzmengen auf den Markt geworfen werden. Dies zeigen die Ergebnisse einer Studie des Ressorts forstliche Produktion der SHL, die demnächst veröffentlicht wird.

Beim „Trendszenario“ wird eine Steigerung der Waldholznutzung bis 2025 um 30% erwartet. Das nachhaltige Nutzungspotenzial wird somit voraussichtlich bereits zu 95% ausgeschöpft. Bei einem starken Anstieg der Energiekosten wird die nachhaltige Nutzungsmenge erreicht. Kurzfristig sind dann auch geringe Mehrnutzungen über der nachhaltigen Nutzungsgrenze denkbar.

Ausgehend von der Entwicklung des „Trendszenarios“ zeichnet sich innerhalb der kommenden zwei Jahrzehnte eine Annäherung der Waldholznutzung an das nachhaltig verfügbare Nutzungspotenzial ab, sofern keine Diskontinuitäten auftreten (Abb. 92).

#### Handlungsspielraum bezüglich der künftig zu erwartenden Waldholznutzung 2005 - 2025

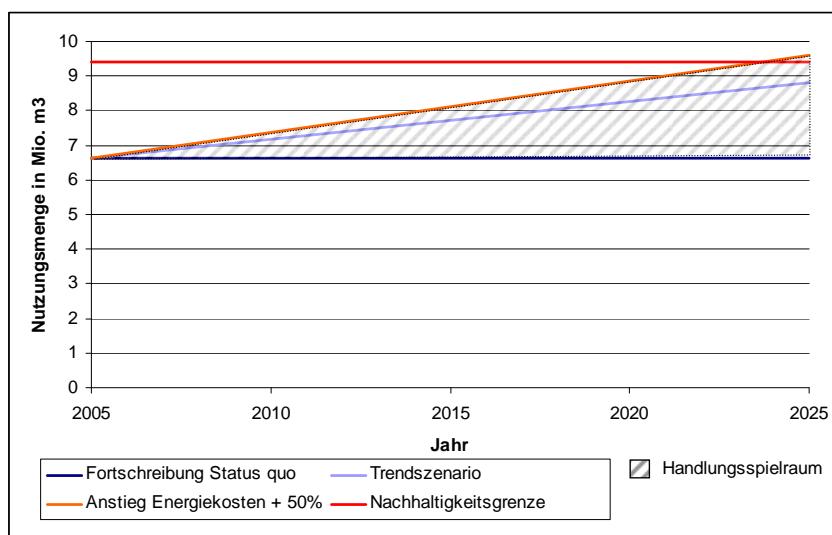


Abb. 92: Darstellung des Handlungsspielraums bezüglich der künftig zu erwartenden Waldholznutzung 2005 – 2025.

<sup>78</sup> Vgl. BAFU, 2007: Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI3. Bericht.

## Kaskadennutzung: Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung

Das Konzept der Kaskadennutzung des Holzes beinhaltet, dass Holz zuerst zu einem möglichst grossen Mengenanteil und während einer möglichst langen Dauer hochwertig stofflich genutzt wird, und erst danach einer energetischen Nutzung zugeführt wird. Der Vorteil einer derart gestalteten Holznutzung besteht in der weit besseren CO<sub>2</sub>-Bilanz als bei einer grossanteilig direkt energetischen Nutzung des Holzes. So wird ein positiver Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Gleichzeitig wird der Rohstoff Holz wirtschaftlich effizient genutzt und kann zu einer höheren volkswirtschaftlichen Wertschöpfung beitragen. Es stellt sich die Frage, ob und welcher Handlungsspielraum in Zukunft bezüglich der Umsetzung des Konzepts der Kaskadennutzung besteht.

Bei den Holzabgängen aus einem Bestand im Wald treten zwei Abgangsarten auf:

- a. Genutztes Holz und
- b. ungenutztes Totholz (ungenutzte, abgestorbene Bäume sowie aus Holzernte im Bestand verbleibendes Holz).

Das im Rahmen dieser Studie entwickelte Holzmarktmodell und die szenariotechnischen Analysen können fundierte und quantifizierte Aussagen zur Abgangsart a. (genutztes Holz) liefern, jedoch keine Aussagen zu b. (ungenutztes Totholz) machen. Eine quantifizierte Simulation des ungenutzten Totholzes würde den Rahmen dieser Studie sprengen. Das ungenutzte Totholz spielt aber aus Sicht der Kaskadennutzung eine bedeutende Rolle.

Ungenutztes Totholz zersetzt sich durch biologische Abbauprozesse innerhalb weniger Jahre und gibt dabei Kohlenstoff an die Atmosphäre ab. Dies ist aus Sicht der Kaskadennutzung doppelt ungünstig, weil der Kohlenstoff im Vergleich zu anderen Nutzungsarten rasch an die Atmosphäre abgegeben wird und weil aus diesem Holz keinerlei wirtschaftlichen Nutzen gezogen werden kann.

Aus den vorher genannten Gründen müssen sich die weiteren Überlegungen auf die Abgangsart a. (genutztes Holz) beschränken. Das genutzte Holz entspricht in der Terminologie dieser Studie dem Waldholz. Bei den Waldholzsortimenten verhält es sich so, dass das Sortiment Stammholz überwiegend einer stofflich hochwertigen und langdauernden Verwendung, Industrieholz einer stofflich weniger hochwertigen und weniger langdauernden und das Energieholz innerhalb kurzer Zeit einer energetischen Nutzung zugeführt wird. Aus der Perspektive der Kaskadennutzung soll der Anteil des Stammholzes möglichst gross, der Anteil des Energieholzes jedoch möglichst gering sein.

Verschiedene Faktoren beeinflussen das Gefüge der Anteile der Nutzungsarten:

- Angebotsbezogene Faktoren: Vorhandene Rohstoffvorräte, deren Qualitätsverteilung, erntetechnische Voraussetzungen und Möglichkeiten,
- Nachfragebezogene Faktoren: Grösse der Nachfrage nach Holzproduktkategorien, produktionstechnische Verhältnisse der holzverarbeitenden Branchen,
- Waldholzmarktbezogene Faktoren: Preisgefüge der Waldholzsortimente, Marktverhalten der Anbieter, Marktverhalten der Nachfrager (insbesondere Grenzzahlungsbereitschaft verschiedener holzverarbeitenden Branchen), Verhältnisse des Holzaussenhandels.

Die Ergebnisse aus der Szenarioanalyse zeigen auf, wie gross der quantitative Spielraum bei den Mengenanteilen ist. In Abb. 93 werden die Nutzungsanteile des Jahres 2005, das „Trendszenario 2025“, das Szenario „Anstieg der Energiekosten um 50%“ (als Beispiel für Ereignisszenario mit hohem energetischem Anteil) und das „Szenario 10%-Anstieg“ beim Verbrauch von Schnittwaren und Holzwerkstoffen (als Beispiel für Ereignisszenario mit hohem stofflichen Anteil) verglichen. Die Effekte von im Bestand verbleibendem, ungenutztem Totholz werden hier nicht berücksichtigt.

Der Vergleich zeigt auf, dass die Sortimentsentwicklung des genutzten Holzes im „Trendszenario“ aus der Sicht der Kaskadennutzung eher ungünstig verläuft, weil die stofflich hochwertige Nutzung ab- und die direkte energetische Nutzung zunimmt. Weiter kann dem Vergleich entnommen werden, dass sich aus Sicht der Kaskadennutzung die verschiedenen Zukunftsszenarien sehr ähnlich sind. Das Szenario „Anstieg der Energiekosten um 50%“ fällt gegenüber dem Trendszenario geringfügig ungünstiger, das „Szenario 10%-Anstieg beim Verbrauch von Schnittwaren und Holzwerkstoffen“ ähnlich wie das „Trendszenario“ aus.

Die vorangegangenen Ausführungen beziehen sich auf das genutzte Holz. Offen bleibt aber, wie die Bewertung aus Sicht der Kaskadennutzung ausfallen würde, wenn auch das ungenutzte Totholz miteinbezogen würde. Wie bereits angemerkt, würde eine Quantifizierung des Totholzes den Rahmen dieser Studie sprengen. Die vorhandenen Ergebnisse lassen aber trotzdem relevante Schlussfolgerungen zu. So prognostizieren alle Zukunftsszenarien für das Jahr 2025 eine deutlich umfangreichere Holznutzung als im Ausgangsjahr 2005. Es muss angenommen werden, dass sich dadurch die Menge des ungenutzten Totholzes verringert. Es erscheint plausibel, dass grosse Mengenanteile von Totholz, welche sich 2005 noch ungenutzt im Wald zersetzen, in Zukunft als Energieholz genutzt werden.

Diese alternative Nutzung ist aus Sicht der Kaskadennutzung eine vorteilhaftere Situation, weil aus dem Holz ein wirtschaftlicher Nutzen gezogen werden kann und weil ein nicht-CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger (Erdöl, Erdgas) durch einen CO<sub>2</sub>-neutralen Energieträger ersetzt werden kann (Biomasse).

Die Analyse, welche sich nur auf das genutzte Holz bezieht, ergab aus Sicht der Kaskadennutzung einen eher ungünstigen Verlauf für die Zukunft. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Zukunftsszenarien ist aber nur unbedeutend, der zukünftige Handlungsspielraum bezüglich der Kaskadennutzung ist folglich aus der Betrachtung des genutzten Holzes als gering zu bewerten.

Würde bei der Analyse zusätzlich das ungenutzte Totholz miteinbezogen, erscheint es aus den vorher genannten Gründen plausibel, dass die zukünftige Bilanz aus Sicht der Kaskadennutzung generell günstiger ausfallen würde. Es stellt sich die Frage, ob dabei gewisse Zukunftsszenarien klar besser abschneiden würden als andere Zukunftsszenarien und damit Handlungsspielraum für die Umsetzung des Konzepts der Kaskadennutzung besteht. Aufgrund des heutigen Erkenntnisstandes muss diese Frage unbeantwortet bleiben.

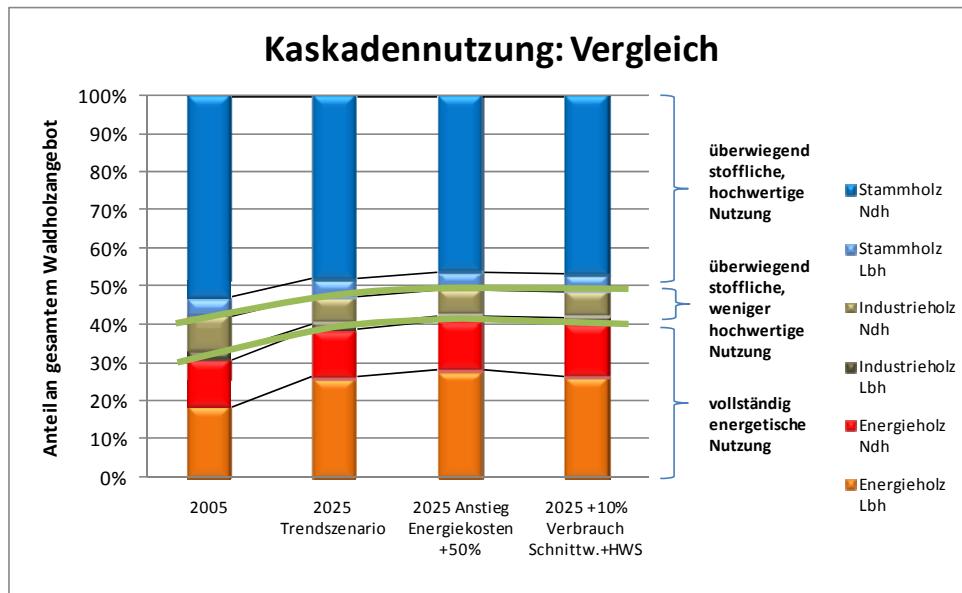


Abb. 93: Entwicklung der Sortimentsanteile des genutzten Waldholzes 2005 – 2025, anhand des „Trendszenario“ und dem Szenario „Anstieg der Energiekosten + 50%“. Ungenutztes Totholz ist nicht berücksichtigt.

### Sonstige Rohholzmärkte

Der Handlungsspielraum ergibt sich, wie beim Waldholzmarkt bereits beschrieben, aus der minimal und maximal zu erwartenden künftigen Rohholzmenge der sonstigen Rohholzsortimente. Der identifizierte Handlungsspielraum ist klein. Grund dafür ist der kontinuierliche Anfall der sonstigen Rohholzsortimente:

- Altholz z.B. fällt beim Abriss und der Renovation von Gebäuden und der Entsorgung von Möbeln u.a. an. Dieser hängt vom Gebäudepark und der Bevölkerungsanzahl ab. Die Altholzmenge ist somit weitgehend konstant.
- Restholz fällt als Kuppelprodukt beim Einschnitt von Stammholz in der Sägeindustrie, in einem konstanten Verhältnis zum Hauptprodukt (Schnittholz), an. Die Restholzmenge hängt somit mit der Verarbeitungskapazität der inländischen Sägeindustrie zusammen.
- Flurholz wird teilweise energetisch verwertet. Ein Grossteil der anfallenden Flurholzmengen wird jedoch auf der Eingriffsfläche belassen. Es wird vermutet, dass das für eine energetische Aufarbeitung geeignete Flurholz künftig vermehrt genutzt wird. Der vermutete Anstieg der Menge (2005-2025) ist jedoch mit 0.2 Mio.m<sup>3</sup> gering und damit auch der Handlungsspielraum.
- Eine Produktion von Plantagenholz in nennenswertem Umfang erscheint gemäss den heutigen Markteinschätzungen eher unwahrscheinlich.

#### 7.1.2.4 Möglichkeiten und Grenzen von Holzenergie zur Deckung des künftigen Energiebedarfs

Holzenergie hat in den vergangenen Jahrzehnten stetig einen Beitrag zur Deckung des gesamten Energiebedarfs geleistet. Es stellt sich die Frage, wieviel Holzenergie in Zukunft genutzt wird und wie der Vergleich mit den Holzenergiezielen des Bundesamts für Energie ausfällt.

## Anteile von Holz am gesamtschweizerischen Energieverbrauch 2005

Im Jahr 2005 stammten 16.2% des gesamtschweizerischen Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien. Innerhalb der erneuerbaren Energieträger leistete die Wasserkraft den grössten Beitrag mit 10.5% Anteil am Gesamtenergieverbrauch. Die zweitwichtigste Energiebezugsquelle stammte aus Biomassennutzung (Holz und Biogas aus der Landwirtschaft) mit einem Anteil von 3.44% am Gesamtenergieverbrauch.

Der Anteil von Holz, ohne Biogas, betrug 3.42% am Gesamtenergieverbrauch. Dies entspricht einer Holzmenge von ca. 3.4 Mio. m<sup>3</sup><sup>79</sup> (siehe Abb. 94). Die zur Energiegewinnung genutzte Holzmasse setzte sich aus Waldholz (64%), Altholz (17%), Restholz (16%) sowie Holzpellets (3%) zusammen. Im Jahr 2007 stieg der Anteil von Holz auf 3.53% am Gesamtenergieverbrauch an<sup>80</sup>.

## Anteile der erneuerbaren Energien am schweizerischen Endverbrauch 2005

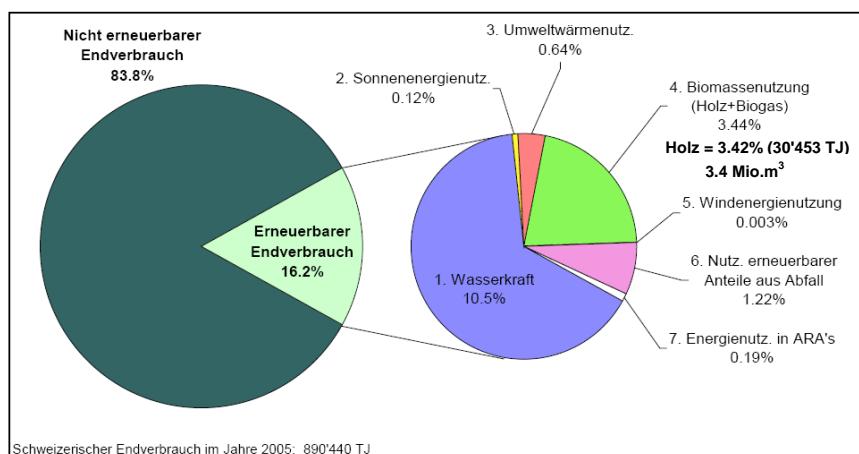


Abb. 94: Endenergieverbrauch der Schweiz 2005 und Anteile der erneuerbaren Energien (Quelle: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien, Ausgabe 2005. Verändert).

Mit der Rolle als zweitbedeutendste Quelle unter den erneuerbaren Energien ist die Holzenergie in der nationalen Energiepolitik ein wichtiges Themenfeld. Das Bundesamt für Energie erläutert im Positionspapier Holzenergie<sup>81</sup> sein quantitatives Ziel bezüglich der Holzenergienutzung. Demnach verfolgt es das Ziel, „[...] die Holzenergienutzung längerfristig zu verdoppeln.“ Der Begriff „längerfristig“ wird in seiner Dauer nicht genauer beziffert.

Die Szenarioanalyse liefert Angaben zu zukünftigen Entwicklungen der Energieholzmarktmenge. In Abb. 95 sind die realisierten Energieholzmengen für das Jahr 2005 ausgewiesen, für das „Trendszenario 2025“, dem „Szenario +50% steigende Energieholzpreise“ sowie für die „Maximale Potenzialausschöpfung 2025“.

Die „Maximale Potenzialausschöpfung 2025“ geht davon aus, dass:

1. Beim Waldholz die Energieholzanteile maximiert werden, bis die minimalen Stamm- und Industrieholzanteile erreicht werden,

<sup>79</sup> Vgl. BFE: Schweizerische Holzenergiestatistik. 2005.

<sup>80</sup> Vgl. BFE: Schweizerische Gesamtenergiestatistik. 2007

<sup>81</sup> Steinmann, Walter, Direktor Bundesamt für Energie, 2002: Positionspapier Holzenergie

2. Beim Flurholz die Menge auf die höchste, als realistisch nutzbare thermisch verwertbare Flurholzmenge maximiert wird, und
3. Altholz- und Restholzmengen unverändert aus dem „Trendszenario 2025“ übernommen werden, da die Restholzmenge direkt von den Einschnittskapazitäten der Sägeindustrie abhängt und nicht zusätzlich Gebäude oder alte Möbel u.a. abgerissen bzw. entsorgt werden, um Altholz zu generieren.

Aus dem Vergleich geht hervor, dass die Energieholzmenge des „Trendszenarios 2025“ mit 6.16 Mio. m<sup>3</sup> um 62% über der Menge des Ausgangsjahres 2005 mit 3.79 Mio. m<sup>3</sup> liegt. Das Szenario „Anstieg Energiekosten +50%“ liegt mit 6.54 Mio. m<sup>3</sup> 73%, das Szenario „Maximale Potenzialausschöpfung“ mit 7.65 Mio. m<sup>3</sup> 102% über dem Wert des Ausgangsjahres (Abb. 95).

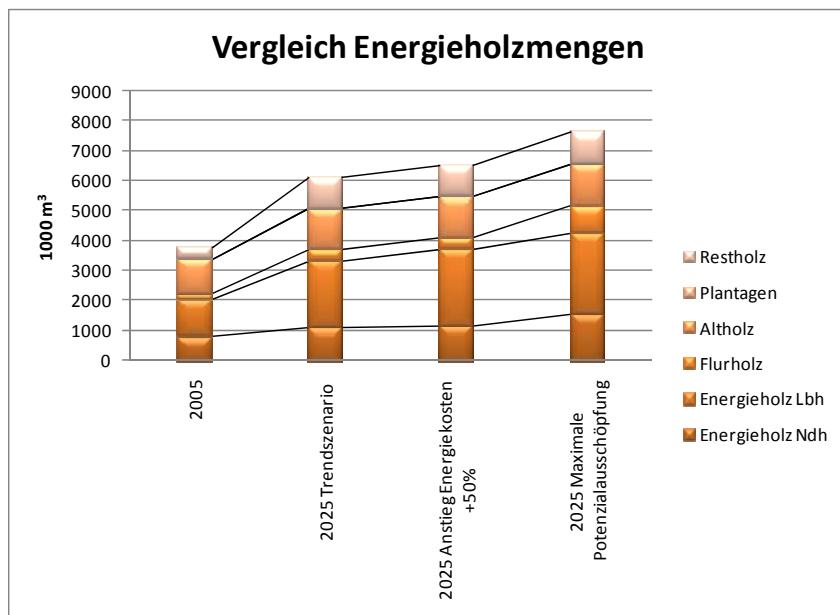


Abb. 95: Vergleich der heutigen und der vermuteten künftigen Energieholzmengen in der Schweiz.

Wie vorher erwähnt, verfolgt das Bundesamt für Energie das Ziel, die Holzenergienutzung längerfristig zu verdoppeln. Dieses Ziel wurde damals auf die Energieholzmenge 2002 bezogen, welche 3.10 Mio. m<sup>3</sup> betrug<sup>82</sup>. Angewandt auf die Periode 2002 bis 2025 würde das Verdoppelungsziel bedeuten, dass im Jahre 2025 eine Zielenergieholzmenge von 6.20 Mio. m<sup>3</sup> erreicht werden soll.

Bei den Zukunftsszenarien werden folgende Zielerreichungsgrade realisiert:

- Trendszenario (6.16 Mio. m<sup>3</sup>): Zielerreichungsgrad 99% (dieses Szenario geht davon aus, dass die bereits beschlossenen politischen Massnahmen weiter vollzogen werden, aber zukünftig keine zusätzlichen politischen Massnahmen ergriffen werden),
- Szenario „Anstieg Energiekosten +50%“ (6.54 Mio. m<sup>3</sup>): Zielerreichungsgrad 105%, und,

<sup>82</sup> Quelle: Bundesamt für Statistik.

- Szenario „Maximale Potenzialausschöpfung“ (7.65 Mio. m<sup>3</sup>): Zielerreichungsgrad 123%.

## Fazit

Werden die heutige Wald- und Energiepolitik im bisherigen Rahmen weitergeführt, dann ist zu erwarten, dass die gesetzte Zielgröße bezüglich des künftig thermisch genutzten Holzes erreicht werden kann. Die Zukunftsszenarien zeigen aber auf, dass bei besseren Rahmenbedingungen auf dem Energieholzmarkt die künftig zu erwartende Energieholzmenge auch über den gesetzten Zielen liegen könnte.

## 7.2 Politische Handlungsoptionen

Sowohl das Bundesamt für Umwelt wie auch das Bundesamt für Energie haben langfristige Ziele und Massnahmen definiert, welche den Rohstoff Holz betreffen. Vor dem Hintergrund der Erkenntnisse aus dem dynamischen Holzmarktmodell sowie der Szenarioanalysen gilt es zu analysieren, ob die strategischen Ziele im Hinblick auf die stoffliche und thermische Verwendung von Holz erreichbar sind und welche Massnahmen zur Zielerreichung ergriffen werden können. Zudem stellt sich die Frage, ob die Zielsysteme der beiden Bundesämter in die gleiche Richtung weisen und falls nicht, ob gegebenenfalls Zielkonflikte bestehen.

### 7.2.1 Langfristige Ziele des Bundes im Hinblick auf die Holznutzung in der Schweiz

Im folgenden Abschnitt wird diskutiert, ob die von den Bundesämtern gesteckten Ziele erreichbar sind. Dabei wird abgeschätzt, ob die Zielerreichung

- über natürliche Entwicklungen auf dem Holzmarkt möglich ist,
- durch flankierende Massnahmen seitens der Bundesämter unterstützt werden muss oder
- beim aktuellen Stand des Wissens nicht erfüllt werden kann.

In einem weiteren Schritt wird untersucht, ob zwischen den Zielsystemen der beiden Bundesämter mögliche bzw. versteckte Zielkonflikte bestehen.

#### 7.2.1.1 Langfristige Ziele des Bundesamts für Umwelt

##### Beschreibung der Ziele und Massnahmen

Das Bundesamt für Umwelt beschreibt in der Ressourcenpolitik Holz<sup>83</sup> die gesteckten Strategieziele und leitet daraus einen Aktionsplan Holz ab. Die Ziele sind in Tab. 47 aufgeführt.

<sup>83</sup> BAFU, 2008: Ressourcenpolitik Holz – Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz

Tab. 47: Ziele mit Zielindikatoren und Zielgrößen des BAFU, Zeithorizont bis 2020. Quelle: BAFU, 2008: Ressourcenpolitik Holz.

Ziel	Zielindikator	Zielgröße
1 <b>Eine leistungsfähige Schweizer Waldwirtschaft schöpft das nachhaltig nutzbare Holzproduktionspotenzial des Schweizer Waldes aus.</b>	genutzte Holzmenge (nationale Ebene)	Ausschöpfen des Holznutzungspotenzials in einer Bandbreite von 8–8.5 Mio. m <sup>3</sup> /Jahr (Derbholz, inkl. Rinde und Astreisig; hergeleitet aus Zuwachs/Jahr) <sup>12</sup>
2 <b>Die Nachfrage nach stofflichen Holzprodukten nimmt in der Schweiz zu. Insbesondere steigt der Anteil von Holz im Gebäudepark Schweiz<sup>13</sup>.</b>	Pro-Kopf-Verbrauch an Schnittholz und Holzwerkstoffen	Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Schnittholz und an Holzwerkstoffen um jeweils 20 % • Schnittholz: von 0.24 m <sup>3</sup> /Kopf (2006) auf 0.29 m <sup>3</sup> /Kopf (2020) • Holzwerkstoffe: von 0.09 m <sup>3</sup> /Kopf (2006) auf 0.10 m <sup>3</sup> /Kopf (2020) <sup>14</sup>
	Holzanteil gesamter Gebäudepark Schweiz (Neubau und «Bauen im Bestand» <sup>15</sup> )	Steigerung des Holzanteils gesamter Gebäudepark Schweiz (Neubau) um 50 % • EFH: von 11.4 % (2005) auf 17 % (2020) • MFH: von 3.6 % (2005) auf 5.5 % (2020) <sup>16</sup>
3 <b>Die energetische Verwertung von Waldenergieholz, Flurholz und von Altholz<sup>17</sup> nimmt zu.</b>	genutzte Waldenergieholzmenge	Ausschöpfen des Waldenergieholz-Nutzungspotenzials in einer Bandbreite von 2.7–3.2 Mio. m <sup>3</sup> /Jahr (Derbholz, inkl. Rinde und Astreisig; hergeleitet aus Zuwachs/Jahr) <sup>18</sup>
	zur Wiederverwertung im Inland verbleibende Altholzmengen	Erhöhung des Anteils der im Inland verbleibenden Altholzmengen um 50 % von rund 400'000 t (2005) <sup>19</sup> auf 600'000 t (2020).
4 <b>Die Ressource Holz wird kaskadenartig und mehrfach genutzt.</b>	Sortimentsanteile	
5 <b>Die Innovationskraft der Wertschöpfungskette Holz nimmt zu.</b>	Forschungskapazität (Personal, Finanzen), Patente, Auszeichnungen	
6 <b>Die Abstimmung mit anderen relevanten Sektoralpolitiken und Akteuren wird sichergestellt.</b>		

### Beurteilung der Ziele und Massnahmen

Folgt der künftige Holzverbrauch dem in Kap. 6.3.1 identifizierten Trend, so kann das gesteckte Ziel 1 „Ausnutzen des Holznutzungspotenzials in einer Bandbreite von 8 – 8.5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr erreicht werden. Gemäss Modellrechnung wird das Holznutzungspotenzial im Jahr 2020 mit 8.64 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr sogar leicht überschritten. Dies gilt jedoch nur, wenn die vermutete Verhaltensänderung der Anbieter vom Kostendecker hin zum Gewinnmaximierer tatsächlich eintritt (vgl. hierzu Kap. 4.3). Tritt diese Verhaltensänderung jedoch nicht im geplanten Umfang bzw. gar nicht ein, so wird auch die anvisierte Zielgröße nicht erreicht (ca. 8 Mio. m<sup>3</sup> bei mittlerer Angebotselastizität und 7.4 Mio. m<sup>3</sup> bei geringer Preiselastizität).

Im Hinblick auf Fördermassnahmen der öffentlichen Hand sollte deshalb die Entwicklung marktorientierter Forstbetriebe sowie effizienter Vermarktungsorganisationen unterstützt werden.

Im Hinblick auf Strategieziel 2 kann zwar im Rahmen der vorliegenden Studie keine Aussage über die Entwicklung der Holznachfrage beim Endverbraucher getätigt werden, zumindest kann aber von einer Steigerung der Produktion von Holzprodukten ausgegangen werden. Diese ist jedoch ausschliesslich auf eine Erhöhung der Nadelstammholzverarbeitung zurückzuführen. Bei Laubstamm- und Laubindustrieholz muss sogar mit einem leichten Rückgang der Verarbeitung gerechnet werden. Die öffentliche Hand sollte deshalb ein besonderes Augenmerk darauf legen, die inländische Verarbeitung von höherwertigen Laubholzsortimenten zu unterstützen. Dies ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die in- oder ausländische Nachfrage nach Produkten aus höherwertigen Laubholzsortimenten steigt. Diese ist aktuell vor allem im Möbelbereich vorhanden. Gemäss Produkt-Markt-Matrix von Ansoff (1965) ist es nur über folgende Ansätze möglich, die Nachfrage zu steigern (vgl. Abb. 96):

1. Marktdurchdringung durch Erhöhung der Nachfrage in vorhandenen Märkten: Hierbei gilt es vor allem die Verwendung der eher hellen Buche im Möbelbereich zu fördern. Möglicherweise kann der Trend zu helleren Farben gezielt unterstützt werden.
2. Entwicklung neuer Produkte und Anwendungen aus höherwertigen Laubholzsortimenten: Dieser Ansatz wird bereits seit Jahren seitens der Holzforschung verfolgt. Dabei ist es auch gelungen, verschiedenste neue Anwendungsfelder für Buchenlaubholz zu entwickeln. Der Sprung vom „Versuchsstadium“ zur Massenfertigung blieb jedoch aus wirtschaftlichen Gründen meist aus.
3. Marktentwicklung durch Erschliessung neuer Märkte: In diesem Bereich sehen die Autoren des vorliegenden Berichts noch durchaus Potenziale. Ein Beispiel ist der asiatische Markt. Dieser muss jedoch gezielt erschlossen werden. Hierfür fehlen den Schweizer Laubholzverarbeitern aufgrund ihrer Grösse jedoch sowohl Knowhow als auch Finanzkraft.
4. Diversifikation durch Kombination von zwei und drei.

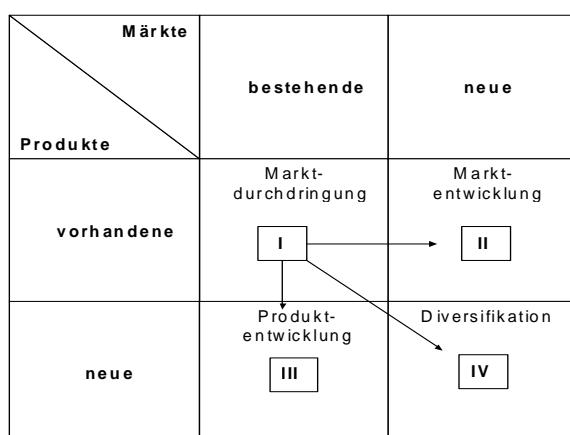


Abb. 96: Produkt-Markt-Matrix von Ansoff (1965)

Strategieziel drei wird bei einer dem Trend folgenden Entwicklung nahezu in vollem Umfang erreicht. Der Aktionsplan strebt einen Waldenergieholzverbrauch in einem Umfang von 2.7 – 3.5 Mio. m<sup>3</sup> an. Gemäss Modell werden 3.44 Mio. m<sup>3</sup> erreicht. Wichtigster Parameter ist neben der Nachfrage selber wiederum das Angebotsverhalten der Waldbesitzer. Der Inlandsverbrauch von Altholz wird bei einer Fortentwicklung des Trends mit ca. 980 Tsd. m<sup>3</sup> ebenfalls erreicht (Zielgrösse im Aktionsplan ist 600 Tsd. t).

Strategieziel vier wird entsprechend der verschiedenen Szenarioberechnungen nicht voll umfänglich erreicht. Alle Szenarios zeigen, dass der absolute Anteil der stofflichen Verwertung zwar ansteigt, sich aber das Verhältnis von stofflicher zu energetischer Verwertung zu Ungunsten der stofflichen Verwertung ändert. Da dies jedoch primär ein Ergebnis einer Mehrnutzung, bisher ungenutzter Energieholzpotenziale aus dem Wald ist und zudem der freie Markt über den Stofffluss entscheiden sollte, sollte das Bundesamt für Umwelt nicht das Ziel, jedoch die aktuelle Zielformulierung überdenken.

### 7.2.1.2 Langfristige Ziele des Bundesamts für Energie

Auch das Bundesamt für Energie (BFE) hat ein Strategiepapier entwickelt, in dem konkrete Ziele und Massnahmen zur Förderung der erneuerbaren Energien – und damit auch von Holz als Energieträger - definiert sind<sup>84</sup>: **Ziel des Aktionsplans ist es, bis zum Jahr 2020 den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch um mindestens 50% anzuheben (von heute: 16.2% auf rund 24%).**“ Zudem existiert für die Energiestrategie der Schweiz ein Papier von EnergieSchweiz, das mit dem Aktionsplan des BFE abgestimmt ist.

#### Beschreibung der Ziele und Massnahmen:

Im Jahre 2002 hat das BFE im Positionspapier Holzenergie<sup>85</sup> bezüglich der Holzenergienutzung ein quantifiziertes Ziel bekannt gegeben (siehe auch Kap.7.1.2.4). Es lautet: „**Das erklärte Ziel von EnergieSchweiz ist es, die Holzenergienutzung längerfristig zu verdoppeln. Damit könnte, bei gleichen Umwandlungs-Wirkungsgraden, der Anteil am Gesamtenergieverbrauch von heute rund 2,5% auf 5%, oder der Anteil am Wärmemarkt von heute rund 5% auf 10% gesteigert werden. Die Schadstoffe lassen sich weiter verringern.**“ Der geschätzte Energieholzverbrauch lag im Jahr 2002 bei ca. 2.5 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr. Eine Verdoppelung des Anteils von Holz an der Gesamtenergiebedarfseckung bis 2020 würde unter Berücksichtigung der gesamten Energiebedarfssteigerung einen Mengenverbrauch von ca. 6.2 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr bedeuten.

Das vom BFE gesteckte Ziel sollte über die Umsetzung folgender Massnahmen erreicht werden (Auswahl von besonders holzrelevanten Bereichen):

#### 1. Umrüstung der Heizungen/Warmwasserbereitungsanlagen (inkl. Sonnenkollektor-Programm):

Sanierung: Schaffen von finanziellen Anreizen für den Ersatz von Elektro-Widerstandsheizungen, Öl- und Gasheizungen durch Wärmepumpen und Holz (Pellets). [...]

<sup>84</sup> UVEK, 2008: Strategie Nachhaltige Entwicklung: Leitlinien und Aktionsplan 2008–2011 sowie BFE, 2008: Aktionsplan „Erneuerbare Energien“

<sup>85</sup> BFE, 2002: Positionspapier Holzenergie. Ziele und Prioritäten zur Nutzung des Energieträgers Holz für Forschung, Demonstration und Marktbearbeitung in der Schweiz.

## 2. Einspeisevergütungen für aus Abwärme und aus erneuerbaren Energien erzeugter Wärme in Nah- und Fernwärmesystemen sowie für die Einspeisung von gasförmiger erneuerbarer Energie ins Gasversorgungsnetz:

Bestehende, gegenwärtig mit fossilen Energien (Heizöl) betriebene Nah- und Fernwärmesysteme werden systematisch auf erneuerbare Energien und Abwärme umgerüstet: Wärme aus der Nutzung von Holzschnitzeln, Oberflächengewässern, Geothermie, Abwasserwärme, Abwärme aus KVA, Industrie und WKK-Anlagen (GuD, Dampfkraftwerke, BHKW) wird durch eine Einspeisevergütung gefördert. [...]

**2a Biomasse-Strategie:** Regionale Organisation der Ernte, Sammlung, Lagerung und des Transports von Energieholz (inkl. Altholz), Bio-Abfällen und nachwachsenden Rohstoffen im Rahmen einer Biomasse-Strategie, gemeinsam mit den Kantonen und unter Berücksichtigung ihrer Konzepte und Anstrengungen. Einbezug regionaler (öffentlicher und privater) Wirtschaftskreise zur Umsetzung. Ziel ist die regionale, effiziente und ökologische energetische Verwertung von Biomasse. [...]

## 3. Raumplanung und Baubewilligungsverfahren für Produktionsanlagen erneuerbarer Energien

Die Spielräume gemäss heutiger Bundeskompetenz sind auszuschöpfen, soweit aufgrund der verfassungsmässigen Grundlagen zulässig. Bei kantonaler Kompetenz sind entsprechende Empfehlungen an die Kantone zu erarbeiten. [...]

## 5. Verstärkung der Energieforschung im Bereich Erneuerbare Energien [...]

## 6. Beschleunigung des Technologietransfers (P+D) [...]

## 7. Koordinierte Offensive in Aus- und Weiterbildung [...]

### Beurteilung der Ziele und Massnahmen:

Das strategische Ziel einer Verdoppelung des Holzenergieverbrauchs in der Schweiz basiert auf den Verbrauchsmengen von 2002 (ca. 3.1 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr). Das entwickelte Marktmodell startet jedoch erst im Jahr 2005. Zur besseren Übersicht werden deshalb die Verbrauchszahlen der im Inland bereitgestellten Holzsortimente in den Jahren 2002, 2005, 2020 und 2025 gegenüber gestellt (vgl. Tab. 43).

Tab. 43: Energieholzverbrauch für die Jahre 2002, 2005, 2020 und das Jahr 2025

Alle Mengenangaben im m <sup>3</sup>	Jahr						
	2002 *		2005		2020		2025
	Menge im m <sup>3</sup>	Menge im m <sup>3</sup>	Veränderung zu 2002 in %	Menge im m <sup>3</sup>	Veränderung zu 2002 in %	Menge im m <sup>3</sup>	Veränderung zu 2002 in %
<b>Waldenergieholz</b>							
<i>Nadelenergieholz</i>	800'000	810'000	1	1'040'000	30	1'100'000	38
<i>Laubenergieholz</i>	1'200'000	1'230'000	3	2'000'000	67	2'250'000	88
<b>Flurholz</b>	200'000	200'000	0	350'000	75	400'000	100
<b>Altholz thermisch</b>	530'000	570'000	8	990'000	87	1'030'000	94
<b>Restholz thermisch</b>	380'000	400'000	5	1'000'000	163	1'000'000	163
<b>Gesamte Inlanproduktion Energieholz</b>	3'110'000	3'210'000	3	5'380'000	73	5'780'000	86
<b>Importe</b>	250000	280000	12	440000	76	760000	204
<b>Exporte</b>	30000	40000	33	40000	33	40000	33
<b>Gesamte Energieholzmenge Schweiz</b>	3'330'000	3'450'000	4	5'780'000	74	6'500'000	95

\* Schätzung

Gemäss Modellrechnung (Basiszenario) wird die Gesamtenergieholzproduktion der Schweiz im Jahr 2025 bei 6'179 Tsd. m<sup>3</sup>/Jahr liegen. 443 Tsd. m<sup>3</sup>/Jahr werden exportiert und 764 Tsd. m<sup>3</sup>/Jahr werden importiert. Der Inlandsverbrauch liegt somit bei 6'500 Tsd. m<sup>3</sup>/Jahr. Mit Ausnahme von Nadelenergieholz ist im Trendszenario bei allen Sortimenten eine Steigerung der bereitgestellten Holzsortimente von deutlich mehr als 100% anzunehmen. Bei einem Anstieg der Energiekosten würde die bereitgestellte Energieholzmenge noch einmal ansteigen (vgl. hierzu Szenario Anstieg der Energiekosten um 50%, Kap. 6.3.2).

Bezogen auf das Basisjahr 2002 kann das strategische Ziel einer Mengenverdoppelung des Inlandsverbrauchs von Energieholz bis zum Jahr 2020 somit als ambitioniert, aber realistisch bezeichnet werden. Die wichtigsten, die Zielerreichung bestimmenden Faktoren (sensitive Parameter) sind dabei die Senkung der Exportquote beim Altholz, die verstärkte Ausnutzung des Waldenergieholzes (vor allem Laubenergieholz) sowie das Marktverhalten der Waldholzanbieter.

Die aufgeführten Massnahmen zur Zielerreichung können vor dem Hintergrund der sensiblen Marktparameter allesamt als geeignet beurteilt werden. Hervorzuheben sind dabei insbesondere die regionalen Versorgungsstrategien, da es sich bei Energieholz um ein, bezogen auf Masse und Volumen geringwertiges Gut handelt und damit eine hohe Transportempfindlichkeit besteht. Dies bedeutet zudem, dass ein Energieholzimport hohe Mehrkosten verursachen würde. Im Hinblick auf die Steigerung der Verbrauchsmengen bis 2020 muss zudem damit gerechnet werden, dass es beim Energieholzangebot zu regionalen Versorgungsengpässen kommen kann. Um dies zu vermeiden, muss das regionale Angebot und die Nachfrage quantifiziert und gegenübergestellt werden. Im Idealfall könnte dies über GIS-basierte Gegenüberstellungen erfolgen (vgl. hierzu Kap. 8). Auch die raumplanerische Förderung von Anlagen zur Energie- und Wärmegewinnung sollte stets von der regionalen Verfügbarkeit von Energieholz abhängig gemacht werden. Nur so lassen sich Fehlinvestitionen vermeiden.

Die Einspeisevergütung stellt sicherlich die wichtigste Massnahme zur Steigerung der Energieholznachfrage, die Grenzzahlungsbereitschaft und damit die Energieholzpreise dar. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Höhe der Vergütung auch entscheidend für die Grenzzahlungsbereitschaft der Energieholznachfrager bei Sortimenten, die auch einer stofflich geringwertigen Nutzung zugeführt werden könnte. Wird diese zu hoch angesetzt, so wird Holz einer thermischen Verwertung zugeführt, für das auch eine (zumindest geringwertigen) stofflichen Verwertung möglich wäre.

Das Laubenergieholz stellt künftig die grösste Quelle zur Deckung des künftigen Energieholzbedarfs dar. Dies wird durch folgende Faktoren bestimmt:

- Grundsätzlich grosse Anfallsmengenanteile sowohl aus Durchforstung und aus Endnutzungen (vgl. Abb. 97),
- allgemeine Entwicklung zu **mehr Laubholz**,
- **weniger Wettbewerb** an der Schwelle zum Industrieholz.

Beim Laubenergieholz muss jedoch berücksichtigt werden, dass dieses Sortiment nur in der Jugendphase (bei niedrigem Brusthöhendurchmesser =BHD) als eigenständiges Sortiment anfällt (vgl. hierzu Abb. 97). Je höher das Alter (und damit der BHD) desto mehr Stamm- und Industrieholzanteile befinden sich am Holzkörper. Der Nutzungsentscheid hängt in dieser Phase damit nicht mehr vom Erlöspotenzial des Energieholzes, sondern vom Erlöspotenzial, das über alle Sortimente erzielt werden kann ab (=maximaler Gesamtdeckungsbeitrag I). Energieholz ist damit ein klassisches Kuppelprodukt, das bei der Bereitstellung höherwertiger Sortimente anfällt. Ist der Absatz höherwertiger, stofflicher Sortimente aufgrund einer fehlenden Nachfrage nicht möglich, so wird die Nutzung insgesamt zurückgestellt oder die Sortimente der nächsthöheren Vermarktungsmöglichkeit zugeführt.

Beide Varianten können derzeit auf dem Holzmarkt beobachtet werden. Ältere Bestände, mit einem höheren Stammholzanteil, die zur Nutzung anstehen würden, werden zurückgestellt. Bei jüngeren, zur Durchforstung anstehenden Beständen wird potenzielles Laubindustrieholz vermehrt als Energieholz ausgehalten.

Die angebotene Laubenergieholzmenge hängt somit in grossem Umfang von der Möglichkeit der Waldbesitzer ab, auch die höheren Sortimente vermarkten zu können. Aus diesem Grund hängt die erfolgreiche Realisierung des Strategieziels des BAFU, die stoffliche Verwendung von Holz allgemein und insbesondere die Laubstammholznachfrage zu steigern indirekt auch mit dem Strategieziel des BFE eines vermehrten Laubenergieholzangebots zusammen. Beide Bundesämter sollten in diesem Bereich eine enge Zusammenarbeit anstreben.

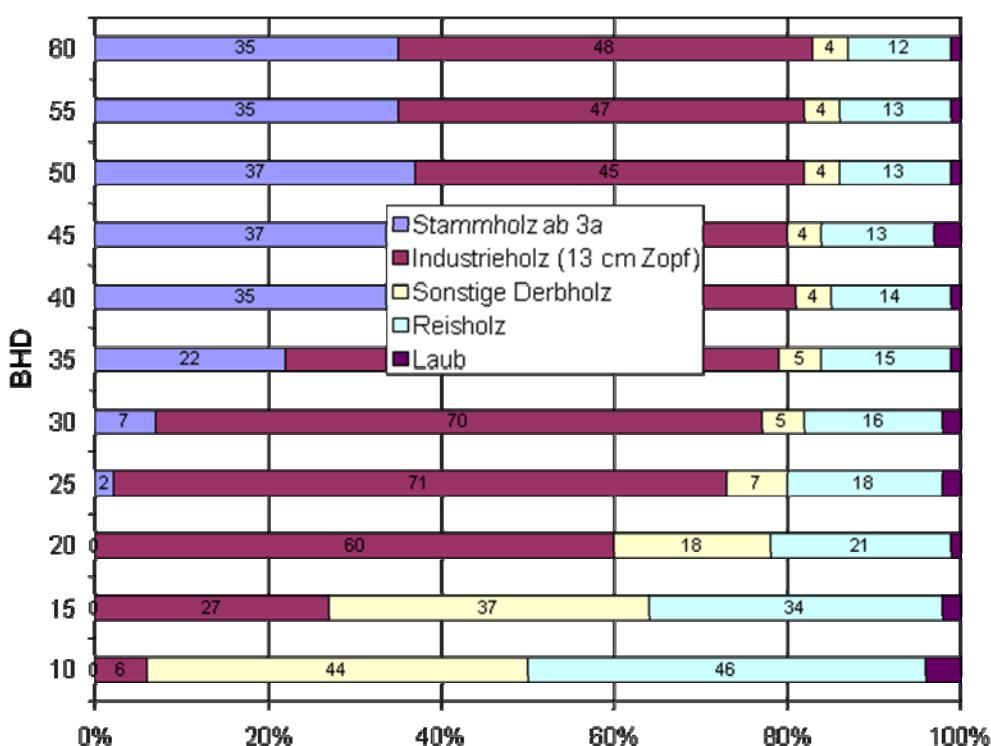


Abb. 97: Durchschnittliche Sortimentsanteile der Buche in Abhängigkeit des Brusthöhendurchmessers (Datenquelle: WSL, 2003)

### 7.2.1.3 Zusammenfassender Vergleich der Zielsetzungen der beiden Bundesämter

Bei einer zusammenfassenden Gegenüberstellung der Ziele der beiden Bundesämter lassen sich folgende Gemeinsamkeiten und Unterschiede identifizieren:

#### Von beiden Bundesämtern definierte Ziele

1. Mehrnutzung von Waldenergieholz (Ziel BAFU: ca. 2.7-3.2 Mio. m<sup>3</sup>/J Waldenergieholz, Ziel BFE: 6.2 Mio. m<sup>3</sup>/J Energieholz [Waldenergieholz plus andere Energieholzsortimente])

#### Nur vom Bundesamt für Umwelt definierte Ziele

2. Steigerung der gesamten Waldholznutzung (Ziel BAFU: 8-8.5 Mio. m<sup>3</sup> /J, Derbholz inkl. Rinde und Astreisig)

3. Steigerung der stofflichen Nachfrage nach Holz (Schnittwaren und Holzwerkstoffe)
4. Kaskadenartige, mehrfache Nutzung von Holz

#### **Nur vom Bundesamt für Energie definierte Ziele**

5. Steigerung der energetischen Nachfrage nach Holz

#### **Abstimmungsbedarf bei der Zielerreichung**

Die Ziele 3 und 5 erhöhen den möglichen Konkurrenzkampf der stofflichen und energetischen Nachfrager. Dieser Wettbewerb bezieht sich jedoch lediglich auf die Sortimente Industrie- und Energieholz. Zudem führt eine Erhöhung der stofflichen Nutzung der Sägeindustrie auf dem Restholzmarkt wiederum zu einer nicht unbeträchtlichen Mengensteigerung bei Industrie- und Energieholzsortimenten aus Restholz. Zudem wurde bereits mehrfach angeführt, dass durch die Kopplung von stofflichen und thermischen nutzbaren Sortimenten am selben Stamm, eine Erhöhung der Stammholznutzung auch zu einer Erhöhung des Energieholzangebots führt.

Gemäss Ziel 4 sollte der Wettbewerb bei der Erstverwendung des Holzes, also beim Waldholzmarkt, möglichst weitgehend zugunsten der stofflichen Verwendung entschieden werden. Ziel 1 beabsichtigt aber eine Ausdehnung der Nutzung von Waldenergieholz. Wenn Ziel 1 dazu führt, dass potenziell stofflich verwertbares Holz thermisch genutzt wird, dann bestünde in diesem Bereich ein Abstimmungsbedarf.

Vor dem Hintergrund der Kuppelproduktüberlegungen sowie der Vermutung, dass (Laub-) Waldenergieholzsortimente zwar geringerwertige Laub-Industrieholzsortimente ersetzen können, dies aber aufgrund des deutlichen Sortimentspreisunterschieds bei Laubstammholz nicht der Fall sein wird, sollten die beiden Bundesämter in diesem Bereich eine enge Zusammenarbeit suchen.

#### **Fazit:**

- Das Ziel nach einer Mehrnutzung von Waldenergieholz wird von beiden Bundesämmtern BAFU und BFE explizit verfolgt.
- Das allgemeine Ziel der Steigerung der gesamten Waldholznutzung (bis zur nachhaltigen Grenze) steht konfliktfrei zu den anderen Zielen.
- Die Ziele bezüglich Steigerung der stofflichen bzw. Steigerung der energetischen Holznachfrage bewirken bei einem potenziellen Angebotsengpass beim Waldholzmarkt eine erhöhte Konkurrenz unter den Nachfragern. Dabei muss jedoch insbesondere beim Laubholz die Kuppelproduktproblematik berücksichtigt werden.

#### **7.2.2 Zukunftsszenarien und politischer Handlungsbedarf**

Aus der Gegenüberstellung der den Waldholzmarkt betreffenden politischen Ziele mit den Ergebnissen der Szenariotechnik lässt sich der mögliche politische Handlungsbedarf ableiten. Das Ergebnis dieses Vorgehens ist in Tab. 44 abgebildet.

Tab. 44: Gegenüberstellung von politischen Zielen, Zukunftsprognosen und abgeleitetem politischem Handlungsbedarf.

Politisches langfristiges Ziel	Quantifiziertes Ziel	Ergebnisse szenariotechnischer Zukunftsprognosen	Abgeleiteter politischer Handlungsbedarf, bezogen auf Waldholz- und Energieholzmarkt
Mehrnutzung von Wald-energieholz	Ziel BAFU: ca. 2.7-3.2 Mio. m <sup>3</sup> /J Waldenergieholz	Das Trendszenario prognostiziert für 2025 3.35 Mio. m <sup>3</sup> Waldenergieholz.	<p>Mittel:</p> <p>Bei einer Weiterführung der bereits eingeleiteten politischen Massnahmen wird prognostiziert, dass die langfristigen Ziele bezüglich Waldenergieholzmengen erreicht werden. Gemäss Modellparamter sollte der Schwerpunkt auf folgende Massnahmen gelegt werden:</p>
	Ziel BFE: 6.2 Mio. m <sup>3</sup> /J Energieholz insgesamt (Waldenergieholz und andere Energieholzsortimente)	Das Trendszenario prognostiziert für 2025 6.16 Mio. m <sup>3</sup> Energieholz insgesamt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterstützung der Waldbesitzer bei der Senkung der Holzerntekosten</li> <li>- Unterstützung des Wandels bei den Anbietern hin zu Gewinnmaximierern</li> <li>- Unterstützung bei Standortsentscheidungen von thermischen Verwertern zur Optimierung des regionalen Angebots und der Nachfrage</li> </ul>

Steigerung der gesamten Waldholznutzung	Ziel BAFU: 8-8.5 Mio. m <sup>3</sup> /Jahr, Derbholz inkl. Rinde und Astreisig	Das Trendszenario prognostiziert für 2025 8.62 Mio. m <sup>3</sup> Waldholz	Mittel bis hoch:  Bei einer Weiterführung der bereits eingeleiteten politischen Massnahmen wird gemäss Modell prognostiziert, dass die langfristigen Ziele bezüglich der gesamten Waldholzmengen erreicht werden. Dies wird jedoch lediglich durch eine Mehrnutzung im Bereich Nadelstamm- und Energieholz erreicht. Im Bereich der Laubstammholzverwertung herrscht noch akuter Handlungsbedarf.
Kaskadenartige, mehrfache Nutzung von Holz	-	Der Vergleich in Kap. 8.1.2.3 zeigt auf, dass das Verhältnis stoffliche/energetische Nutzung beim Waldholz in den verschiedenen Ereignisszenarien sehr ähnlich prognostiziert wird.	Mittel:  Es wird prognostiziert, dass veränderte Rahmenbedingungen zugunsten einer bestimmten Nutzungsart und zulasten einer anderen Nutzungsart bei der Sortimentsaushaltung des Waldrundholzes nur geringe Wirkung zeigen. Dennoch besteht die potenzielle Möglichkeit, dass bei den Industrieabnehmern die potenzielle Grenzzahlungsbereitschaft überschritten wird und es zu einer Abwanderung kommt.

### 7.2.3 Politische Handlungsoptionen des Bundes

Im vorangegangenen Kapitel wird aufgezeigt, dass gemäss Basisszenario lediglich beim Ziel der verstärkten Laubstammholzverwertung akuter Handlungsbedarf besteht. In den anderen Bereichen gilt es seitens der Politik Massnahmen zu ergreifen, welche die sensiblen Marktparameter im Hinblick auf die gesteckten Ziele mittel bis langfristig positiv beeinflussen. Zudem sollten weitere politische Massnahmen stets auf ihren möglichen, negativen Einfluss auf die marktbeeinflussenden Faktoren hin geprüft werden.

Tab. 45 fasst die eine künftige Waldholznutzung bestimmenden, sensitiven Parameter zusammen und weist bei jedem dieser Parameter aus, inwiefern die öffentliche Hand den jeweiligen Parameter mit politischen Massnahmen (positiv oder negativ) beeinflussen kann.

Tab. 45: Sensitive Angebotsparameter für Waldholz und ihre Beeinflussungsmöglichkeit durch politische Massnahmen des Bundes.

Sensitive Parameter aus der Holzmarktanalyse und Verhalten der Holzanbieter	Beeinflussungsmöglichkeit durch politische Massnahmen des Bundes
Menge Kalamitätsholz	Beschränkte Beeinflussung. Kurzfristig keine Beeinflussungsmöglichkeit aber mittel- bis langfristig positive Beeinflussung möglich
Holzerntekosten	Positive und negative Beeinflussung möglich
Einschnittkapazität der Sägereien	Negative Beeinflussung (durch Auflagen) möglich, positive Beeinflussung möglich
Schnittholzimportpreise	Positive oder negative Beeinflussung unrealistisch
Marktverhalten der Holzanbieter	Positive Beeinflussung möglich

Die Tabelle zeigt, dass eine Beeinflussung primär in den Bereichen Holzerntekosten und Marktverhalten der Anbieter möglich ist. Daraus abgeleitet können folgende politischen Handlungsempfehlungen abgegeben werden:

### Kalamitätsholzanfall

- Durch einen risikominimierenden Waldbau können die Auswirkungen von Kalamitäten abgemildert werden (Sturmresistenz, Baumartenmischung, Borkenkäfer-Prädisposition, etc.).
- Indirekt kann die Auswirkung von Kalamitätsholzanfall auf dem Holzmarkt abgemildert werden, in dem die Schadholzaufarbeitung, Zwischenlagerung und –vermarktung (inkl. Export) zentral organisiert wird. Ein gutes Beispiel hierfür sind die in Österreich aufgebauten Sturmholzzentralen.

### Holzerntekosten

- Unterstützung der angewandten Forschung und Entwicklung im Hinblick auf die Entwicklung effizienter und an die Situation Schweiz angepasster Holzernteverfahren. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die kostenintensiven Gebirgsholzernteverfahren gelegt werden, da gerade in diesen Regionen die höchsten Nutzungspotenziale liegen.
- Eine eigentumsübergreifende Zusammenarbeit in der Holzernte sowie der Einsatz effizienter Holzernteverfahren könnte über Informationsveranstaltungen und die Vergabe von konkreten Fördergeldern unterstützt werden. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass gerade moderne Forsttechnik meist nur über Unternehmereinsätze sinnvoll eingesetzt werden kann.

Um eine tatsächliche Kostensenkung in der Holzernte zu erzielen, müssen die Betriebe deshalb ihre eigene Wertschöpfungstiefe reduzieren. Auch hier gilt es, Betriebsverbesserungen aktiv zu fördern und diesbezüglich gezielte Informationen weiterzugeben (z.B. über NFA-PV).

- Durch eine Aus- und Weiterbildung der Betriebsleiter können moderne Holzernteverfahren sowie die Rahmenbedingungen für ihren Einsatz in die Branche getragen werden. Ein Beispiel hierfür ist der Zertifikatskurs Forstmanagement, der von der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft und den Bildungszentren Wald angeboten wird.
- Über eine konsequente Verrechnung der gewünschten öffentlichen Leistung kann der Druck auf die Waldeigentümer erhöht werden, effiziente Holzernteverfahren anzuwenden.
- Gerade in der Gebirgsholzernte zum Teil eine beträchtliche Streuung bei den Holzerntekosten festzustellen. Diese Streuung kann zwar teilweise durch die Unterschiede bei den naturalen Rahmenbedingungen erklärt werden. Teilweise basieren sie jedoch auch auf einer suboptimalen Planung und Ausführung. Über ein konsequentes Kostencontrolling sowie über Benchmarkanalysen könnte diese Streuung reduziert werden.
- Zustand und Qualität der Erschliessung haben einen massgeblichen Einfluss auf die Holzerntekosten. Der Zustand der Erschliessungsqualität sollte deshalb durch die öffentliche Hand überprüft werden. Wo nötig sollten Bund und Kantone Massnahmen anstossen, um das Wegenetz auszubauen bzw. zu ergänzen. Mögliche Zielregionen liegen dabei im Alpenraum. Vor einer Übererschliessung ist jedoch wiederum zu warnen, weil diese die betrieblichen Kosten erhöht.

### **Einschnittkapazität der Sägereien**

- Seitens der Politik bestehen in gewissem Umfang Möglichkeiten einer positiven Beeinflussung. Diese liegen in den Bereichen Regional- oder Standortförderung, Schaffung günstiger gesetzlicher Rahmenbedingungen (z.B. durch Steuervergünstigungen) oder Bereitstellen notwendiger Informationsgrundlagen für potenzielle Investoren. Gerade im Bereich der Laubstammholzverarbeitung sollte die öffentliche Hand ihre Möglichkeiten konsequent anwenden.

### **Marktverhalten der Anbieter**

- Waldbesitzer und Betriebsleiter sollten dazu sensibilisiert werden, Marktchancen zu erkennen und zu nutzen. Im Idealfall werden die Waldbesitzer über WBV's oder sonstige Akteure auf Möglichkeiten aufmerksam gemacht und mit den wichtigen Marktinformationen versorgt. Die öffentliche Hand könnte die hierfür notwendigen Daten bereitstellen. Über gezielte Holzmobilisierungsmassnahmen können jene Waldbesitzer zu einer Nutzung animiert werden, die sich bisher eher marktpassiv verhalten haben.
- Im Rahmen von Aus- und Weiterbildungsmassnahmen kann das forstbetriebliche Know how der Betriebsleiter verbessert werden.

- Gerade die öffentlichen Waldeigentümer sollten dazu animiert werden, die budgetorientierte Planung bei ihren Forstbetrieben zu überdenken, da diese zu inversem Marktverhalten führen kann. Zielführend wäre die Einführung von Elementen des New public Management zur marktkonformen und effizienteren Steuerung der Betriebe. Hierfür gilt es gute Beispiele zu unterstützen und publik zu machen.

### **Sonstige Massnahmen**

- Keine Verschärfungen bei den Emissionsgrenzwerten von Holzfeuerungsanlagen. Dies würde mittel- und langfristig die Nachfrage nach Energieholz verringern.
- Raumplanerische Verbesserungen und baubewilligungstechnische Vereinfachungen für grosse Holzenergieanlagen.
- Den Wald betreffende Gesetze und Verordnungen sollten stets daraufhin geprüft werden, in wie weit dadurch die Holzerntekosten negativ beeinflusst. Falls ja, dann sollte dieser Einfluss so gering wie möglich gehalten werden. Aktuelle Beispiele aus der politischen Diskussion sind die Schaffung von Waldbaustandards, der Bodenschutz im Wald oder kantonale Vorgaben hinsichtlich möglicher Nutzungszeiten.
- Bereits im Jahr 2003 wurde im Rahmen einer gross angelegten Analyse der Schweizer Sägereiindustrie aufgezeigt, das bestimmte Auflagen, wie ein geforderter Lärmschutz oder das Verbot eines Mehrschichtbetriebs gerade industriell ausgerichtete Sägereibetriebe behindert. Neue, die Sägereien betreffenden Gesetze und Verordnungen sollten deshalb stets daraufhin geprüft werden, in wie weit dadurch die Produktion der Werke negativ beeinflusst wird. Falls ja, dann sollte dieser Einfluss so gering wie möglich gehalten werden.
- Die in Deutschland und Österreich laufenden Clusterinitiativen, mit dem Ziel einer effizienten Be- und Verarbeitung des Rohstoffs Holz in einer Region, sollten auf Tauglichkeit im Hinblick auf eine Förderung der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft geprüft und ggf. ebenfalls angedacht werden.

## 8 Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Die vorliegende Studie „Holz als Rohstoff und Energieträger“ konnte eine Reihe von Forschungsfragen klären. Im Umfeld der Untersuchung ergaben sich aber weitere Forschungsfragen, die in künftigen Untersuchungen beantwortet werden sollten. Die wichtigsten sind im folgenden Abschnitt aufgeführt.

### Räumliche Zuordnung des künftigen Holzangebotes und der Holznachfrage

Neben der im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Gegenüberstellung des gesamten Angebots und der gesamten Nachfrage nach Holz stellt sich gerade im Hinblick auf mögliche Standortentscheide zudem die Frage, wo das Angebot bzw. die Nachfrage nach Rohholzsortimenten besteht. Diese Frage stellt sich insbesondere vor dem Hintergrund der Transportkostenempfindlichkeit von Holz. So dürfte es beispielsweise wenig Sinn machen, mit dem Angebot an Energieholz im Tessin den Bedarf eines Heizkraftwerks in Basel zu decken. Eine Verortung des aktuellen und künftig zu erwartenden Holzangebotes sowie der Holznachfrage auf der Basis einer GIS- Anwendung erscheint deshalb sinnvoll. Eine mögliche Betrachtungsebene dafür bilden die Stichprobenpunkte des Schweizerischen Landesforstinventars (LFI), die sich für die räumliche Darstellung des Angebotes eignen. Auf der Grundlage der bestehenden Anlagen sowie den geplanten Neu- bzw. Erweiterungsinvestitionen lässt sich die Rohholznachfrage quantifizieren und räumlich festlegen.

Damit wird eine räumliche Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage möglich. Die räumliche Gegenüberstellung erlaubt die Identifikation von sich abzeichnenden, regionalen Versorgungslücken bzw. noch nicht genutzten regionalen Holzpotenzialen. Denkbar sind Darstellungen unter der Annahme verschiedener Angebots- und Nachfrageszenarien. Das folgende Beispiel aus Deutschland zeigt die Verortung von Laubindustrieholz und Waldrestholz (Abb. 98).

### Gegenüberstellung von Holzangebot und Nachfrage am Beispiel der Sortimente Laubindustrieholz und Waldrestholz in Deutschland

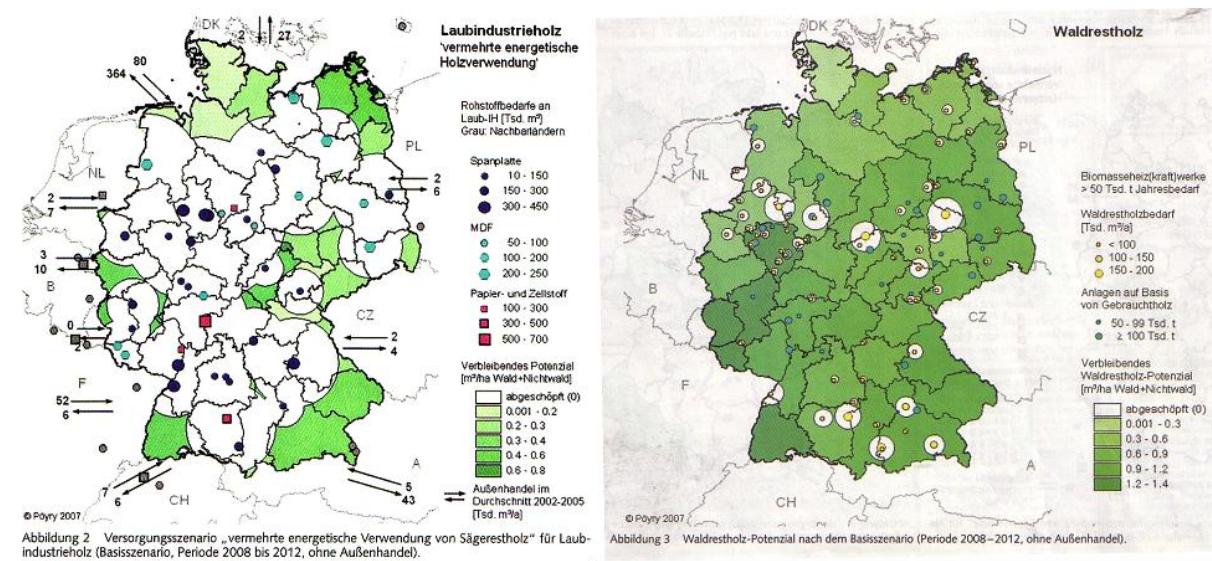


Abb. 98: GIS-basierte Gegenüberstellung von Holzangebot und Nachfrage am Beispiel der Sortimente Laubindustrieholz und Waldrestholz in Deutschland (Quelle: Jaakko Pöyry, 2007).

## Holzmobilisierung

Das Waldholzpotenzial in den Voralpen, Alpen und insbesondere auf der Alpensüdseite wird zur Zeit nur teilweise ausgeschöpft. Hauptgrund dafür sind die negativen holzerntekostenfreien Erlöse. Sie resultieren aus den höheren Holzerntekosten im Gebirge, bedingt durch die Topografie und die teilweise schlechte Erschliessung der Bestände. Verhalten sich die Holzanbieter als Gewinnmaximierer, dann werden sie das derzeit noch ungenutzte Potenzial erst nutzen, wenn ein positiver holzerntekostenfreier Erlös erwirtschaftet werden kann. Aufgrund der künftig zu erwarteten, steigenden Holzpreise, ist deshalb davon auszugehen, dass die Waldbesitzer eine Nutzung der unerschlossenen Potenziale in Betracht ziehen, wenn sie einen positiven Deckungsbeitrag erwirtschaften können. Deckungsbeitrags- und Rentabilitätsüberlegungen werden zusätzlich von anderen den Nutzungsentscheid beeinflussenden Faktoren überlagert. Insbesondere sind dies:

- Informationsdefizite der Holzanbieter in den Bereichen Waldbau, Verfahrenstechnik, Arbeitsvergabe und Holzmarkt,
- geringes oder fehlendes ökonomisches Interesse am Wald oder
- strukturelle Hemmnisse wie Kleinflächigkeit des Eigentums oder gemeinschaftliches Eigentum.

Die Kleinstrukturiertheit und das damit verbundene „Geringfügigkeitsproblem“ führen häufig dazu, dass ohne eine gezielte Angebotsbündelung die Potenziale auch bei positiven holzerntekostenfreien Erlösen ungenutzt bleiben.

Um das noch ungenutzte Potenzial zu mobilisieren, wurden und werden weiterhin Holzmobilisierungskampagnen gestartet. Erfolgversprechend ist eine solche Kampagne aber nur dann, wenn auf grösseren Teilflächen der Wälder in den Voralpen- und Alpen positive holzerntekostenfreie Erlöse erzielt werden können. Da auch ein beträchtlicher Teil des ungenutzten Potenzials im Privatwald steht, kommt der Holzmobilisierung in diesen Gebieten eine noch grössere Bedeutung zu. Folgende Massnahmen stehen dabei im Vordergrund:

- Gezielte Information der Waldbesitzer,
- Übernahme von Koordinationsaufgaben bezüglich der Holzerntemassnahmen,
- Gemeinsame Vermarktung (Angebotsbündelung)

## Potenzialbasierte Ressourcenverfügbarkeit von Waldholz

Um den künftigen Handlungsspielraum besser einschätzen zu können, ist ein Vergleich von der erwarteten Waldholzmarktmenge und der potenzialbasierten künftigen Ressourcenverfügbarkeit von Waldholz denkbar. Die künftig zu erwartende Waldholzmarktmenge kann mittels des vorliegenden dynamischen Holzmarktmodells eingeschätzt werden (Schnittpunkt A<sub>1</sub> und N). Das künftig zur Verfügung stehende Waldholzpotenzial kann auf der Grundlage der „dynamischen Waldholzverfügbarkeitskarte“ berechnet werden (Schnittpunkt A<sub>2</sub> und N). Die dynamische Waldholzverfügbarkeitskarte ist ein Modell, welches durch die Eidg. Forschungsanstalt WSL und die SHL entwickelt wird. Das Modell errechnet das Nutzungspotenzial anhand des Bestandesaufbaus, des Vorrats und des Zuwachses auf der Datenbasis des Schweizerischen Landesforstinventars (LFI) sowie der gewählten Waldbaustrategie. Auf der genannten Grundlage werden dann die resultierenden Nutzungsmengen errechnet.

Dabei wird stets die ökonomisch optimale Produktions- und Sortierungsvariante sowie das Holzernteverfahren mit den geringsten Kosten gewählt wird. Die Sortimentsaushaltung wird so vorgenommen, dass jeweils der grösste Deckungsbeitrag resultiert. Damit kann das künftige Waldholzpotenzial für sämtliche Waldholzsortimente einschätzbar gemacht werden. Für die geographischen Regionen des Jura, des Mittellandes sowie für die Voralpen können derzeit bereits detaillierte Prognosen erstellt werden.

Die Nutzungspotenziale auf der Alpen und Alpensüdseite können mit der heute vorliegenden Modellvariante jedoch noch nicht detailliert eingeschätzt werden. Eine Weiterentwicklung des Modells ist möglich und somit eine Gegenüberstellung der künftig zu erwartenden Marktmenge von Waldholz zur potenzialbasierten Waldholzmenge möglich. Somit kann der künftige Handlungsspielraum noch präziser identifiziert werden (Abb. 99).

### Gegenüberstellung der künftigen potenziellen Waldholzmarktmenge und der Ressourcenverfügbarkeit von Waldholz

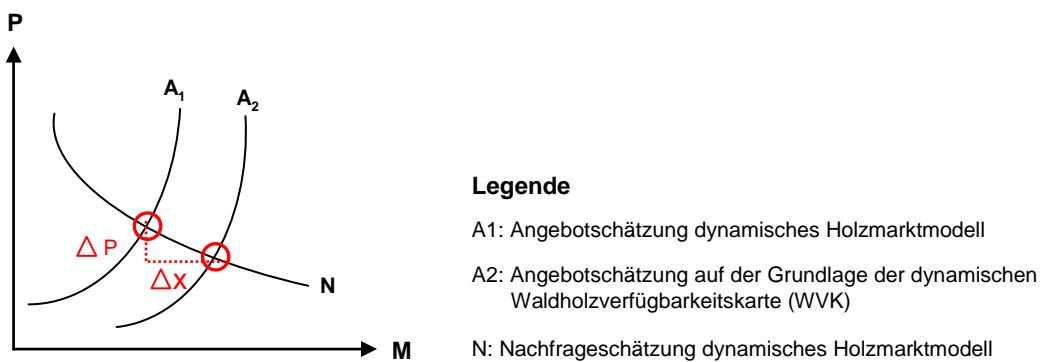


Abb. 99: Gegenüberstellung der künftigen potenziellen Waldholzmarktmenge und der Ressourcenverfügbarkeit von Waldholz.

## 9 Literaturverzeichnis

ATKearny: Steigende Holzknappheit erfordert europaweites Umdenken. Pressemitteilung. 2007

BAFU 2008: Produktion von Schnittholz 1980-2005. Unveröffentlicht.

BAFU, 2008: Ressourcenpolitik Holz – Strategie, Ziele und Aktionsplan Holz

BAFU, 2007: Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI3. Bericht.

BAFU, 2006: Wald und Holz. Jahrbuch 2006.

BAFU, 2005: Umfrage über den Bezug von Industrieholz in der Schweiz 2005. Unveröffentlicht.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2009: Schadensbilanz nach Orkan "Lothar". <http://www.forst.bayern.de/gefahren-fuer-den-wald/weitere-themen/27397/index.php>

Bemann, A.: Forstwirtschaft Russlands, Entwicklung, Stand und Perspektiven.

Bergen, V.; Löwenstein W., Olschewski R., 2002: Forstökonomie. Volkswirtschaftliche Grundlagen.

BFE, 2008: Aktionsplan „Erneuerbare Energien“

BFE, 2008: Biomassenkulturen in der Schweiz. Potenziale, Technologie und Auswirkungen. Unveröffentlicht.

BFE, 2008: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien. Ausgabe 2007.

BFE, 2007: Energieperspektiven 2035. Synthesebericht.

BFE, 2006: Revision der Schweizerischen Holzenergiestatistik. Schlussbericht.

BFE, 2006: Schweizerische Statistik der erneuerbaren Energien. Ausgabe 2005.

BFE, 2006: Schweizerische Holzenergiestatistik. Erhebung für das Jahr 2005 mit modifizierter Erfassungsmethodik.

BFE, 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Studienbericht im Rahmen des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“.

BFE, 2002: Positionspapier Holzenergie. Ziele und Prioritäten zur Nutzung des Energieträgers Holz für Forschung, Demonstration und Marktbearbeitung in der Schweiz.

BFS, 2007: Eidg. Holzverarbeitungserhebung 2007.

Brassel, P., Brändli U.-B., 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitauftnahme 1993-1995.

Bogner, A., Littig, B., Menz, W., 2005: Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung

BUWAL, 2005: Wald und Holz. Jahrbuch 2005. Schriftenreihe Umwelt Nr. 386

Chatterjee, S. und Price, B., 1995: Praxis der Regressionsanalyse. 2. Auflage

Der Brock Haus, 2008: Wirtschaft. 2008

EZV 2005: Schweizerische Aussenhandelsstatistik 2005.

FAOSTAT, 2009: <http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>

Fink, Alexander; Schlake, Oliver; Siebe, Andreas 2001: Erfolg durch Szenariomanagement. Prinzip und Werkzeuge der strategischen Vorausschau. Campus Verlag.

Graf, G., 2002: Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, Physica-Verlag, 2. Aufl.

Holzenergie Schweiz, 2008: 407 Klassieren von Energieholz. Merkblatt 6 Seiten, aktualisierte Fassung.

Holzenergie Schweiz, 2008a (Hrsg.): Vademecum Holzenergie. 5. Auflage

Holz.net, 2007: <http://www.holz.de/template/index.cfm/fuseaction> (Ressourcenpolitik in Österreich).

IG-Altholz, 2007: Zusammenstellung Materialfluss Altholz 2006. Unveröffentlicht.

IG Industrieholz, 2006: Sortieren und Klassieren von Industrieholz. In: Schweizerischer Forstkalender 2009, S. 226ff.

IIASA: Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. 2006

Infras, 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz.

Lohmann, U., 1998: Holz Handbuch. 5. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage.

Meier, F., Engesser, R., Forster, B., Odermatt, O., Angst, A., 2006: Forstschutz-Überblick. WSL-Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.

Pillkahn, Ulf, 2007: Trends und Szenarien als Werkzeuge zur Strategieentwicklung. Verlag Publicis Kommunikationsagentur.

Pöyry, 2007: Entwicklungen in der Forst- und Holzwirtschaft; Zukünftiges Potenzial der Laubholzindustrie in Europa.

Rutschmann, C., 2008: Holz, Energie die nachwächst. In: Schweizerischer Forstkalender 2009, S. 122ff

Schwerdtfeger, F., 1981: Die Waldkrankheiten. Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. 4., neubearbeitete Auflage.

UNO, 2009: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations. <http://esa.un.org/unpp/p2k0data.asp>

Waldwissen.net, 2005: Dossier Sturm und Windwurf. [http://www.waldwissen.net/dossier/wsl\\_dossier\\_sturm\\_windwurf\\_DE](http://www.waldwissen.net/dossier/wsl_dossier_sturm_windwurf_DE)

---

Wilms, Falko 2006: Szenariotechnik. Vom Umgang mit der Zukunft. Haupt Verlag

WSL, BAFU 2007: Erste Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI 3.  
Wissenschaftliche Fakten zur Medienkonferenz vom 9. November 2007 in Bern.

Weise, P., Brandes, W., Eger, Th. und Kraft, M., 1991: Neue Mikroökonomie. Vollständig  
überarbeitete und erweiterte Auflage.

## Anhang

Die grosse Breite der untersuchten Branchenstufen sowie der in der Analyse berücksichtigten Holzquellen machen es notwendig, einige Begriffe näher zu definieren.

**Altholz:** Als Altholz wird Holz bezeichnet, das bereits einem stofflichen Verwendungszweck zugeführt wurde und nach seiner Entsorgung als Sekundärrohstoff stofflich oder thermisch weiterverwertet werden kann. Altholz entsteht beispielsweise beim Abbruch von Häusern sowie bei der Entsorgung von Möbeln. Altholz bezeichnet auch weiteres Holz, welches nur oberflächlich mit Farbe oder Chemikalien behandelt wurde<sup>86</sup>.

**Astderholz** bezeichnet diejenigen Äste oder Kronenteile, die einen Durchmesser von 7cm und mehr (gemessen unter der Rinde) aufweisen<sup>87</sup>.

**Derbholz** besteht aus → Rundholz, → Schwachholz und → Astderholz und umfasst somit alle verholzten oberirdischen Baumteile (ohne Rinde), die einen Durchmesser von mindestens 7 cm aufweisen<sup>4</sup>.

**Energieholz** ist → Waldholz, das zum Zweck der Energiegewinnung als → Stückholz oder → Hackholz verkauft, an Berechtigte abgegeben oder im Eigenverbrauch verwendet wird<sup>88</sup>. Der Begriff Brennholz wird als Synonym verwendet.

**Flurholz:** Unter Flurholz werden die verholzten Pflanzenteile verstanden, die bei der Pflege von sämtlichen Gehölzen wie Böschungen, Gärten, Feldgehölzen, Hecken, Obstplantagen oder Rebbergen, welche nicht als Wald im Sinne des Waldgesetzes gelten, anfallen<sup>89</sup>.

**Hackholz** ist Holz, das durch Hacken (mit einem schneidenden Werkzeug) oder Schreddern (mit einem brechenden Werkzeug) zerkleinert worden ist<sup>6</sup>. Das Produkt wird auch als Schnitzel oder Hackschnitzel bezeichnet. Schnitzel lassen sich durch ihren Wassergehalt, ihre Holzart, ihren Rindenanteil, den Anteil an Übergrössen sowie ihren Feinanteil klassieren<sup>6</sup>.

**Holzwerkstoffe** entstehen durch Auftrennen des Holzgefüges bis zu einem bestimmten Zerkleinerungsgrad mit anschliessendem Wiederzusammenfügen, hauptsächlich unter Zugabe von chemischen Bindemitteln (Klebstoffen) sowie mechanischen Verbindungsmitteln, wie Nägel, Schrauben usgl. Zu den Holzwerkstoffen gehören Sperrholz mit Furnier- und Tischlerplatten, Faserplatten mit Hart- und Weichfaserplatten sowie den mittelharten Platten (MDF), Spanplatten als Flach- und Strangpressplatten sowie mineralisch gebundene Holzwolleleichtbauplatten<sup>90</sup>.

<sup>86</sup> BFE 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Studienbericht im Rahmen des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“.

<sup>87</sup> Brassel und Brändli: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitauflage 1993-1995. 1999

<sup>88</sup> BUWAL 2005: Wald und Holz. Jahrbuch 2005

<sup>89</sup> Holzenergie Schweiz 2008a (Hrsg.): Vademecum Holzenergie. 5. Auflage

<sup>90</sup> Lohmann 1998: Holz Handbuch. 5. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage.

**Industrieholz** ist → Rohholz, welches mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen wird<sup>91</sup> und in Papierfabriken für die Herstellung von Zellstoff oder Holzschliff und in Plattenwerken für die Herstellung von Span- oder Faserplatten und ähnlichen industriellen Holzprodukten Verwendung findet<sup>92</sup>.

**Kalamitätsholz** bezeichnet Holz, das aus einer Kalamität gewonnen wird bzw. gewonnen werden muss (die Forstwirtschaft spricht hier von einer Zwangsnutzung). Unter einer Kalamität wird eine Massenerkrankung von Waldbäumen mit wirtschaftlichen Folgen verstanden<sup>93</sup>. Auch für das aus Sturmschäden und Schneedruck anfallende Holz hat sich der Begriff Kalamitätsholz durchgesetzt.

**Kuppelprodukte** entstehen zwangsläufig aus naturgesetzlich-technischen Gründen im Rahmen eines gemeinsamen Produktionsprozesses<sup>94</sup>.

**Pellets** sind zylinderförmige 50 mm lange, 4 bis 10 mm dicke Presslinge, die aus getrocknetem, gemahlenem, naturbelassenem Holz (Sägemehl, Hobelreste, Schnitzel) hergestellt werden. Dank der natürlichen Bindungseigenschaften des Holzbestandteils Lignin sind keine Presshilfsmittel oder Zuschlagstoffe notwendig. Pellets sind ein homogener, normierter Brennstoff mit einer Energiedichte von 5 kWh pro kg<sup>6</sup>.

**Plantagenholz** ist Holz aus Biomassenkulturen, welche in der Regel auf die Erzeugung von einem Produkt ausgerichtet sind. Gemäss dieser Definition müssten damit jedoch auch reine Fichtenforste als Plantagen bezeichnet werden. Diesbezüglich besteht in der Forstbranche keine Einigkeit. Eine allgemeingültige Abgrenzung des Plantagenbegriffs ist nicht Ziel der vorliegenden Arbeit. Es wird folgende Definition verwendet: Plantagen werden in Zentraleuropa in der Regel ausserhalb des Waldes, auf agrarwirtschaftlichen Flächen angelegt. Prinzipiell kann Plantagenholz für die Zellstoffproduktion, zur Produktion von Plattenholz oder energetisch genutzt werden. Der primäre Verwendungszweck in Zentraleuropa liegt jedoch in der thermischen Verwertung. Für den Anbau geeignet sind alle Baumarten mit einem raschen Jugendwachstum und Wiederausschlagsfähigkeit aus dem Stock, wie z.B. Rot- und Grauerle, Bergahorn, Eiche, Robinie, Esche und insbesondere Balsampappel, Aspe und Weide.

**Restholz** ist ein Produktionsnebenprodukt aus holzverarbeitenden Industrie- und Gewerbebetrieben, Holzreste von Baustellen sowie Gemische mit naturbelassenem Holz<sup>95</sup>. Restholz entsteht als → Kuppelprodukt bei der Verarbeitung von → Waldholz. In den Sägereien (1. Verarbeitungsstufe) fallen → Schwarten, → Spreissel, Rinde, Sägemehl und Sägespäne an. Das Restholz dieser Verarbeitungsstufe ist naturbelassen und in der Regel grün (waldfrisch). In Zimmereien, Schreinereien, Hobelwerken etc. (2. Verarbeitungsstufe) fallen als Verarbeitungsreste Schnitzel, Späne und Sägemehl an. Restholz dieser Verarbeitungsstufe ist in der Regel trocken, teilweise naturbelassen oder auch behandelt und kann einen beträchtlichen Feinanteil aufweisen<sup>96</sup>.

<sup>91</sup> IG Industrieholz 2006: Sortieren und Klassieren von Industrieholz.

<sup>92</sup> BUWAL 2005: Wald und Holz. Jahrbuch 2005

<sup>93</sup> Schwerdtfeger 1981: Die Waldkrankheiten. Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes.

<sup>94</sup> <http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/kuppelprodukte/kuppelprodukte.htm>; 3.3. 2009

<sup>95</sup> BFE 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Studienbericht im Rahmen des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“.

<sup>96</sup> Holzenergie Schweiz 2008a (Hrsg.): Vademecum Holzenergie. 5. Auflage

**Rohholz:** Unter dem Begriff Rohholz wird die gesamte → Stamm-, → Industrie- und → Brennholzmenge und die Hackholzmenge zusammengefasst<sup>97</sup>.

**Rundholz** ist das Schaftholz (= Stamm) gemessen ohne Rinde und ohne Stock, das einer Sortimentsklasse gemäss Schweizerischen Holzhandelsgebräuchen zugeordnet werden kann<sup>98</sup>. Rundholz entspricht → Stammholz nach Forststatistik<sup>99</sup>.

**Schnittholz** ist Holz, das im Sägewerk aus runden Stämmen mit der Gattersäge oder Blockbandsäge gesägt wird. Es kann besäumt (vier glatte Kanten) oder unbesäumt (mit Baumkanten) sein. Wichtige Schnittholzarten sind Bretter, Bohlen, Latten, Kanthölzer und Balken. Nach dem Sägen werden die Schnitthölzer meist getrocknet (Holztrocknung) und manchmal gehobelt (Hobel, Abrichthobelmaschine)<sup>100</sup>.

**Schwachholz** bezeichnet jenen Teil des Schaftes (=Stamm), der zu dünn ist, um einem sägefähigen Sortiment gemäss Holzhandelsgebräuchen zugeordnet werden zu können<sup>15</sup>. Entspricht → Industrieholz und teilweise → Energieholz nach Forststatistik<sup>16</sup>.

**Schwarten:** Als Schwarten werden die äusseren Abschnitte bezeichnet, die beim Aufschneiden eines Stammes auf Schnittholz entstehen. Die Schwarze weist auf der einen Seite die Schnittfläche, auf der anderen Seite die Waldkante auf<sup>101</sup>.

**Spreissel:** Zu Spreissel existiert in der einschlägigen Literatur keine Definition. Im vorliegenden Bericht wird darunter ein langer Holzspan oder der Abschnitt einer → Schwarze verstanden.

**Stammholz** ist → Rundholz, welches in Sägereien für die Herstellung von → Schnittholz oder in Fünferwerken zur Herstellung von → Fünfer Verwendung findet<sup>102</sup>.

**Stückholz** ist waldfrisches, bis zweijährig getrocknetes, zersägtes und gespaltenes → Waldholz, welches für die energetische Nutzung bestimmt ist. Zum Stückholz gehören Spälen und Rugel mit einer Länge von 1 m, Scheiter mit einer Länge zwischen 25 bis 50 cm sowie Wellen mit einer maximalen Länge von 1 m. Ebenfalls zum Stückholz gerechnet werden Briketts mit einer Länge bis 50 cm, die aus Schleifstaub und Sägemehl hergestellt sind<sup>103</sup>.

**Waldholz** ist grundsätzlich Holz, das bei der Nutzung und Pflege von Wald gemäss jeweiliger Ländereindefinition anfällt. Es handelt sich um naturbelassene Holzsortimente aus der Forstwirtschaft<sup>104</sup>. Waldholz umfasst die drei Sortimentsklassen → Stammholz, → Industrieholz und → Energieholz.

<sup>97</sup> BUWAL 2005: Wald und Holz. Jahrbuch 2005

<sup>98</sup> Brassel und Brändli: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. 1999

<sup>99</sup> BAFU, 2007: Holznutzungspotenziale im Schweizer Wald auf Basis LFI3. Bericht.

<sup>100</sup> <http://www.sign-lang.uni-hamburg.de/tlex/lemmata/l5/l591.htm>

<sup>101</sup> Lohmann 1998: Holz Handbuch. 5. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage.

<sup>102</sup> BUWAL 2005: Wald und Holz. Jahrbuch 2005

<sup>103</sup> Holzenergie Schweiz 2008a (Hrsg.): Vademecum Holzenergie. 5. Auflage

<sup>104</sup> BFE 2004: Potentiale zur energetischen Nutzung von Biomasse in der Schweiz. Studienbericht im Rahmen des Forschungsprogramms „Energiewirtschaftliche Grundlagen“.

Tab. 46: Darstellung von wichtigen Inputprodukten der holzverarbeitenden Branchen, deren Outputprodukte sowie der dabei anfallenden Kuppelprodukte (Quelle: Rutschmann 2008, vereinfacht).

Inputprodukt	Verarbeiter	Outputprodukt	Kuppelprodukte
Stammholz	Sägerei	Schnittwaren (Balken, Bretter, Leisten, Latten u.a.)	Sägespäne, Sägemehl, Schwarten, Spreissel, Rinde → Restholz naturbelassen
Industrieholz	Holzwerkstoffindustrie	Platten, verleimte Balken, Fertigteile	Sägespäne, Sägemehl → Restholz z.T. behandelt
Industrieholz	Papier- und Zellstoffindustrie	Papier, Zellstoff	Rinde
Industrieholz, Restholz	Holzwerkstoffindustrie	Platten, verleimte Balken, Fertigteile	Sägespäne, Sägemehl → Restholz behandelt
Schnittwaren (Balken, Bretter, Leisten, Latten u.a.)	Zimmerei, Schreinerei, Verpackungsindustrie Möbelbau etc.	Balken, Täfer, Möbel, Paletten, Kisten etc.	Sägespäne, Sägemehl → Restholz z.T. behandelt
Sägespäne, Sägemehl	Pelletierwerk	Pellets	
Brennholz	Thermischer Verwerter	Energie in Form von Wärme oder Strom	Kohle und / oder Asche
Restholz			
Pellets			
Altholz			
Altpapier			

## Umrechnungsfaktoren

Tab. 47: Umrechnungsfaktoren (Quelle: BAFU).

Produkt	Nummer des Zolltarifs Numéro du tarif douanier	1m <sup>3</sup> Ware 1m <sup>3</sup> produit	1 t Ware 1 t produit	Produit
		= ? kg	= ? m <sup>3</sup>	
Brennholz . . . . .	44.01.10	900	1,11	.. Bois de feu
Industrieholz . . . . .	44.03.02.10, 44.03.99.91	900	1,11	.. Bois d'industrie
Stammholz <sup>1)</sup> . . . . .	44.01.10	900	1,11	.. Grumes <sup>1)</sup>
Nadelholz . . . . .	44.03.10.90, 44.03.20.20, 44.03.20.90	900	1,11	.... résineux
Laubholz . . . . .	44.03.91, 44.03.92, 44.03.99.92, 44.03.99.99	900	1,11	.... feuillus
tropisch . . . . .	44.03.10.10, 44.03.41, 44.03.49, 44.03.99.10	666	1,50	.... tropicaux
Holzkohle . . . . .	44.02	333	3,00	.. Charbon de bois
Holzschnitzel . . . . .	44.01.20	650	1,54	.. Plaquettes
Restholz . . . . .	44.01.30	650	1,54	.. Sous-produits du bois
Schnittwaren . . . . .	44.07			.. Scriages
Nadelholz . . . . .	44.07.10	520	1,93	.... résineux
Laubholz . . . . .	44.07.20, 44.07.90	800	1,25	.... feuillus
tropisch . . . . .	44.07.20, ex 44.07.99	666	1,50	.... tropicaux
Furniere . . . . .	44.08	700	1,43	.. Placages
Sperrholz . . . . .	44.12	650	1,54	.. Contre-plaqués
Spanplatten . . . . .	44.10	650	1,54	.. Panneaux de particules
Faserplatten . . . . .	44.11			.. Panneaux de fibres
hart . . . . .	44.11.10	950	1,05	.... durs
mittelhart (MDF) . . .	44.11.20	500	2,00	.... mi-durs
weich . . . . .	44.11.30, 44.11.90	250	4,00	.... isolants
Holzschliff/Holzstoff . . .	47.01, 47.02, 47.03, 47.04, 47.05	380	2,65	.. Pâtes de bois
Zellstoffe . . . . .	47.03, 47.04	444	2,25	.. Cellulose
Papier, Karton . . . . .	48.01/02/03/04/05/06/08/09/10, 48.11.10/50, 48.12/13	435	2,30	.. Papier, cartons

<sup>1)</sup> die Holzmarktkommission hat an deren Sitzung vom 19. September 2006 entschieden, dass für Nadel- und Laub-Rundholz (exkl. tropisches) ein Umrechnungsfaktor von 1,11 m<sup>3</sup>/t zu verwenden ist.

<sup>1)</sup> Lors de sa séance du 19 septembre 2006, la Commission du marché du bois a décidé d'appliquer un facteur de conversion de 1,11 m<sup>3</sup>/t pour les bois ronds résineux et feuillus (bois tropicaux non compris).



## Inflationsraten in der Schweiz 1982-2005

Tab. 48: Landesindex der Konsumentenpreise, Totalindex 1982-2005 (Quelle: LIK).

### TOTALINDEX / INDICE GENERAL

Basis Dezember 2005=100 / base décembre 2005=100

Jahr Année	Jan. Janv.	Feb. Févr.	März Mars	April Avril	Mai Mai	Juni Juin	Juli Juillet	Aug. Août	Sept. Sept.	Okt. Oct.	Nov. Nov.	Dez. Déc.	Jahres- Durchschnitt Moyenne annuelle
<b>1982</b>													64.7
<b>1983</b>	64.6	64.7	64.8	65.0	65.1	65.3	65.2	65.4	65.5	65.6	66.0	66.1	65.3
<b>1984</b>	66.3	66.5	67.0	67.1	66.9	67.2	67.0	67.3	67.2	67.7	68.0	68.0	67.2
<b>1985</b>	68.7	69.2	69.6	69.5	69.5	69.4	69.3	69.3	69.5	69.7	70.1	70.2	69.5
<b>1986</b>	70.2	70.1	70.2	70.2	70.0	70.0	69.6	69.8	69.9	69.9	70.1	70.2	70.0
<b>1987</b>	70.6	70.8	70.9	71.0	70.6	70.8	70.9	71.1	71.0	71.3	71.5	71.5	71.0
<b>1988</b>	71.7	72.1	72.2	72.4	72.2	72.3	72.2	72.4	72.4	72.5	72.8	72.9	72.3
<b>1989</b>	73.3	73.7	73.9	74.3	74.3	74.5	74.3	74.6	74.9	75.2	76.0	76.6	74.6
<b>1990</b>	77.0	77.3	77.6	77.7	78.1	78.2	78.2	79.1	79.5	79.9	80.6	80.6	78.7
<b>1991</b>	81.3	82.1	82.1	82.3	83.0	83.3	83.4	83.8	84.0	84.0	85.1	84.9	83.3
<b>1992</b>	85.3	85.9	86.1	86.2	86.5	86.8	86.6	86.8	86.9	87.0	87.9	87.8	86.6
<b>1993</b>	88.2	88.8	89.2	89.5	89.6	89.5	89.5	89.9	89.9	89.9	89.8	89.9	89.5
<b>1994</b>	90.0	90.4	90.4	90.5	89.9	90.0	90.0	90.4	90.4	90.3	90.3	90.3	90.3
<b>1995</b>	91.0	91.8	91.8	91.9	91.7	91.9	91.8	92.1	92.2	92.1	92.0	92.1	91.9
<b>1996</b>	92.3	92.5	92.6	92.7	92.4	92.6	92.4	92.7	92.7	92.9	92.7	92.8	92.6
<b>1997</b>	93.1	93.3	93.1	93.2	92.9	93.0	92.9	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1	93.1
<b>1998</b>	93.1	93.2	93.2	93.2	93.0	93.1	93.0	93.3	93.2	93.2	93.0	93.0	93.1
<b>1999</b>	93.2	93.5	93.6	93.8	93.5	93.7	93.7	94.1	94.3	94.3	94.2	94.5	93.9
<b>2000</b>	94.7	95.0	95.0	95.1	95.0	95.4	95.4	95.2	95.7	95.6	96.0	96.0	95.3
<b>2001</b>	95.9	95.8	95.9	96.2	96.7	96.9	96.7	96.2	96.3	96.2	96.3	96.3	96.3
<b>2002</b>	96.4	96.4	96.4	97.2	97.3	97.2	96.7	96.7	96.8	97.4	97.2	97.1	96.9
<b>2003</b>	97.2	97.3	97.7	97.9	97.7	97.7	96.9	97.2	97.3	97.8	97.7	97.7	97.5
<b>2004</b>	97.4	97.4	97.6	98.4	98.6	98.8	97.8	98.1	98.2	99.1	99.2	99.0	98.3
<b>2005</b>	98.5	98.8	99.0	99.8	99.7	99.5	98.9	99.1	99.5	100.4	100.1	100.0	99.4

Quelle: LIK / Source: IPC



## Rohholzsortimente und Gewichtung

Tab. 49: Rohholzsortimente und Gewichtung ab 2000 (Quelle: BFS).

### T5 Rohholz: Sortimente und Gewichtung ab 2000 Bois bruts: Assortiments et pondération dès 2000

Produktcode Code des produits	Sortimente	Gewichtung Pondération	Assortiments
02.01	<b>Rohholz (Total)</b>	<b>100.0000</b>	<b>Bois bruts (total)</b>
02.01. 1	Säge-Rundholz	88.0491	Grumes de sciage
02.01. 11	Säge-Rundholz: Nadelholz	55.2593	Grumes de sciage: résineux
02.01. 111	L1 2b B = Trämel, 25-29, B	10.5709	L1 2b B = Billons, 25-29, B
02.01. 1111	Fichte	8.0158	Épicéa
02.01. 1112	Tanne	2.5551	Sapin
02.01. 112	L1 4 B = Trämel, 40-49, B	24.4984	L1 4 B = Billons, 40-49, B
02.01. 1121	Fichte	19.2380	Épicéa
02.01. 1122	Tanne	5.2604	Sapin
02.01. 113	L1 5 C = Trämel, 50-59, C	5.8115	L1 5 C = Billons, 50-59, C
02.01. 1131	Fichte	3.4067	Épicéa
02.01. 1132	Tanne	2.4048	Sapin
02.01. 114	L3 3 B = Langholz, 30-39, B	7.8656	L3 3 B = Bois longs, 30-39, B
02.01. 1141	Fichte	6.9137	Épicéa
02.01. 1142	Tanne	0.9519	Sapin
02.01. 115	L3 3 C = Langholz, 30-39, C	6.5129	L3 3 C = Bois longs, 30-39, C
02.01. 1151	Fichte	5.7113	Épicéa
02.01. 1152	Tanne	0.8016	Sapin
02.01. 12	Säge-Rundholz: Laubholz	32.7898	Grumes de sciage: feuillus
02.01. 121	Buche 4 B, 40-49, B, Länge min. 3 m	13.1509	Hêtre 4 B, 40-49, B, longeur min. 3 m
02.01. 122	Buche 4 C, 40-49, C, Länge min. 3 m	8.2663	Hêtre 4 C, 40-49, C, longeur min. 3 m
02.01. 123	Eiche 4 B, 40-49, B, Länge min. 3 m	2.5050	Chêne 4 B, 40-49, B, longeur min. 3 m
02.01. 124	Eiche 4 C, 40-49, C, Länge min. 3 m	1.0020	Chêne 4 C, 40-49, C, longeur min. 3 m
02.01. 125	Esche 4 B, 40-49, B, Länge min. 3 m	2.5551	Frêne 4 B, 40-49, B, longeur min. 3 m
02.01. 126	Esche 4 C, 40-49, C, Länge min. 3 m	1.2024	Frêne 4 C, 40-49, C, longeur min. 3 m
02.01. 127	Ahorn 4 B, 40-49, B, Länge min. 3 m	2.5550	Erable 4 B, 40-49, B, longeur min. 3 m
02.01. 128	Ahorn 4 C, 40-49, C, Länge min. 3 m	1.5531	Erable 4 C, 40-49, C, longeur min. 3 m
02.01. 2	Industrieholz	2.4397	Bois d'industrie
02.01. 21	Spanplattenholz	0.5929	Bois pour panneaux de part.
02.01. 211	Nadelholz I. Klasse, kranlang	0.2531	Résineux, classe I, longs
02.01. 212	Laubholz I. Klasse, kranlang	0.3398	Feuillus, classe I, longs
02.01. 22	Papierholz	1.8468	Bois à papier
02.01. 3	Energieholz (Brennholz)	9.5112	Bois d'énergie
02.01. 31	Späten	4.8947	Quartiers
02.01. 311	Späten (Fichte/Tanne)	1.2671	Quartiers (épicéa/sapin)
02.01. 312	Späten (Buche)	3.6276	Quartiers (hêtre)
02.01. 32	Holzschnitzel	4.6165	Plaquettes de bois
02.01. 321	Holzschnitzel (Nadelholz)	1.7741	Plaquettes de bois (résineux)
02.01. 322	Holzschnitzel (Laubholz)	2.8424	Plaquettes de bois (feuillus)

## Interviewte Holzmarktexperten

Tab. 50: Interviewte Holzmarktexperten.

Experte	Spezielles Fachgebiet	Bemerkungen
Werner Riegger	Industrieholzmarkt, Altholzmarkt	Geschäftsführer IG Industrieholz
Reto Maurer	Altholzmarkt	Recycling Schweiz / Savoli Gruppe, Chefeinkäufer
Christoph Rutschmann	Energieholzmarkt	Geschäftsführer Holzenergie Schweiz
Ueli Meier	Energieholzmarkt	Kantonsoberförster beider Basel
Marianne Raess	Gesamtholzmarkt	Fritz Aegerter AG, nationaler und internationaler Rundholzhandel
Elmar Fasel	Nadelholzmarkt	Chefeinkäufer Dépond SA, drittgrösste Sägerei der Schweiz
Corbat	Laubholzmarkt	Grösster Laubholzsäger der Schweiz
La Forestière	Gesamtholzmarkt	Waldbesitzervereinigung der Westschweiz

## Musterbeispiel Leitfaden Experteninterview



Projekt  
Holz als Rohstoff und Energieträger

## Leitfaden Experteninterview

### Ziele:

- Kernelemente des Modells prüfen, präzisieren, ergänzen
- Hinweise für Simulationsverlauf „business as usual“

**Interviewpartner:** Chr. Rutschmann, Geschäftsführer Holzenergie Schweiz

**Datum:** Dienstag, 12. August 2008

**Thema:** Energieholzmarkt Schweiz

### I. Einleitung

- 1) Kurzer Beschrieb des Projektes.
- 2) Ziele des Projektes.
- 3) Wichtige Aspekte hervorheben: Fokus Energieholz, Konkurrenz energetischer zu stofflicher Nutzung des Rohstoffes Holz.

### II. Gesamtrundholzmarkt Schweiz

- 1) Ex post - Grafiken des Gesamtrundholzmarktes zeigen (Entwicklung der Gesamtmarktmengen- und Preise).

Wie schätzen Sie die Marktgleichgewichtssituation des Rohholzmarktes der Schweiz (Menge und Preis), unter Berücksichtigung des Angebots- und Nachfrageverhaltens, für das Jahr 2020 ein?

Gesamtmarktmenge 2020: \_\_\_\_\_ Mio. m<sup>3</sup>

Realer Gesamtmarktpreis 2020: \_\_\_\_\_ % (Ausgangspunkt 2005: Rohholzpreis = 100%)

- 2) Entwicklung der relativen Anteile von Nadel- und Laubholz in Bezug auf die Gesamtmarktmenge an Rohholz in der Schweiz aufzeigen (Grafiken 1985 – 2006, Quelle: Forststatistik).

a) Wie schätzen Sie die Entwicklung der relativen Anteile von Nadel- und Laubholz im Bezug auf die Gesamtmarktmenge, unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung, für das Jahr 2020 ein?

Nadelholzanteil an Gesamtmarktmenge 2020: \_\_\_\_\_ %

Laubholzanteil an Gesamtmarktmenge 2020: \_\_\_\_\_ %

b) Wie schätzen Sie den Verlauf der prognostizierten Entwicklung der Anteile von Nadel- und Laubholz ein? Verläuft diese Entwicklung bis 2020:

- Linear
- Progressiv: \_\_\_\_\_
- Degressiv: \_\_\_\_\_
- Anders: \_\_\_\_\_

3) Ex post – Grafiken zu der relativen Sortimentsverteilung (Stammholz, Industrieholz, Energieholz) im Bezug auf die Marktmengen an Nadel- und Laubholz. Minimale und maximale Sortimentsanteile an den Teilmarktmengen Nadel- und Laubholz (Grafiken 1985-2006, Quelle: Forststatistik).

Nadelholz	Statistik	Plausibel	Experteneinschätzung
<b>Stammholz Untergrenze</b>	69.3		
Obergrenze	78.1		
<b>Industrieholz Untergrenze</b>	8.5		
Obergrenze	21.0		
<b>Energieholz Untergrenze</b>	8.4		
Obergrenze	15.5		

Laubholz	Statistik	Plausibel	Experteneinschätzung
<b>Stammholz Untergrenze</b>	19.2		
Obergrenze	31.2		
<b>Industrieholz Untergrenze</b>	8.7		
Obergrenze	13.0		
<b>Energieholz Untergrenze</b>	52.1		
Obergrenze	71.3		

### III. Waldenergieholzmarkt Schweiz

1) Ex post - Grafiken des Waldenergieholzmarktes Nadelholz zeigen (Entwicklung der Gesamtmarktmengen- und Preise).

Wie schätzen Sie die Marktgleichgewichtssituation des Waldenergieholzmarktes für Nadelholz in der Schweiz (Menge und Preis), unter Berücksichtigung des Angebots- und Nachfrageverhaltens, für das Jahr 2020 ein?

Gesamtmarktmenge 2020: \_\_\_\_\_ 1'000 m<sup>3</sup>

Realer Gesamtmarktpreis 2020: \_\_\_\_\_ % (Ausgangspunkt 2005: Waldenergieholzpreis = 100%)

2) Ex post - Grafiken des Waldenergieholzmarktes Laubholz zeigen (Entwicklung der Gesamtmarktmengen- und Preise).

Wie schätzen Sie die Marktgleichgewichtssituation des Waldenergieholzmarktes für Laubholz in der Schweiz (Menge und Preis), unter Berücksichtigung des Angebots- und Nachfrageverhaltens, für das Jahr 2020 ein?

Gesamtmarktmenge 2020: \_\_\_\_\_ 1'000 m<sup>3</sup>

Realer Gesamtmarktpreis 2020: \_\_\_\_\_ % (Ausgangspunkt 2005: Waldenergieholzpreis = 100%)

3) Aufzeigen der historischen Entwicklung bezüglich der Aufarbeitungsformen des Waldenergieholzes in Stück- und Hackholz, getrennt für Nadel- und Laubholz (Quelle: Schweizerische Holzenergiestatistik, BfE).

a) Wie schätzen Sie vor dem Hintergrund der historischen und technischen Entwicklung sowie der künftigen Entwicklung der Waldenergieholznachfrage die prozentualen Anteile der Aufarbeitungsformen von Waldenergieholz für 2020 ein?

**Nadelenergieholz**

Stückholzanteil 2020: \_\_\_\_\_ %

Hackholzanteil 2020: \_\_\_\_\_ %

**Laubenergieholz**

Stückholzanteil 2020: \_\_\_\_\_ %

Hackholzanteil 2020: \_\_\_\_\_ %

b) Wie schätzen Sie den Verlauf der prognostizierten Entwicklung der Aufarbeitungsformen ein? Verläuft diese Entwicklung bis 2020:

**Nadelholz**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**Laubholz**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

## IV. Restholzmarkt der Schweiz

1) Ex post – Grafik zum Inlandverbrauch (nach Empfängerbranchen) und Exportanteilen des inländisch erzeugten Restholzes (Kuppelprodukt der Sägeindustrie).

a) Wie schätzen Sie die Entwicklung des Restholzbezuges nach Inlandnachfrage und Export bis 2020 ein? Ausgangslage: Stoffflussmatrix 2005.

**Inlandnachfrage- und Export von inländischem Restholz 2020**

- Hackholz: ..... \_\_\_\_\_ %  
Papier- und Zellstoffindustrie: ..... \_\_\_\_\_ %  
Holzwerkstoffindustrie: ..... \_\_\_\_\_ %  
Pellets: ..... \_\_\_\_\_ %  
Export: ..... \_\_\_\_\_ %

b) Wie schätzen Sie den Verlauf der prognostizierten Entwicklung der Nachfrage ein?  
Verläuft diese Entwicklung bis 2020:

**Hackholz**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**Papier- und Zellstoffindustrie**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**Holzwerkstoffindustrie**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**Pellets**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**Export**

- Linear  
 Progressiv: \_\_\_\_\_  
 Degrassiv: \_\_\_\_\_  
 Anders: \_\_\_\_\_

**V. Import- und Export Waldenergieholz in der Schweiz**

1) Ex – post – Grafiken zu historischem Verlauf der Import- und Exportmengen (Quelle: Import und Exportstatistik BfS, 1985-2005).

Wie schätzen Sie, unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung und sich in der Gegenwart abzeichnende Trends, die Entwicklung der Import- und Exportmengen an Waldenergieholz bis 2020 ein?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## VI. Diskussion der ökonometrischen Ergebnisse

1) Mittels statistischer Auswertungen der Holzmarktdaten (Multiple Regressionsanalyse) in der Periode 1985-2005, wurden verschiedene Determinanten auf deren signifikanten Einfluss auf das Holzangebot- und die Holznachfrage hin untersucht. Die nachfolgend aufgeführten Parameter haben einen signifikanten Einfluss auf das Holzangebot bzw. die Holznachfrage gezeigt. Diskussion der ermittelten Einflussparameter und deren Elastizitäten nach folgendem Fragemuster:

- a) Haben die Parameter aus Ihrer Sicht einen signifikanten Einfluss auf das Holzangebot- bzw. die Holznachfrage?
- b) Wenn ja, ist die entsprechend errechnete Elastizität Ihrer Ansicht nach plausibel? Wenn nein, wie stark schätzen sie die entsprechende Reaktion bezüglich Preis und Menge ein?
- c) Gibt es Ihrer Ansicht nach weitere Angebots- und Nachfragebeeinflussende Parameter, welche Ihrer Auffassung nach einen signifikanten Einfluss auf das Holzangebot bzw. die Holznachfrage haben? Wenn ja, welche?

## Ökonometrische Zeitreihenanalysen des Waldholzmarktes der Schweiz

### Angebotsschätzung für den gesamten Rohholzmarkt der Schweiz 1995-2005

#### Rohholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Ek	Pr	Ek/Pr	K
	%	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	125.3	147.2	85.122	336
1996	125.3	136.3	91.93	230
1997	121.3	126.8	95.662	487
1998	114.7	128.8	89.053	79
1999	117.3	128.1	91.569	12567
2000	106.7	110.8	96.3	126
2001	114.7	99.3	115.51	1177
2002	104	110.7	93.948	1003
2003	109.3	110.8	98.646	1754
2004	102.7	104.7	98.09	1207
2005	100	100	100	930

#### Legende

- Ek      durchschnittliche Erntekosten  
 Pr      Rohholzpreis  
 Ek/Pr    Erntekosten/Rohholzpreis  
 K      Kalamitätsholz

Quellen: BFS, BAFU, WSL, WVS

#### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = 1000.085 + 52.107 \text{ Ek}_t/\text{Pr}_t + 0.475 \text{ K}_{t-1}$$

t-Werte    0.558                    2.797                    11.80

$R^2 = 0.95$   $R^2_{ad} = 0.94$  DW = 2.18 Tol = 0.9995

**Nachfrageschätzung für den gesamten Rohholzmarkt der Schweiz 1995-2005****Rohholz-Nachfragedeterminanten**

Jahr	Psim	Pr	Ms
	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	85.54	147.2	94.5
1996	80.434	136.3	86.7
1997	74.587	126.8	82.0
1998	81.088	128.8	89.6
1999	84.367	128.1	94.3
2000	92.055	110.8	102.1
2001	87.972	99.3	88.0
2002	86.08	110.7	87.5
2003	83.28	110.8	84.5
2004	93.859	104.7	94.6
2005	100	100	100.0

**Legende**

Psim Schnittholzimportpreis  
 Pr Rohholzpreis  
 Ms Schnittwarenproduktion

**Quellen:** BFS, BAFU, Aussenhandelstatistik, HIS**Beste Nachfrageschätzung**

$$X_r^N = 12063.39 - 120.13Pr_t - 398.92Psim_t + 475.94Ms_t$$

t-Werte 1.416 -3.123 -2.806 3.853

$$R^2 = 0.75 \quad R^2_{ad} = 0.65 \quad DW = 1.97 \quad Tol = 0.12 - 0.32$$

**Angebotsschätzung für den gesamten Rohholzmarkt der Schweiz 1995-2005****Rohholz-Angebotsdeterminanten**

Jahr	Ek	Pr	Ek/Pr	K
	%	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	125.3	147.2	85.122	336
1996	125.3	136.3	91.93	230
1997	121.3	126.8	95.662	487
1998	114.7	128.8	89.053	79
1999	117.3	128.1	91.569	12567
2000	106.7	110.8	96.3	126
2001	114.7	99.3	115.51	1177
2002	104	110.7	93.948	1003
2003	109.3	110.8	98.646	1754
2004	102.7	104.7	98.09	1207
2005	100	100	100	930

**Legende**

Ek durchschnittliche Erntekosten  
 Pr Rohholzpreis  
 Ek/Pr Erntekosten/Rohholzpreis  
 K Kalamitätsholz

**Quellen:** BFS, BAFU, WSL, WVS**Beste Angebotsschätzung**

$$X_r^A = 1000.085 + 52.107 Ek_t/Pr_t + 0.475 K_{t-1}$$

t-Werte 0.558 2.797 11.80

$$R^2 = 0.95 \quad R^2_{ad} = 0.94 \quad DW = 2.18 \quad Tol = 0.9995$$

## Angebotsschätzung für den gesamten Ndh-Rohholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Ek	Pr	Ek/Pr	K
	%	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	125.3	143.2	87.5	336
1996	125.3	127.17	98.53	230
1997	121.3	123.91	97.894	487
1998	114.7	126.58	90.615	79
1999	117.3	123.65	94.865	12567
2000	106.7	89.92	118.66	126
2001	114.7	98.1	116.92	1177
2002	104	103.17	100.8	1003
2003	109.3	103.96	105.14	1754
2004	102.7	99.44	103.28	1207
2005	100	100	100	930

### Legende

- Ek        durchschnittliche Erntekosten  
 Pr        Rohholzpreis  
 Ek/Pr     Erntekosten/Rohholzpreis  
 K        Kalamitätsholz

Quellen: BFS, BAFU, WSL, WVS

### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = -647.33 + 50.82 \cdot Ek_t/Pr_t + 0.34 \cdot K_{t-1}$$

t-Werte   -0.343                    2.659                    6.705

$$R^2 = 0.94 \quad R^2_{ad} = 0.92 \quad DW = 2.23 \quad Tol = 0.6276$$

## Nachfrageschätzung für den gesamten Ndh-Rohholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Psim	Pr	Psim/Pr	i <sup>r</sup>
	%	%	%	%
1995	107.2	143.2	74.86	3.1
1996	98.8	127.17	77.691	2
1997	107.4	123.91	86.676	1.6
1998	102.3	126.58	80.818	1.5
1999	100.2	123.65	81.035	1.4
2000	100.5	89.92	111.77	3.2
2001	98.1	98.1	100	2.9
2002	100.2	103.17	97.121	1.1
2003	101.9	103.96	98.018	0.3
2004	97.9	99.44	98.451	0.4
2005	100	100	100	0.7

### Legende

- Psim        Schnittholzimportpreis  
 Pr        Rohholzpreis  
 Psim/Pr     Schnittholzimportpreis/Rohholzpreis  
 i<sup>r</sup>        kurzfristiger Realzins

Quellen: BFS, Aussenandelstatistik, Nationalbank

### Beste Nachfrageschätzung

$$X_r^N = -6503.37 + 734.28 \cdot i_t^r + 113.52 \cdot Psim_t/Pr_t$$

t-Werte   -3.24                    3.093                    5.412

$$R^2 = 0.82 \quad R^2_{ad} = 0.77 \quad DW = 1.90 \quad Tol = 0.9918$$

**Angebotsschätzung für den gesamten Lbh-Rohholzmarkt der Schweiz 1990-2005**

Laubholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Ek	Pr	Ek/Pr	St
	%	%	%	1'000m <sup>3</sup>
1990	157.3	136.07	115.6	4900
1991	173.3	129.61	133.71	1
1992	142.7	124.86	114.29	200
1993	134.7	117.68	114.46	1
1994	128	116.31	110.05	1
1995	125.3	112.67	111.21	1
1996	125.3	110.09	113.82	1
1997	121.3	108.14	112.17	400
1998	114.7	108.55	105.67	1
1999	117.3	108.34	108.27	12500
2000	106.7	95.67	111.53	1
2001	114.7	100.11	114.57	1
2002	104	100.93	103.04	1
2003	109.3	100.88	108.35	1
2004	102.7	98.29	104.49	1
2005	100	100	100	1

**Legende**

- Ek      durchschnittliche Erntekosten  
 Pr      Rohholzpreis  
 Ek/Pr    Erntekosten/Rohholzpreis  
 St      Sturmholz

**Quellen:** BFS, BAFU, WSL, WVS**Beste Angebotsschätzung**

$$X_r^A = 2940.57 + 0.045 * St_{t-1} - 12.20 * Ek_t/Pr_t$$

t-Werte    6.357    4.717                    -2.922

$$R^2 = 0.66 \quad R^2_{ad} = 0.60 \quad DW = 1.09 \quad Tol = 0.9103$$

**Nachfrageschätzung für den gesamten Lbh Rohholzmarkt der Schweiz 1990-2005**

Laubholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Pr	Ms
	%	%
1990	136.1	250.0
1991	129.6	205.6
1992	124.9	138.9
1993	117.7	138.9
1994	116.3	161.1
1995	112.7	180.0
1996	110.1	155.6
1997	108.1	227.8
1998	108.6	250.0
1999	108.3	222.2
2000	95.7	222.2
2001	100.1	166.7
2002	100.9	128.9
2003	100.9	116.7
2004	98.3	105.6
2005	100.0	100.0

**Legende**

Pr            Rohholzpreis  
 Ms            Schnittwarenproduktion

**Quellen:** BFS, BAFU, HIS**Beste Nachfrageschätzung**

$$X_r^N = 2302.38 - 9.85Pr_t + 2.43Ms_t$$

t-Werte   7.037   -3.112      3.286

$$R^2 = 0.54 \quad R^2_{ad} = 0.46 \quad DW = 1.89 \quad Tol = 0.8646$$

## Angebotsschätzung für den Nadelstammholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelstammholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Pr	K
	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	150.68	336
1996	130.24	230
1997	128.04	487
1998	132.26	79
1999	128.04	12567
2000	84.966	127
2001	97.973	1178
2002	105.41	1004
2003	106.59	1755
2004	100	1208
2005	100	931

### Legende

Pr Preis Nadelstammholz  
K Kalamitätsholz

Quellen: BFS, BAFU, WSL

### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = 4555.68 + 0.30K_{t-1} - 10.66Pr_t$$

t-Werte 4.651 6.802 -1.32

$$R^2 = 0.92 \quad R^2_{ad} = 0.89 \quad DW = 2.56 \quad Tol = 0.67$$

## Nachfrageschätzung für den Nadelstammholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelstammholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Psim	Pr	Psim/Pr	ik <sub>r</sub>
	%	%	%	%
1995	107.2	150.5	71.2	3.08
1996	98.8	130.1	75.9	2.03
1997	107.4	128.0	83.9	1.61
1998	102.3	132.3	77.3	1.54
1999	100.2	128.0	78.3	1.4
2000	100.5	84.9	118.4	3.23
2001	98.1	97.8	100.3	2.89
2002	100.2	105.4	95.1	1.08
2003	101.9	106.5	95.7	0.25
2004	97.9	100.0	97.9	0.41
2005	100	100.0	100	0.71

### Legende

Psim Schnittholzimportpreis  
Pr Rohholzpreis  
Psim/Pr Schnittholzimportpreis/Rohholzpreis  
ik<sub>r</sub> kurzfristiger Realzins

Quellen: BFS, Aussenandelstatistik, Nationalbank

### Beste Nachfrageschätzung

$$X_r^N = -3452.94 + 526.71i_k^r(t) + 71.24Psim_t/Pr_t$$

t-Werte -2.667 2.812 5.179

$$R^2 = 0.81 \quad R^2_{ad} = 0.77 \quad DW = 1.84 \quad Tol = 1.00$$

**Angebotsschätzung für den Nadelindustrieholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Nadelindustrieholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	K	Ek	Pr	Ek/Pr
	1'000m <sup>3</sup>	%	%	%
1995	336	125.3	137.5	91.1
1996	230	125.3	138.0	90.8
1997	487	121.3	132.6	91.5
1998	79	114.7	124.0	92.5
1999	12567	117.3	124.1	94.5
2000	127	106.7	112.7	94.7
2001	1178	114.7	100.5	114.1
2002	1004	104.0	99.0	105.1
2003	1755	109.3	100.6	108.6
2004	1208	102.7	99.1	103.6
2005	931	100.0	100.0	100.0

**Legende**

K Kalamitätsholz  
Ek Durchschnittliche Erntekosten  
Pr Nadelindustrieholzpreis

**Quellen:** BFS, BAFU, WSL, WVS**Beste Angebotsschätzung**

$$X_r^A = -135.65 + 6.28 * EK_r / Pr_t + 0.031 * K_{t-1}$$

t-Werte -0.664 3.058 6.729

R2 = 0.86 R2 ad = 0.83 DW = 1.30 Tol = 0.9876

**Nachfrageschätzung für den Nadelindustrieholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Nadelindustrieholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Pr	iK <sub>r</sub>
	%	%
1995	137.5	3.1
1996	138.0	2.0
1997	132.6	1.6
1998	124.0	1.5
1999	124.1	1.4
2000	112.7	3.2
2001	100.5	2.9
2002	99.0	1.1
2003	100.6	0.3
2004	99.1	0.4
2005	100.0	0.7

**Legende**

Pr Rohholzpreis  
iK<sub>r</sub> kurzfristiger Realzins

**Quellen:** BFS, Nationalbank**Beste Nachfrageschätzung**

$$X_r^N = 1099.09 + 91.02 * iK_r(t) - 6.17 * Pr_t$$

t-Werte 5.818 3.294 -3.497

R2 = 0.67 R2 ad = 0.58 DW = 2.40 Tol = 0.7962



## Angebotsschätzung für den Nadelenergieholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelenergieholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	K	Ek	Pr
	1'000m <sup>3</sup>	%	%
1995	336	125.3	101.8
1996	230	125.3	100.6
1997	487	121.3	96.1
1998	79	114.7	99.5
1999	12567	117.3	98.8
2000	126	106.7	94.4
2001	1177	114.7	94.2
2002	1003	104.0	97.6
2003	1754	109.3	98.1
2004	1207	102.7	100.9
2005	930	100.0	100.0

### Legende

K Kalamitätsholz  
Pr Nadelenergieholzpreis

Quellen: BFS, BAFU, WSL

### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = 4457.87 - 11.31 * EK_t + 0.043 * K_{t-1} - 25.95 * Pr_t$$

t-Werte 3.279 -3.20 4.372 -1.991

R<sup>2</sup> = 0.91 R<sup>2</sup> <sub>ad</sub> = 0.87 DW = 2.38 Tol = 0.706 - 0.879

## Nachfrageschätzung für den Nadelenergieholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Nadelenergieholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Pr	Ph
	%	%
1995	101.8	44.6
1996	100.6	53.4
1997	96.1	48.7
1998	99.5	38.5
1999	98.8	43.2
2000	94.4	71.4
2001	94.2	66.1
2002	97.6	57.4
2003	98.1	61.7
2004	100.9	70.9
2005	100.0	98.6

### Legende

Pr Nadelenergieholzpreis  
Ph Heizölpreis

Quellen: BFS

### Beste Nachfrageschätzung

$$X_r^N = 5259.83 + 8.89 * Ph_t - 52.02 * Pr_t$$

t-Werte 2.503 2.705 -2.479

R<sup>2</sup> = 0.66 R<sup>2</sup> <sub>ad</sub> = 0.57 DW = 2.27 Tol = 0.983

**Angebotsschätzung für den Laubstammholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Laubstammholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Pr	St
	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	118.18	1
1996	113.64	1
1997	113.64	400
1998	116.67	1
1999	115.15	12500
2000	87.879	1
2001	106.06	1
2002	110.61	1
2003	107.58	1
2004	100	1
2005	100	1

**Legende**

Pr Laubstammholzpreis  
St Sturmholz

**Quellen:** BFS, BAFU**Beste Angebotsschätzung**

$$X_r^A = -1014.29 + 13.07 * Pr_t + 0.0396 * St_{t-1}$$

t-Werte -3.425 4.873 6.067

$$R^2 = 0.82 \quad R^2_{ad} = 0.78 \quad DW = 1.66 \quad Tol = 0.473$$

**Nachfrageschätzung für den Laubstammholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Laubstammholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Pr	Ms	BIP
	%	%	%
1995	118.18	180.0	87.2
1996	113.64	155.6	87.2
1997	113.64	227.8	82.8
1998	116.67	250.0	91
1999	115.15	222.2	92
2000	87.879	222.2	95
2001	106.06	166.7	95.9
2002	110.61	128.9	96.1
2003	107.58	116.7	96.3
2004	100	105.6	98.6
2005	100	100.0	100

**Legende**

Pr Laubstammholzpreis  
Ms Schnittwarenproduktion  
BIP reales BIP

**Quellen:** BFS, BAFU**Beste Nachfrageschätzung**

$$X_r^N = 1748.44 - 0.0024 * BIP_t - 5.16 * Pr_t + 1.61 * Ms_t$$

t-Werte 3.815 -3.281 -3.043 6.302

$$R^2 = 0.92 \quad R^2_{ad} = 0.89 \quad DW = 1.65 \quad Tol = 0.510 - 0.774$$

## Angebotsschätzung für den Laubindustrieholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Laubindustrieholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Pr	St
	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	132.6	1
1996	129.0	1
1997	119.8	400
1998	116.4	1
1999	116.8	12500
2000	109.3	1
2001	101.1	1
2002	96.3	1
2003	95.1	1
2004	95.4	1
2005	100.0	1

### Legende

Pr Rohholzpreis  
St Sturmholz

Quellen: BFS, BAFU, WSL

### Beste Angebotsschätzung

$$X_r^A = 149.66 + 0.19*Pr_t + 0.0051*St_{t-1}$$

t-Werte 4.222 0.624 4.38

$$R^2 = 0.71 \quad R^2_{ad} = 0.64 \quad DW = 1.90 \quad Tol = 0.9997$$

## Nachfrageschätzung für den Laubindustrieholzmarkt der Schweiz 1995-2005

Laubindustrieholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Pr	Pp	ik <sub>r</sub>
	%	%	%
1995	132.6	114.3	3.1
1996	129.0	109.2	2.0
1997	119.8	105.7	1.6
1998	116.4	103.1	1.5
1999	116.8	101.3	1.4
2000	109.3	101.4	3.2
2001	101.1	102.9	2.9
2002	96.3	100.8	1.1
2003	95.1	100.0	0.3
2004	95.4	98.6	0.4
2005	100.0	100.0	0.7

### Legende

Pr Rohholzpreis  
Pp Produktpreis; gewichteter Papier-Karton-Plattenpreisindex  
ik<sub>r</sub> kurzfristiger Realzins

Quellen: BFS, Nationalbank

### Beste Nachfrageschätzung

$$X_r^N = 218.94 + 19.89ik_{(t)} - 0.67Pr_t$$

t-Werte

4.715 3.285 -1.456

$$R^2 = 0.58 \quad R^2_{ad} = 0.47 \quad DW = 1.97 \quad Tol = 0.69$$

**Angebotsschätzung für den Laubenergieholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Laubenergieholz-Angebotsdeterminanten

Jahr	Pr	St
	%	1'000m <sup>3</sup>
1995	99.7	1
1996	99.0	1
1997	99.9	400
1998	99.7	1
1999	99.5	12500
2000	92.8	1
2001	94.5	1
2002	94.7	1
2003	98.4	1
2004	97.4	1
2005	100.0	1

**Legende**

Pr Laubenergieholz  
St Sturmholz

**Quellen:** BFS, BAFU, WSL**Beste Angebotsschätzung**

$$X_r^A = -824.26 - 8.71*E_k_t + 28.90*Pr_t + 0.031*St_{t-1}$$

t-Werte -0.91 -3.89 2.96 4.94

$$R^2 = 0.85 \quad R^2_{ad} = 0.79 \quad DW = 1.59 \quad Tol = 0.598 - 0.837$$

**Nachfrageschätzung für den Laubenergieholzmarkt der Schweiz 1995-2005**

Laubenergieholz-Nachfragedeterminanten

Jahr	Ph	Pr	Pr-IH
	%	%	%
1995	50.0	99.7	132.6
1996	58.6	99.0	129.0
1997	52.9	99.9	119.8
1998	41.4	99.7	116.4
1999	47.1	99.5	116.8
2000	75.7	92.8	109.3
2001	70.0	94.5	101.1
2002	60.0	94.7	96.3
2003	64.3	98.4	95.1
2004	72.9	97.4	95.4
2005	100.0	100.0	100.0

**Legende**

Ph Heizölpreis  
Pr Laubenergieholzpreis  
PR-IH Laubindustrieholzpreis

**Quellen:** BFS**Beste Nachfrageschätzung**

$$X_r^N = 1298.32 + 4.34Ph_t - 6.14Pr_t + 0.76Pr-IH_t$$

t-Werte 0.799 1.465 -0.355 0.197

$$R^2 = 0.31 \quad R^2_{ad} = 0.02 \quad DW = 1.29 \quad Tol = 0.58 - 0.79$$

**Cross Impact-Matrix für ökonometrisches Modell**

						Schnittholz- importpreis Lb	
						Schnittholz- importpreis Nd	
						Schnittwaren- produktion Lb	
						Schnittwaren- produktion Nd	
Sturmholzmenge		-	2+*	1-	2+	1+	1+
Käferholzmenge		0	-	0	1+	0	0
Erntekosten		0	0	-	0	0	0
Schnittwaren- produktion Nd		0	0	1+	-	0	0
Schnittwaren- produktion Lb		0	0	0	0	-	0
Schnittholz- importpreis Nd		0	0	0	1+	0	-
Schnittholz- importpreis Lb		0	0	0	0	1-	0

\* Einflussmechanismus wirkt zeitverzögert

Legende: 0 neutral + Einfluss gleichgerichtet  
1 schwacher Einfluss - Einfluss gegengerichtet  
2 starker Einfluss

### Cross Impact-Matrix für expertengestütztes Modell

	Preis Stammholz Nd	Preis Stammholz Lb	Preis Industrieholz Nd	Preis Industrieholz Lb	Preis Energieholz Nd	Preis Energieholz Lb
Preis Stammholz Nd	-	1+	2+	2+	1+	1fr+
Preis Stammholz Lb	1+	-	1+	1+	1+	1+
Preis Industrieholz Nd	2+	1+	-	2+	2+	2+
Preis Industrieholz Lb	1+	2+	2+	-	2+	2+
Preis Energieholz Nd	1+	1+	2+	2+	-	2+
Preis Energieholz Lb	1+	1+	2+	2+	2+	-

Legende: 0 neutral  
1 schwacher Einfluss  
2 starker Einfluss

+ Einfluss gleichgerichtet  
- Einfluss gegengerichtet