

Potentialstudie Energieholz für den Raum Aachen/Eifel

Oktober 2000

VIKA Ingenieur GmbH
Marienbongard 22-24
52062 Aachen

im Auftrag der

Aachener Stiftung Kathy Beys
Schmiedstr. 3
52062 Aachen
Tel: 0241 40 929 0 Fax: 0241 40 929 20
Internet: www.aachener-stiftung.de
Email: info@aachener-stiftung.de



1	Ziele	1-2
2	Abgrenzung	2-3
	2.1 Untersuchungsgebiet	2-3
3	Holz als Energieträger	3-5
4	Holz aus der Forstwirtschaft	4-6
	4.1 Vorgehensweise	4-6
	4.2 Baumbestand und Ernte	4-8
	4.3 Einschätzung des wirtschaftlich nutzbaren Energieholzanteils	4-10
	4.3.1 Energiefraktion Nadelbaum.....	4-11
	4.3.2 Energiefraktion Laubbaum	4-13
	4.4 Ernte und mögliche Bezugsquellen	4-15
	4.4.1 Durchforstungsprinzip	4-15
	4.4.2 Kahlschlagprinzip	4-16
5	Holz aus der Sägewerksindustrie	5-18
	5.1 Struktur der Sägewerksindustrie im Untersuchungsgebiet.....	5-18
	5.2 Sägerestholz-Fraktionen.....	5-19
	5.3 Übliche Verwendung der Sägereste.	5-21
	5.4 Entsorgung / Vermarktung	5-22
	5.4.1 Preise für Sägerestholz	5-22
	5.5 Thermische Verwertung von Sägerestholz	5-24
6	Zusammenfassung / Ausblick	6-25
	6.1 Waldholz.....	6-25
	6.2 Sägereste.....	6-25
7	Anhang	7-27
	7.1 Digitale Karte:	7-27

1 Ziele

Das Aachener Umland ist gerade im Süden - sowohl auf der deutschen als auch auf der belgischen Seite - durch Waldreichtum geprägt. Der Wertstoff Holz ist in der Vergangenheit deutlich stärker als heute regional verwertet worden. Infolge dessen sind auch zahlreiche Betriebe der Sägewerksindustrie in der Region angesiedelt. In der Wertschöpfungskette vom lebenden Baum zum vermarktbareren Haupt- und Nebenprodukt fallen Holzmengen an, die grundsätzlich auch zur energetischen Verwertung in Frage kommen.

Die Umwandlung der „Reste“ in Wärme war bereits über lange Zeiträume hinweg auch in der Aachener Region üblich. Wie allerorts hat aber die stoffliche Verwertung der „Reste“ zum Beispiel in der Spanplatten- und Papierindustrie zugenommen. Auch die unter den Gesichtspunkten der Luftreinhaltung und Energieeffizienz unzureichende alte Feuerungstechnik und die sehr preiswerten Alternativen in Form fossiler Brennstoffe haben das Holz vom Energiemarkt weitgehend verdrängt.

Die technische Entwicklung im Bereich der Umwandlung von Holz in Nutzenergie ist in den vergangenen Jahren aber stark vorangeschritten. Anlagen zur rein thermischen Verwertung sind in Leistungsklassen vom Einzelofen bis zum Heizkraftwerk ausgereift, komfortabel und marktreif. Die Technologie zur Stromerzeugung aus Holz ist in geringen Leistungsklassen noch entwicklungsfähig, aber auch in diesem Sektor ist die Marktreife bald erreicht. Neue Gesetzgebungen zum Umgang mit erneuerbaren Energien schaffen bereits heute günstige Bedingungen für die Holzverstromung und werden deren Verbreitung in naher Zukunft vorantreiben.

Diese Entwicklung und das zunehmende Interesse an CO₂-neutralen Brennstoffen mit hoher Versorgungssicherheit und geringem Risikopotenzial, hat bereits in verschiedenen walddreichen europäischen Regionen zu einer regelrechten Renaissance des Energieträgers Holz geführt.

Im Aachener Raum ist die verstärkte Nutzung von Holz als Energieträger bisher aber kaum erkennbar. Eines der Hemmnisse auf dem Entscheidungsweg zur regionalen energetischen Holznutzung liegt in der unzureichenden Kenntnis über die verfügbaren Mengen, Qualitäten und Preise des Energieträgers. Denn ein Markt für Energieholz kann ohne genügend Abnehmer noch nicht existieren.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit diesen Fragen und gibt den aktuellen Stand der bisher nicht auf die energetische Verwertung eingestellten Holzbranche im Aachener Raum an.

2 Abgrenzung

Unter energetischen Gesichtspunkten kommt Holz in jeder Verarbeitungs- und Nutzungsstufe in Frage. Darunter fällt auch solches Holz, das bereits genutzt wurde und den Wirtschaftskreislauf verläßt. Dafür ist der Begriff Gebrauchtholz definiert. Darunter können Transportverpackungen, Bauholz, Konstruktionsholz, gebrauchte Möbel, Telefonmasten und Ähnliches fallen. Als sekundäres Rohstoffmaterial kann Gebrauchtholz durch Fremd- und Störstoffe verunreinigt sein. Die Herkunft von Gebrauchtholz kann oftmals nicht nachvollzogen werden und bei seiner energetischen Verwertung ist die Entstehung zahlreicher Schadstoffe möglich. Der gesamte Komplex der Gebrauchthölzer wird in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Naturbelassenes Holz, das definitionsgemäß ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und „nicht mehr als unerheblich“ mit Verunreinigungen kontaminiert wurde, ergibt sich aus der Forstwirtschaft, aus der Landschaftspflege, aus der Obstbaumpflege und zum Teil aus der Holzverarbeitenden Industrie. Aus ersten regionalen Untersuchungen für Aachen [Kluttig, Henze, 98] geht hervor, dass die überwiegenden Mengen naturbelassenen Holzes im Aachener Raum in der Forstwirtschaft und der Sägewerksindustrie umgesetzt werden. Die anderen Quellen spielen hier eine untergeordnete Rolle. Aus diesem Grund beschränkt sich die vorliegende Untersuchung auf diese beiden Bereiche.

2.1 Untersuchungsgebiet

Die räumliche Abgrenzung des Untersuchungsgebietes ergibt sich aus der Entfernung zur Stadt Aachen, dem Waldaufkommen, den Sägewerksstandorten und den Forstamtsgrenzen. Die Entfernungsgrenze wurde auf etwa 50 km festgelegt. Aufgrund des geringen Waldaufkommens finden die niederländischen Gebiete um Aachen keine Berücksichtigung.

Auf der deutschen Seite ist das Untersuchungsgebiet durch die Bereiche der staatlichen Forstämter *Esweiler*, *Hürtgenwald* und *Schleiden* gekennzeichnet. Auf der belgischen Seite umfaßt es das Gebiet der Forstdirektion Malmedy. Darunter fallen die Forstämter *Walhorn*, *Eupen I*, *Eupen II*, *Elsenborn*, *Büllingen*, *Malmedy* und *Verviers*.

Für die Bereiche „Holz aus der Forstwirtschaft“ und „Restholz aus der Sägeindustrie“ ergeben sich Daten, die gemeinsam in einer digitalen Regionalkarte dargestellt werden. Die Karte kann bezüglich Mengen, Qualitäten und Adressen fortgeschrieben und aktualisiert werden.

3 Holz als Energieträger

Holz gehört zu den nachwachsenden Rohstoffen. Bei seinem Wachstum nimmt es durch Photosynthese die gleiche Menge Kohlendioxyd auf, die später bei der Verrottung im Wald oder bei der Verbrennung frei wird. Es gilt daher als CO₂-neutral.

Holz ist ein Energieträger, dessen Energieinhalt im waldfrischen Zustand mit dem von Braunkohle vergleichbar ist. Wird es an der Luft getrocknet, erreicht es bereits einen Energieinhalt, der bis zu 60 % über dem Wert roher Braunkohle liegt. Etwa zwei Kilogramm luftgetrocknetes Holz tragen die Energiemenge eines Liters Heizöls in sich.

Da Holz ein Naturprodukt ist, schwankt sein Energiegehalt in Abhängigkeit von vielen Faktoren. Dazu zählen: Holzart, Gesundheitszustand, Wuchs und vor allem der Feuchtigkeitsgrad. Zur genauen Umrechnung von Holzmassen in Energiemengen werden in dieser Untersuchung die jeweils gebräuchlichen Einheiten wie Festmeter [fm], Schüttkubikmeter [Sm³], [m³] oder Raummeter [rm] in Massen [Kg] umgerechnet. Auf die Masse [kg] bezogen, ergeben sich dann nur geringe Unterschiede. In dieser Studie wird nur noch zwischen Nadelholz und Laubholz unterschieden. Lediglich die Feuchte hat noch einen entscheidenden Einfluß. Folgende Werte werden hier zugrunde gelegt:

	Waldfrisch	Lufttrocken (lutro) 20 %	Trocken 7 %	Absolut trocken (atro) 0%
Energiegehalt [kWh / kg]	2,1 – 2,3	3,7 – 4,2	4,4 – 4,8	4,8 – 5,2

Table 3.1: Feuchtegehalt

Bei einigen technischen Anwendungen, wie z. B. der Papier- oder der Spanplattenherstellung muß der Holzrohstoff bestimmten Qualitätsansprüchen genügen. Dazu zählt etwa der Grad der Verfärbung, der möglichst geringe Rindenanteil usw. Im Gegensatz dazu, kann bei der energetischen Verwertung ein weites Spektrum von Qualitäten akzeptiert werden. Rinde stellt kein Problem dar, ihr Energieinhalt liegt im lufttrockenen Zustand in der Größenordnung von Nadelholz. Bakterielle Verfärbungen verschlechtern weder die Verbrennung noch steigern sie den Schadstoffausstoß.

Das entscheidende Qualitätsmerkmal von Energieholz ist der Feuchtigkeitsgrad, denn der Wirkungsgrad der Feuerungsanlage ist stark von ihm abhängig. Wird waldfrisches Holz verfeuert, so erhält man lediglich - je nach Anlage - eine Energieausbeute bis zu 65 %. Verwendet man luftgetrocknetes Holz (die Brennstoffmenge wird in [t_{lutro}] angegeben), kann die Energieausbeute bei 80 % liegen.

4 Holz aus der Forstwirtschaft

Stellen Sie sich einen Holzwürfel mit der Kantenlänge 2,75 m vor. Er entspricht der nutzbaren Energieholzmenge, die in den Wäldern des Untersuchungsgebietes in jeder Stunde! zuwächst.

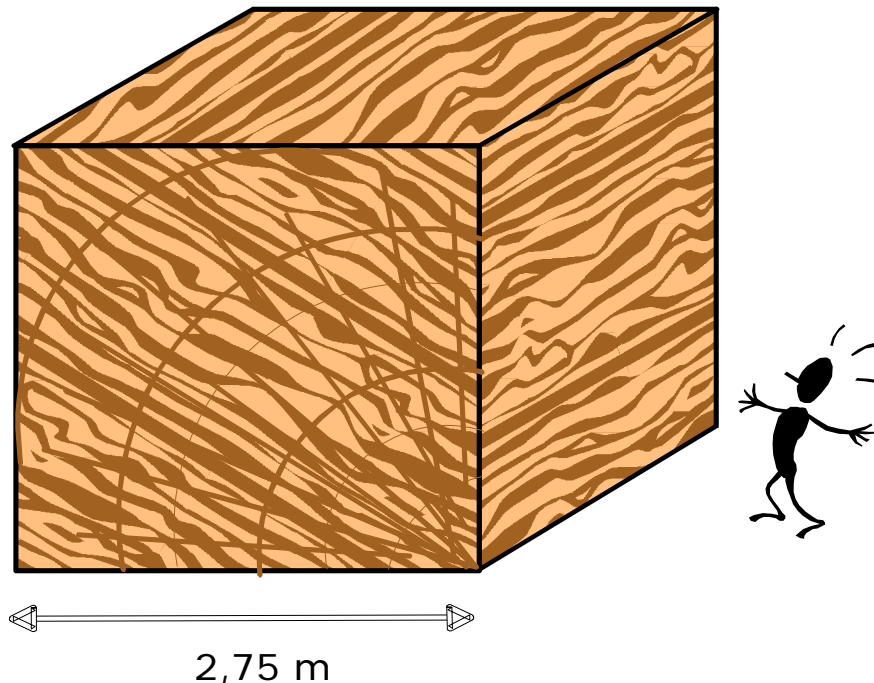


Bild 4.1: „Stündlicher Energieholz-Zuwachs im Untersuchungsgebiet“

An einem Tag ergibt das bereits das Volumen eines großen Einfamilienhauses. Umgerechnet in Energie entspricht das einer Dauerleistung von 47.000 kW.

4.1 Vorgehensweise

Das Gedankenspiel vom stündlich zuwachsenden Holzwürfel wirkt sehr einfach. Die notwendige Datengrundlage setzt allerdings sehr umfangreiche Untersuchungen voraus. Darüber hinaus liegen ihm Abschätzungen zugrunde, die sich auf regionale Bedingungen beziehen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

1. Sammlung von Daten aus den verschiedenen Forstbehörden
2. Zusammenstellung der relevanten Daten mit Bezug zum Untersuchungsgebiet
3. Gespräche mit Forstamtsleitern zur Abschätzung der Energieholzmengen

Für die relevanten Bereiche im Untersuchungsgebiet wurden die jüngsten Waldinventurdaten zusammengetragen. Für den deutschen Teil stammen sie von der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten in Recklinghausen. Für den belgischen Teil wurden sie von der Forstdirektion Malmédy zur Verfügung gestellt.

Zur Definition möglicher Energieholzfraktionen und deren quantitativer Abschätzung auf Basis regionaler Besonderheiten, wurden Gespräche mit den Forstexperten in den betroffenen Forstämtern geführt.

Die deutschen Forstamtsbereiche FA sind in Forstbetriebsbezirke FBB untergliedert. Im belgischen Teil entspricht dem deutschen Forstamtsbereich die Forstdirektion. Seine Untergliederung, die belgischen Forstamtsbereiche, haben etwa die Größe der deutschen Forstbetriebsbezirke.

Wünschenswert wäre eine Datenzuordnung auf dieser Ebene. Die Waldinventurdaten sind aus statistischen Gründen aber nicht auf FBB-Ebene verwertbar.

Eine der Schwierigkeiten bei der Erhebung FBB-bezogener Daten ergibt sich aus den Besitzverhältnissen. Zu unterscheiden ist Staatswald, sogenannter Betreuungswald und Privatwald. Nur zum Staatswald und dem von staatlichen Institutionen administrativ betreutem Privatwald liegen überhaupt Daten auf FBB-Ebene vor.

Im Untersuchungsgebiet liegt der Anteil des Privatwaldes mit folgenden Werten unter Landesdurchschnitt:

Bereich	Privatwaldanteil
Direction de Malmédy	Bis 10 %
Forstamt Eschweiler	Bis 70 %
Forstamt Hürtgenwald	Bis 30 %
Forstamt Schleiden	Bis 50 %

Tabelle 4.1: Privatwald

Auf FBB-Ebene existieren die sogenannten „Forsteinrichtungswerke“ mit Daten und Karten. Nach Ansicht der betroffenen Forstamtsleiter kann dieses Material mit vertretbarem Aufwand aber nicht zur Potentialabschätzung herangezogen werden.

Solche Abschätzungen sind verwaltungsintern versucht worden, es liegen aber keine geschlossenen Ergebnisse vor. In der Konsequenz werden hier FA-bezogene Daten bearbeitet. Kartenmaterial mit FA- und FBB-Grenzen für den deutschen Teil wird bei der höheren Forstbehörde in Bonn erzeugt und wurde von ihr zur Verfügung gestellt.

Vom belgischen Teil wurden Kartenkopien mit Handeintragungen bezüglich der Forstamtsgrenzen von der Forstdirektion Malmedy zur Verfügung gestellt. Adressen der relevanten Forstbehörden befinden sich im Anhang

4.2 Baumbestand und Ernte

Die jüngsten und genauesten Datenerhebungen mit Relevanz für das Untersuchungsgebiet (UG) sind die nordrhein-westfälische Landeswaldinventur LWI mit endgültigen Ergebnissen vom April 1999 und die wallonische Waldinventur I.F.W.2000.

Dabei wurde für NRW ein 1 x 1 km-Raster festgelegt. Je Rasterpunkt wurde ein Probekreis mit einem Radius von 12 m aufgenommen. Das heißt, der Bestand innerhalb eines Kreises mit 24 m Durchmesser repräsentiert eine Fläche von 100 ha. Diese Vorgehensweise ist für entsprechend große Untersuchungsgebiete sinnvoll.

Bei Betrachtung eines kleineren Teilgebietes wie dem nordrhein-westfälischen Teil des Untersuchungsgebietes oder der Forstdirektion Malmedy wächst jedoch der Fehler. Aus statistischen Gründen muß ein Untersuchungsgebiet mindestens 10.000 ha umfassen, damit ihm überhaupt abgesicherte Daten zugeordnet werden können.

Die wesentlichen Ergebnisse der Inventuren mit Bezug zum Untersuchungsgebiet sind hier zusammengetragen. Die Daten wurden vor der Grenzverschiebung im Juni 2000 zwischen den Forstämtern Bad Münstereifel und Schleiden aufgenommen.

1. Die Waldfläche in NRW ist mit 915.800 ha um bis zu 100.000 ha größer als nach bisherigen Statistiken angenommen. Die zusätzliche Waldfläche liegt in den Ballungsräumen, also nicht im Untersuchungsgebiet. Für die relevanten Forstamts- bzw. Direktionsbereiche ergeben sich folgende Werte:

[ha]	Eiche	Buche	ALH	ALN	Pappel	Kiefer	Lärche	Fichte	Douglasie	? -Alle
Eschweiler	3.940	726	1.906	4.684	2.709	2.369	243	1.935	389	18.900
Hürtgenwald	5.139	3.813	1.569	2.658	320	1.809	507	14.422	763	31.000
Schleiden	3.119	4.659	750	1.847	690	1.576	124	17.335	799	30.900
Belgischer Teil	9.500					27.100				36.600

Tabelle 4.2: Waldfläche je Forstamtsbereich, alle Waldbesitzarten

ALH = Andere Laubhölzer höherer Umtriebszeit, zumeist edle Laubhölzer

ALN = Andere Laubhölzer niedriger Umtriebszeit, zum Beispiel Birke

2. Der Holzvorrat im deutschen Teil des Untersuchungsgebietes liegt unter NRW-Landesdurchschnitt. Im belgischen Teil liegt er darüber.

Bei Inventuren wurden die lebenden Bäume volumetrisch bestimmt. Das Ergebnis wird in Vorratsfestmetern angegeben [Vfm]. Unter Abzug der Ernteverluste und der Rinde ergibt sich die Maßeinheit [Efm o. R.]. Sie dient als Planungsgrundlage für Einschlag und Verkauf. Der Durchschnittsvorrat je ha aller Baumarten beträgt auf NRW-Landesebene 213 [Efm o. R.]. Im Vergleich dazu ergeben sich für die relevanten Forstamtsbereiche die folgende Werte:

[Efm o. R. / ha]	Eiche	Buche	ALH	ALN	Pappel	Kiefer	Lärche	Fichte	Douglasie	? Alle
Eschweiler	139	271	118	85	155	161	131	180	113	150
Hürtgenwald	129	214	107	64	91	193	145	143	125	135
Schleiden	117	175	71	42	25	190	95	237	109	118
Belgischer Teil	218					272				245

Tabelle 4.3: Vorrat je Hektar, alle Waldbesitzarten

In Folge von Kriegsschäden hat das Rheinland einen hohen Anteil jüngerer Bäume. Da der Vorrat je ha mit dem Alter der Bäume zunimmt, ist der Vorratsunterschied zum Landesdurchschnitt verständlich. Im belgischen Teil fällt der Forstamtsbereich Elsenborn durch einen sehr hohen Nadelbaum-Vorrat mit 366 [m³ / ha] auf. Im Forstamtsbereich Büllingen liegen die Laubbaum-Vorräte mit [316 m³ / ha] über Durchschnitt.

3. Der Holzvorrat wächst. Aus dem Vergleich mit früheren Statistiken ergibt sich eine jährliche Vorratsansparung. Sie liegt im Durchschnitt bei 2 [Efm o. R.] je ha.
4. Im Untersuchungsgebiet kann nachhaltig mehr Holz genutzt werden. Im Rahmen der Inventuren wird der sogenannte Hiebsatz ermittelt. Dazu wird für jeden Baum festgehalten, ob er nach dem Nachhaltigkeitsprinzip und aus waldbaulichen Gründen genutzt werden kann. Quantitativ ergibt sich der Hiebsatz in Erntefestmetern ohne Rinde [Efm o. R.] je ha. Zu beachten ist, dass die Einheit Efm o. R. nicht das Reisig, die Rinde und das sogenannte Nichtderbholz mit einem Durchmesser kleiner als 7 cm enthält.

[Efm o.R. / a]	Eiche	Buche	ALH	ALN	Pappel	Kiefer	Lärche	Fichte	Douglasie	? Alle
Eschweiler	12.678	4.337	5.006	13.350	11.644	12.780	1.147	8.976	453	70.371
Hürtgenwald	15.936	26.418	2.213	2.361	819	15.314	1.666	118.174	4.640	187.541
Schleiden	7.829	32.637	1.145	929	0	8.376	0	134.513	1.918	187.374
Belgischer Teil	37.000					189.700				226.700

Tabelle:4.4: Hiebsatz alle Waldbesitzarten

In den Bereichen Hürtgenwald, Schleiden und Belgien ist die Dominanz der Fichte deutlich zu erkennen. Im Bereich Eschweiler fällt der hohe Hiebsatz für Pappel und ALN (hier zu meist Birke) auf

4.3 Einschätzung des wirtschaftlich nutzbaren Energieholzanteils

Die dargestellten Hiebsatzzahlen stellen Maximalmengen dar, die dem Wald des Untersuchungsgebietes jährlich entnommen werden können. Davon kommt natürlich nur ein gewisser Prozentsatz als Energieholzanteil in Frage. Im Rahmen dieser Untersuchung werden folgende Grundbedingungen berücksichtigt:

1. Es soll nur solches Waldholz thermisch verwertet werden, das keiner höherwertigen Nutzung zugeführt werden kann. Zur höherwertigen Nutzung zählen alle Säge- und Profilerspanungsprodukte.
2. Aus waldökologischen Gründen muß ein gewisser Anteil der zuwachsenden Biomasse im Wald verbleiben.
3. Jegliches Waldholz ist inklusive Rinde zur thermischen Verwertung geeignet.

Aufgrund der unterschiedlichen Verwertungspraxis von Nadelholz und Laubholz und des leicht unterschiedlichen Energieinhaltes, wird hier eine entsprechende Unterscheidung getroffen:

4.3.1 Energiefraktion Nadelbaum

Im Untersuchungsgebiet ist der Nadelbaum das wirtschaftliche Zugpferd. Über seine Vermarktung an die Sägewerksindustrie ist in der Forstwirtschaft des Untersuchungsgebietes Gewinn zu erzielen. Die Erlöse liegen zur Zeit (nach dem Wirbelsturm Lothar) in der Größenordnung von 110,- DM bis 150,-DM / fm.

Das entspricht einem Energiepreis von 50,-DM / MWh bis 70,-DM / MWh ab Waldstraße. Im belgischen Teil wird Nadelholz üblicherweise ab 60 cm Umfang in Brusthöhe an die Sägewerksindustrie verkauft. Die Dimensionen im Umfang zwischen 20 cm und 59 cm werden dort zur Zellstoff- und Spanplattenproduktion genutzt.

Im Deutschen Teil wird angegeben, dass Fichte ab einem Durchmesser von 13 cm, und die Sorten Kiefer Douglasie und Lärche meistens erst in größeren Stärken ab 21 cm Durchmesser in die Sägewerksindustrie gehen. Im Forstamtsbereich Esweiler werden diese Sorten aber zum großen Teil auch schon ab 14 cm Durchmesser der Profilerspanung zugeführt. In diesem Segment werden noch Preise um 70,-DM bis 90,-DM / fm erreicht. Das entspricht einem Energiepreis von 31,-DM / MWh bis 40,-DM / MWh ab Waldstraße

Eine Besonderheit im Untersuchungsgebiet ist das kranke Holz. Durch Hirschfraß wurde in den vergangenen Jahrzehnten die Rinde geschädigt. Eindringende Fäule führte zu Schäden, die weit über die Höhe der Bißstelle hinauswachsen können. Die auf diese Weise geschädigten Stämme können nicht komplett an die Sägewerksindustrie abgesetzt werden. Üblicherweise wird der Stamm „gesundgeschnitten“. Der kranke Teil verbleibt bisher entweder im Wald oder kann zum Teil als Industrieholz genutzt werden.

Ist die Schädigung bei Fichten in Höhen über 3 Meter vorgedrungen, so wird der gesamte Baum (in der Güteklasse D) als Schadholz eingestuft. Über den Verbleib des kranken Holzes im Wald gibt es unter den Forstfachleuten im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Meinungen. Einige halten es für wichtig, das kranke Holz fortzuschaffen, weil es als Nahrung des Borkenkäfers dem Wald schadet. Andere schätzen das Problem geringer ein.



Bild 4.2: Waldholz mit Schaden durch Hirschfraß

Bei der Ernte des Nadelbaumstammholzes fällt „Zopfholz“ an. Damit ist die Spitze des Baumes bis zum Minimaldurchmesser der vermarktaren Stammholzrolle gemeint. Unter Berücksichtigung der Grundbedingungen bezüglich waldökologischer Restriktionen und Vermeidung von Konkurrenz zwischen Energieholz und Sägeholz, werden der Nadel-Energieholzfraktion hier folgende Kriterien zugrundegelegt:

1. Krankes Holz
2. Zopfholz
3. Durchmesser unter 13 cm bei Fichte
4. Durchmesser unter 14 cm bei Douglasie, Kiefer und Lärche
5. Rinde

Dabei ist zu beachten, dass in der Energieholzfraktion zum Teil auch Industrieholz-Anteile liegen, die zur Zeit zu „Grenzpreisen“ vermarktet werden.

Zusammen mit den Forstexperten wurden nach den genannten Kriterien Potentialabschätzungen getroffen. Die Ergebnissen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefaßt.

	Eschweiler	Hürtgenwald	Schleiden	Belgischer Teil	? Alle
Hiebsatz Nadelholz [Efm / a]	25.688	153.773	159.288	189.700	528.449
Energie-Holz-Anteil	12 [%]	15 [%]	12 [%]	13 [%]	
Energie-Nadelholz-[m³ / a]	3.085	23.100	19.200	24.470	69.855
Energie-Menge [MWh / a]	6.800	50.800	42.200	53.800	153.600
Erlöse bei 2,0 Pf / kWh	136.000,-	1.010.000,-	845.000,-	1.070.000,-	3.072.000,-

Tabelle 4.5: Energie -Nadelholz aus der Forstwirtschaft

Die möglichen Energieholzmengen der einzelnen Forstamts- beziehungsweise Forstdirektionsbereiche wurden in der letzten Zeile unter Zugrundelegung eines Energiepreises von 2 Pfennig je Kilowattstunde (20,-DM / MWh) ab Waldstraße in Gesamtbeträge umgerechnet. Die Zahlen geben etwa das Einnahmepotential der jeweiligen Forstbereiche für Energieholz an.

Wir haben für den Energiepreis von 2 Pfennig je Kilowattstunde ab Waldstraße angesetzt, weil er etwa die Grenzkosten für den wirtschaftlichen Betrieb einer energetischen Verwertung darstellt. Im Einzelnen sind diese Grenzkosten natürlich von individuellen Projektbedingungen wie Transport- und Aufbereitungslogistik sowie Anlageninvestitionskosten etc. abhängig.

4.3.2 Energiefraktion Laubbaum

Das Laubholz spielt im Untersuchungsgebiet aus wirtschaftlicher Sicht eine Nebenrolle. Auch beim Laubbaum besteht der an die Sägeindustrie vermarktbare Anteil aus dem Stammholz. Dabei kommen aber nur Stämme mit mehr als 30 cm Brusthöhendurchmesser in Betracht. Der Anteil des nur schwer oder gar nicht vermarktbareren Kronenholzes ist beim Laubbaum sehr hoch und er steigt mit dem Alter des Baumes. Er liegt in der Größenordnung zwischen 40% und 50%. Im Untersuchungsgebiet gibt es einen hohen Anteil jüngerer Laubbäume mit einem Brusthöhendurchmesser unter 30 cm. Im belgischen Teil wird das Laubholz aufgrund mangelhafter Qualität überhaupt nicht an die Sägeindustrie verkauft.

Der hohe Birkenanteil im Forstamtsbezirk Eschweiler erklärt sich aus ihrer Eigenschaft als Pionierpflanze nach der Steinkohle. Sie kommt auch verstärkt auf den sandigen Böden in Grenznähe vor. Die Birke wird gemeinhin als geringwertig angesehen und ist für die thermische Verwertung prädestiniert. Dennoch soll sie zukünftig verstärkt höherwertig vermarktet werden. Zum Teil geht sie zu Preisen um 55,-DM bis 60,-DM / fm in die Spanplattenindustrie. Das entspricht Energiepreisen um 23,-DM bis 25,-DM / MWh ab Waldstraße. Zu ähnlichen Preisen wird sie auch in der Stahlproduktion als Rührstange oder zukünftig in der OSB-Platten-Produktion verwendet.

Der hohe Pappelbestand im Forstamtsbezirk Eschweiler wird nach der Ernte innerhalb der nächsten 10 Jahre nicht mehr nachgepflanzt. Andere Baumarten werden folgen. Viel Pappelholz geht als C-Qualität in die Verpackungsindustrie. Die Papierindustrie nimmt aufgrund technischer Neuerungen in der Herstellung zunehmend mehr Pappelholz ab. Unter Berücksichtigung der Grundbedingungen bezüglich waldökologischer Restriktionen und Vermeidung von Konkurrenz zwischen Energieholz und Sägeholz und höherpreisigem Industrieholz, werden der Laub-Energieholzfraktion hier folgende Kriterien zugrundegelegt:

1. Durchmesser unter 30 cm
2. Kronenholz
3. Schadholz
4. Rinde

Zusammen mit den Forstexperten wurden nach den genannten Kriterien Potentialabschätzungen getroffen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefaßt.

	Eschweiler	Hürtgenwald	Schleiden	Belgischer Teil	? Alle
Hiebsatz Laubholz [Efm / a]	54.067	54.909	48.920	37.000	194.896
Energie-Holz-Anteil	50 [%]	41 [%]	46 [%]	100 [%]	
Energie-Laubholz-[m ³ / a]	27.000	22.500	22.500	37.000	109.000
Energie-Menge [MWh / a]	64.000	53.400	53.400	87.875	258.700
Erlös bei 2,0 Pf / kWh	1.280.000,-	1.068.000,-	1.068.000,-	1.760.000,-	5.176.000,-

Tabelle 4.6: Energie -Laubholz aus der Forstwirtschaft

4.4 Ernte und mögliche Bezugsquellen

In der obigen Betrachtung wurden Grenzkosten angenommen, ab denen die Nutzung des Energieholzes derzeit als wirtschaftlich erscheint: 2 Pf / kWh ab Waldstraße entsprechen bei Laubholz einem Preis von 47,-DM / m³ und bei Nadelholz 44,-DM / m³.

Die Frage nach der Realisierung solcher Preise, den notwendigen Erntepraktiken, dem personellen und technischen Aufwand kann nicht allgemeingültig beantwortet werden. Sie muß im Rahmen konkreter Projekte mit den zuständigen Forstämtern oder Waldbesitzern geklärt werden.

4.4.1 Durchforstungsprinzip

In Deutschland wird nach dem Durchforstungsprinzip geerntet. Stammholz wird dem Wald in der Regel durch Mitarbeiter oder Subunternehmer des Forstamtes entnommen und ab Waldstraße zum Verkauf angeboten. Krone, Zopf, Äste und zum Teil krankes Holz verbleiben im Wald.

Für die Entnahme der Energieholzfraktionen aus dem Wald ergibt sich eine logistische Frage. Möglicherweise kann es im Rahmen der Stammholzentnahme in einem Arbeitsgang direkt mit zur Waldstraße transportiert werden. Andernfalls wird ein neuer Arbeitsgang im Wald erforderlich. Die Nutzung des kranken Holzes als Energieholz erscheint leicht realisierbar: Den kranken Abschnitt des Stammes könnte man per Farbmarke am Stamm kennzeichnen und am Polter überstehen lassen. Dort kann er vom E-Holz Abnehmer abgetrennt und abgeholt werden.

Möglichkeiten zur Entnahme von Ästen, Zopf und Schwachholz ergeben sich durch mobile Hacker im Wald, die Hackschnitzel ab Waldstraße produzieren. Die Einrichtung von „Energie-Holz-Zentren“ in günstiger Nähe zu mehreren thermischen Verwertern wäre denkbar. Von dort könnte die Entnahme aus dem Wald, die Trocknung und Aufbereitung und der Transport organisiert werden.



Bild 4.3: Mobiler Hacker

4.4.2 Kahlschlagprinzip

Im belgischen Teil wird das Holz „auf dem Stock“ also als lebender Baum verkauft. Noch vor wenigen Jahrzehnten wurde dort Nadelholz etwa zu 50 % im Durchforstungsprinzip und zu 50% im Kahlschlagprinzip geerntet.

Heute hat sich der Anteil nach dem Kahlschlagprinzip etwa auf 30% bis 35% reduziert. Das belgische Forstgesetz in seiner neuesten Fassung verbietet den Kahlschlag nicht, beschränkt ihn aber auf Flächen von maximal 2 ha. Nach Ansicht der Forstdirektion Malmédy wird es in Belgien auf Jahrzehnte hinaus das Kahlschlagprinzip geben.

Beim belgischen Kahlschlag ergeben sich die günstigsten Bedingungen zur Energieholzbeschaffung zu ergeben. Üblicherweise werden die Reste auf „Schwaden“ zusammengerückt, um Platz für Aufforstungen zu schaffen. Beim Zusammenrücken müssen die Fahrzeuge auf einem Reisigbett fahren um den Waldboden vor Verdichtung und anderen Schäden zu bewahren.

Das Reisigbett entsteht durch die Zweige, die beim Ernten des Stammholzes anfallen. Die Zweige müssen im Wald verbleiben um dem Waldboden die nötigen Nährstoffe zu geben. Diese Arbeiten werden üblicherweise von privaten Unternehmen übernommen. Den Forstämtern entstehen dabei Kosten in Höhe von ca. 1.000,- DM / ha.

Alternativ dazu wird es gelegentlich auch gehackt und im Wald belassen. Das ist mit Kosten von ca. 1.500,- DM / ha verbunden. Da diese Maßnahme der Aufforstung zuzurechnen ist, entsteht unter Energieholzgesichtspunkten nur Aufwand für den Abtransport. In der Forstdirektion Malmedy wird dieses Szenario begrüßt.

Im Anhang befindet sich eine Zusammenstellung privater belgischer Forstunternehmen, die unter anderem Ernte und Aufforstung betreiben.

5 Holz aus der Sägewerksindustrie

5.1 Struktur der Sägewerksindustrie im Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet sind 45 Sägewerke angesiedelt. Sie unterscheiden sich, gemessen an der jährlich verarbeiteten Rohholzmenge, sehr stark voneinander. Das größte Werk schneidet jährlich bis zu 100-mal mehr Rohholz ein als das kleinste. Dabei reichen die Mengen von unter 2.500 [fm / a] bis zu 250.000 ! [fm / a].

Wie vorher dargestellt, ergibt sich in der Forstwirtschaft des Untersuchungsgebietes über alle Baumarten und alle Waldbesitzarten ein waldbaulicher Hiebsatz von insgesamt 670.000 [Efm / a]. Ein einfacher Vergleich dieser Zahlen zeigt, dass der Rohholzbedarf der Sägewerksindustrie im Untersuchungsgebiet nicht aus der regionalen Forstwirtschaft gedeckt werden kann.

Für viele Betriebe ist ein Einzugsradius zur Rohholzbeschaffung von 100 km bis 150 km üblich. Besondere Naturereignisse können die Holzbeschaffung aber erheblich beeinflussen. Zur Zeit dieser Untersuchung wird das Rohholz als Folge von Windwurf zum Jahresbeginn 2000 zum großen Teil aus Frankreich und Baden-Württemberg ins Untersuchungsgebiet geliefert. Forstgesetze ermöglichen der hiesigen Forstwirtschaft für solche Situationen einen Aufschub der bereits geplanten und vertraglich gebundenen Ernte.

Ähnliche Situationen gab es auch durch Schneebruch in den Achtziger Jahren und durch Sturmereignisse zu Beginn der Neunziger Jahre. Hier liegt vermutlich eine der Ursachen für den Aufbau der großen Sägewerkskapazitäten im Untersuchungsgebiet. Darüber hinaus ist in ganz Europa ein Konzentrationsprozess erkennbar, der die Zahl der Werke bei wachsender Einzelkapazität auch im Untersuchungsgebiet reduzieren wird. Mit der Größe der Betriebe wächst die Beschaffungsentfernung. Einzelne Betriebe im Untersuchungsgebiet folgen der Tendenz, ihren Bedarf in Osteuropa zu decken.

Die kleineren Betriebe mit jährlichen Einschnittmengen unter 10.000 fm sind dagegen weiterhin eher regional orientiert. Daraus ergibt sich ihre stärkere Abhängigkeit von saisonalen Effekten. In den großen Betrieben stellt sich ganzjährig eine nahezu konstante Auslastung ein. Die mittleren Betriebe geben Auslastungen zwischen 80 % im Winter und bis zu 120 % im Sommer an. In den sehr kleinen Betrieben mit weniger als 5.000 fm / a wird die Produktion im Winter zum Teil ganz eingestellt. Schwierigkeiten im Personalmanagement sind die Folge.

Die größeren Betriebe sind nahezu reine Nadelholzsägewerke. Sie schneiden frisches Nadelholz, das inklusive Rinde angeliefert wird. Im Bereich der kleineren Werke mit Jahresmengen unter 10.000 fm / a werden zum Teil auch Laubhölzer geschnitten. Die kleineren Werke unterscheiden sich häufig auch dadurch, dass sie das Holz aus Qualitätsgründen nur nach mehrmonatiger Lagerung schneiden. Werke ohne eigene Entrindungseinrichtungen beziehen zum Teil bereits entrindetes Holz.

Hauptprodukt der Sägewerke im Untersuchungsgebiet ist Konstruktionsbauholz für Dachstühle, Listenbauholz und Ähnliches. Eine größere Vielfalt ergibt sich bei den kleineren Sägereien. Dort werden auch Produkte wie Biertische, Transportverpackungen und Kabeltrommeln erzeugt. Im Sektor der Laubholzverarbeitung wird zum Teil Parkett hergestellt.

Alle Werke zeichnen sich durch einen hohen Stromverbrauch aus, der sich aus den elektrischen Maschinenantrieben ergibt. Ihr Bedarf an Wärmeenergie ist dagegen unbedeutend. Lediglich zur Beheizung der Verwaltungs- und Sozialräume und vereinzelt zur Trocknung spezieller Produkte wird Wärme benötigt. Im Augenblick ist der Eigenverbrauch an Nebenprodukten folglich sehr gering. Bei zukünftiger Entwicklung kleiner Anlagen zur Holzverstromung könnte sich die Situation ändern.

Bei keinem der befragten Betriebe im Untersuchungsgebiet findet derzeit eine eigene Verarbeitung der Sägereste zu vermarktaren Produkten für den Wärme- oder Energiemarkt statt.

5.2 Sägerestholz-Fractionen

Die Ausbeute – damit ist das Verhältnis vom Volumen des Nutzholz-Produktes zum Gesamtvolumen des Rohholzstammes gemeint - variiert mit der technischen Ausstattung der Sägerei. Sie ist im Wesentlichen davon abhängig, ob die Produktion sogenannter Seitenware möglich ist.

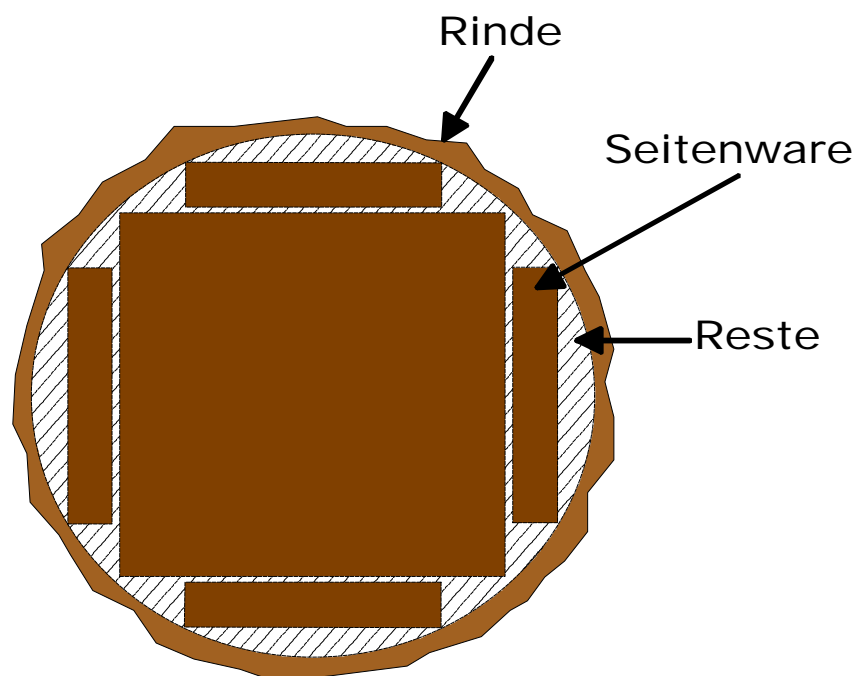


Bild 5.1: Ausnutzung des Stammholzes

Im optimalen Fall kann die Ausbeute bei modernen Anlagen 65% bis 70% betragen. Günstig wirkt sich eine rechnergestützte Bestimmung der optimalen Produktdimension für den individuell vermessenen Stamm aus.

Mit traditionellen Techniken liegt die Ausbeute oft im Bereich zwischen 45 % und 50 %. Im Augenblick kann davon ausgegangen werden, daß im Untersuchungsgebiet etwa 45% der umgesetzten Holzmassen nach dem Sägeprozeß als Restholz anzusehen sind. Es fällt in verschiedenen Formen und Qualitäten an.

Rinde

Um die übrigen Sägereste rindenfrei zu halten, erfolgt zumindest in den größeren Betrieben der Vorgang des Entrindens. Die Effektivität dieses Vorgangs ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität der später entstehenden Restholzfraktionen.

Kappholz

Zu Beginn des Sägeprozesses wird vom Stamm am dickeren unteren Ende ein Stück abgetrennt. Daraus ergibt sich das sogenannte Kappholz in Form von massiven, runden und zum Teil unentrindeten Stücken. Sie werden in manchen Werken direkt zu Hackschnitzeln zerkleinert, weil dafür höhere Preise erzielt werden. Abhängig vom Anlieferungszustand der Stämme entsteht Kappholz mit oder ohne Rinde.

Schwarten / Spreißel

Vom Rundholz werden die äußeren Bereiche abgeschnitten um die rechtwinkelige Form der Produkte zu erhalten. Die dabei entstehenden Schwarten oder Spreißel können je nach Sägeprozeß die Länge des Stammes haben. Abhängig vom Anlieferungszustand der Stämme ergeben sich Stücke mit oder ohne Rinde. In den kleineren Betrieben werden die Schwarten – zum Teil inklusive Rinde- zu Bündeln von 4 bis 6 Metern Länge und üblicherweise 80 cm Durchmesser zusammengefaßt.

Sägespäne

Sägespäne machen etwa ein Drittel der gesamten Reste aus. Sie werden in Vorratsbehältern gesammelt, die je nach Bauart eine mobile Absaugeinrichtung am Transportfahrzeug erforderlich machen.

Hackschnitzel

Größere Betriebe bereiten die Schwarten zu Hackschnitzeln auf indem sie einen entsprechenden Zerkleinerungsprozeß einschalten. Die Stücke haben eine maximale Kantenlänge bis 60 mm. Das entspricht dem Standard G 50 bis G 100 nach ÖNORM 7133. In der deutschen Normung ist eine qualitative Einstufung von Hackschnitzelsorten nicht gegeben.

Das Profilerspanen vereint die Prozesse des Sägens und Zerkleinerns. Daraus ergeben sich direkt die Hackspäne. Die Mengenrelationen der einzelnen Fraktionen hängen vom

jeweiligen Verfahren ab. Dennoch kann in erster Näherung von folgender Verteilung ausgegangen werden:

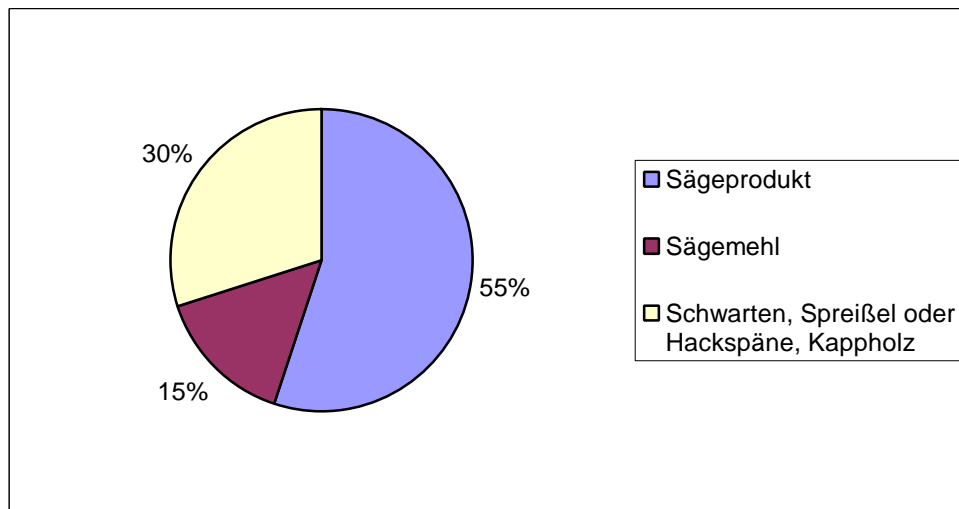


Bild 5.2: Verhältnis von Hauptprodukten und Nebenprodukten

5.3 Übliche Verwendung der Sägereste.

Wie oben erwähnt, findet in keinem der befragten Betriebe im Untersuchungsgebiet eine eigene Weiterverarbeitung der Reste statt. Die Hauptverwendung liegt in der Zellstoff- und in der Spanplattenproduktion. Die höchsten Qualitätsanforderungen stellt die Zellstoffindustrie. Wichtige Kriterien sind dort ein möglichst geringer Rindenanteil, geringe Verfärbung durch bakterielle Effekte und ein möglichst hoher Feuchtigkeitsgehalt. Für alle Kriterien gibt es entsprechende Bewertungsgrundlagen, die zur Preisgestaltung zwischen Sägewerk und Abnehmern herangezogen werden.

Die hochwertigsten Reste ergeben sich folglich in Werken, die frisches und entrindetes Holz verarbeiten, und direkt Hackschnitzel erzeugen. Diese Bedingungen erfüllen im Untersuchungsgebiet die mittleren und großen Werke. Hackschnitzel geringerer Qualität, die etwa mit Rinde „verunreinigt“ sind, finden in der Spanplattenfabrikation Verwendung. Die Bündel aus zumeist trockenen und teilweise rindenhaltigen Spreißeln, wie sie in den sehr kleinen Unternehmen anfallen, sind für die Zellstoffproduktion weniger interessant. Sie kommen eher in der Spanplattenfabrikation zum Einsatz.

Sägespäne werden überwiegend in der Spanplattenproduktion verwendet. Einige kleinere Betriebe im belgischen Teil des Untersuchungsgebietes geben die Späne auch an Reitställe und landwirtschaftliche Betriebe in der Region ab. Die Rinde wird zum Teil zu Rindenmulch aufgearbeitet, dass beispielsweise in kommunalen Grünanlage Verwendung findet.

5.4 Entsorgung / Vermarktung

Aufgrund des hohen Anteils der Sägereste am umgesetzten Holzvolumen kommt der Entsorgung eine wichtige Bedeutung zu. Einige Betriebe geben eine Lagerkapazität für Restholz mit mehreren Stunden an. Der reibungsfreie Betrieb ist folglich von einer funktionsierenden Entsorgung abhängig.

Auffällig viele Unternehmen im Untersuchungsgebiet vermarkten ihre Sägereste nicht direkt an die Industrie, sondern arbeiten mit Großhändler-Transportunternehmen zusammen, die ihrerseits überregional präsent sind. Dabei handelt es sich im Untersuchungsgebiet in der Hauptsache um folgende Firmen:

- ?? Schröder
- ?? Brenner
- ?? Copanex
- ?? SCA
- ?? Lenz
- ?? Fehring

Viele Sägebetriebe geben an, dass die Vertragsbasis mit den Entsorgern nur mündlich besteht und „gut klappt“. Die vertragliche Bindung wird mit einer zeitlichen Perspektive zwischen einem halben Jahr und einem Jahr angegeben. Wegen der Preisdynamik, die sich zum Beispiel aus Windwurfereignissen ergibt, sind längere Zeiträume unüblich.

Ein Interesse an alternativen Absatzmöglichkeiten für die Sägereste ist bei allen befragten Unternehmen erkennbar. Bei den kleineren Unternehmen wird die Notwendigkeit garantierter Abnahme aber stärker betont.

5.4.1 Preise für Sägerestholz

Exakte Preise für Sägerestholz können hier nicht angegeben werden. Nicht alle befragten Betriebe waren bereit ihre Verkaufspreise zu nennen. Auch bei Betrieben mit Auskunftsbereitschaft kann nur eine Preisspanne angegeben werden. Die Gründe liegen in saisonalen Effekten und in der Preisdynamik, die auf Sonderereignisse reagiert.

Die Preisangaben beziehen sich auf die unterschiedlichsten Maße. Genannt werden Preise je m³, je Tonne, je T_{atro} (atro = absolut trocken). Die Umrechnung in einen Energiepreis setzt Annahmen über Dichte, Energieinhalt und Feuchtegehalt voraus. Der Feuchtegehalt muß bei Befragung also mit erhoben werden. Aus den Befragungen ergibt sich nachfolgendes Bild:

Sägespäne:

Die Preisangaben schwanken zwischen 2,-DM und 5,-DM je m³. Der Durchschnitt liegt bei 4,-DM/m³. Die Preise sind in den vergangenen Jahren offenbar gefallen. Vereinzelt wird angegeben, dass noch vor wenigen Jahren um 7,50 DM je m³ zu erzielen waren. Unter der Annahme 3 m³ = 1 t, Feuchtegehalt um 30% und 2,5 MWh je Tonne ergibt sich ein Energiepreis um 5,-DM / MWh ab Sägewerk.

Großbünde:

Die Preisangaben schwanken zwischen 12,-DM bis 14,-DM je m³ oder 35,-DM bis 45,-DM / Tonne. Der Durchschnitt liegt bei 40,-DM / Tonne. Preise um 50,-DM / Tonne waren in den vergangenen Jahren zu erzielen. Unter der Annahme 3 m³ = 1 t, Feuchtegehalt um 30% und 2,5 MWh je Tonne ergibt sich ein Energiepreis um 16,-DM / MWh ab Sägewerk.

Rinde:

Die Rinde ist mit Abstand die preiswerteste Restholzfraktion. Die Preise liegen um 6,-DM / Tonne. Manche größere Werke geben an, derzeit keine Erlöse aus der Rinde zu erzielen. Der Energiepreis liegt um 2,40 DM je MWh ab Sägewerk.

Hackschnitzel:

Hackschnitzel in höchsten Qualitäten werden zur Zeit zu Preisen zwischen 125,-DM bis 145,-DM/ Tonne atro gehandelt. Damit liegt der Energiepreis zwischen 25,- DM und 30,- DM je MWh ab Sägewerk.

Kaptholz:

Wenn das Kaptholz nicht zu Hackschnitzeln „veredelt“ wird, geht es zu Preisen zwischen 15,-DM bis 25,- je Tonne auf den Markt. Damit liegt der Energiepreis zwischen 6,- DM und 10,- DM je MWh ab Sägewerk.

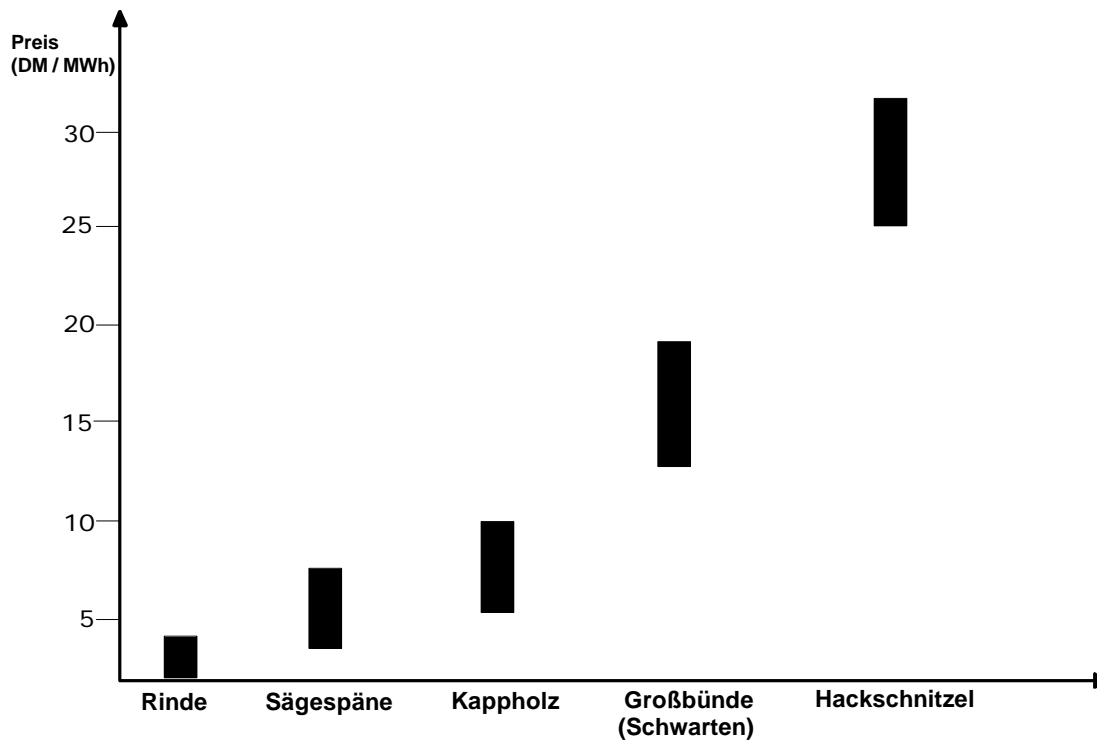


Bild 5.3: Preise für "Säge -Nebenprodukte"

5.5 Thermische Verwertung von Sägerestholz

Grundsätzlich sind alle Restholzfraktionen zur thermischen Verwertung geeignet.

Die hochwertigste Fraktion, die feuchten und rindenfreien Hackschnitzel, werden allerdings als Rohstoff für die Zellstoffproduktion „höherwertig“ genutzt. Die Preise liegen entsprechend hoch. Der hohe Feuchtegehalt führt zu einer weniger effizienten Verbrennung, wenn kein Trocknungsprozess vorgeschaltet wird. Wenn die Trocknung ohne maschinellen Aufwand stattfinden soll, setzt sie aber Platzbedarf und Arbeitsaufwand voraus.

Der Einsatz von Rinde für die thermische Nutzung ist aus Kostengründen günstig zu bewerten. Jedoch sollte beachtet werden, dass viele Feuerungsanlagen im laufenden Betrieb nur eine Beimischung gewisser Rindenanteile zulassen. Insbesondere im Teillastbetrieb ist die Brennstoffqualität kritisch zu bewerten.

Schwarten in Bündeln sind zum Teil bereits vorgetrocknet, gelegentlich mit Rinde versetzt und somit ideal zur thermischen Verwertung geeignet. Sie müssen allerdings noch zerkleinert werden. Das Gleiche gilt für Kappholz. Die große Fraktion der Sägespäne bedarf zur thermischen Verwertung einer mechanischen Aufbereitung zu Presslingen wie „Holzbriketts“ oder Pellets.

6 Zusammenfassung / Ausblick

6.1 Waldholz

Beim derzeitigen Stand der Erhebung und Verwaltung von Forstdaten ist die Lokalisierung und Quantifizierung der Waldholzbestände nur auf der Ebene von Forstamtsbereichen möglich. Die Daten reichen aber aus, um das gewaltige Energieholzpotenzial im Untersuchungsgebiet erkennbar zu machen.

Im Bereich des Nadelholzes ergibt sich die Summe von 153.600 MWh / a. Im Bereich des Laubholzes 258.700 MWh / a. Zur Verdeutlichung der Gesamtsumme von 412.300 MWh / a.

Im Gebäudebestand der Bundesrepublik wird im Durchschnitt etwa 120 kWh Wärmeenergie pro m² zur Raumheizung und Warmwasserbereitung gebraucht. Den Bundesbürgern stehen durchschnittlich 30 m² pro Person zur Verfügung. Unter Berücksichtigung der Verluste zur Umwandlung des Waldholzes in Wärme mit dem Faktor $\eta = 0,65$ läßt sich die Anzahl der Menschen errechnen, die mit dem möglichen Energieholz des Untersuchungsgebietes versorgt werden könnte.

Bei völliger Ausschöpfung des Energieholzpotentials im Untersuchungsgebiet lassen sich unter den genannten Bedingungen bis zu 75.000 Menschen mit Wärme versorgen! Das hohe Potenzial im Bereich des Laubbaums ergibt sich aus dem hohen Kronenholzanteil und seiner eher geringen Qualität im Untersuchungsgebiet. Im Nadelholzbereich wird die Energieholzfraktion vom Schadholz durch Hirschfraß dominiert.

Waldholz als Energieholz wird vor dem Hintergrund des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zukünftig mit Altholz konkurrieren müssen. An Stelle der Rohstoffkosten tritt dort eine Gutschrift für die Entsorgung. Allerdings wird die Anlagentechnik wegen aufwendiger Abgasreinigung für Altholznutzung teurer ausfallen. Die Bestrebung von Forstwirtschaft und Waldbesitzern muß also dahin gehen, durch neue Ideen und Initiativen im Bereich der Energieholz-Logistik konkurrenzfähige Preise zu realisieren.

6.2 Sägereste

Das große Energieholz-Potenzial der Sägeindustrie wird an einem einfachen Vergleich deutlich: Die Nebenprodukte eines einzigen Sägewerkes mit einer Jahres-Einschnitt-Menge von 50.000 fm / a entsprechen etwa der nutzbaren Energie-Nadelholzmenge eines ganzen Forstamtsbereiches im Untersuchungsgebiet. Allerdings muß berücksichtigt werden, dass die überwiegende Menge der Nebenprodukte in Form von Hackschnitzeln hohe Preise bei nicht thermischer Verwertung erzielen.

Die Sägeindustrie im Untersuchungsgebiet kann auf der Beschaffungsseite kaum als „regional“ angesehen werden. Auf der Entsorgungsseite bietet sich durch die Zusammenarbeit mit den Transport- und Handelsunternehmen ein ähnliches Bild.

Eine thermische Verwertung der Sägereste in der Region kann aber zumindest auf der Entsorgungsseite zur Regionalisierung und damit zur Vermeidung von Transportwegen beitragen. Dabei erscheinen die Großbündel aus Schwarten und das Kappholz besonders interessant. Sie entstammen zumeist den kleinen und mittleren Betrieben, die keine Aufbereitung zu Hackschnitzeln vornehmen können.

Hackschnitzel kommen bei derzeitigen Preisen eher als „Reservemasse“ in Frage. So könnten Heiz - (Kraft) - Werke, die im Normalbetrieb mit Waldrestholz und geringerwertigen Sägenebenprodukten betrieben werden, bei Versorgungsengpässen kurzzeitig mit Hackschnitzeln versorgt werden. Die aufkommenden Mengen in den großen Sägereien, die hauptsächlich am Südrand des Untersuchungsgebietes liegen und deren vertragliche Bindung an die Entsorger lassen ein solches Szenario zu.

Der Aufbau einer gesicherten Abnahme durch einzelne Heiz - (Kraft) - Werke oder „Energieholz-Zentralen“ kann die Position der kleinen und mittleren Betrieben stützen. Denkbar ist eine Kooperation dieser Werke, um Transport und bedarfsgerechte Zerkleinerung für einzelne Abnehmer gemeinsam organisieren zu können. Im Hinblick auf den Absatzmarkt Aachen bieten sich für solche Überlegungen im Untersuchungsgebiet die kleineren Unternehmen im Stollberger und im Eupener Raum an.

Interessante Perspektiven bietet auch der Aufgriff einer Entwicklung, die in Österreich, der Schweiz aber auch in Brandenburg bereits erkennbar ist: Die kleineren und mittleren Unternehmen könnten eine Aufbereitung der Sägespäne zu Brennstoff-Pellets aufbauen. Die Schaffung dieses zweiten Standbeines kann auch zur Glättung der saisonalen Auslastung mit positiven Auswirkungen auf das Personalmanagement beitragen. Auch hier wäre eine Kooperation der Werke zur Belieferung eines zukünftig wachsenden Aachener Pelletmarktes denkbar.

7 Anhang

7.1 Digitale Karte:

1. Energieholz Potential in den Forstamtsbereichen des Untersuchungsgebietes
2. Staatliche Forstbehörden
3. Private Forstunternehmen
4. Sägewerke im Umkreis von 50 km mit Restholzpotential

Institution	Ansprechpartner	Anschrift	Tel.	Fax
Landesanstalt für Ökologie Bodenordnung und Forsten NRW	H. Spelzberg, H Wessels	Castroper Straße 312-314	02361-3050	
Direction de Malmedy	H. Letocart	Avenue Monbijou 8, 4960 Malmedy	080-799041	
Forstamt Büllingen	H. Schumacher	St.-Vither-Str. 272, 4760 Büllingen	080-647270	
Forstamt Eisenborn	H. Dahmen	Unter den Linden 5, Bütgenbach	080-448888	
Forstamt Malmedy	H. Doyen	Avenue Monbijou 8, 4960 Malmedy	080-799046	
Forstamt Eupen I	H. Schlembach	Rue Haas 7, 4700 Eupen	087-552548	
Forstamt Eupen II	H. Pieper	Rue Haas 7, 4700 Eupen	087-552549	
Forstamt Eschweiler	H. Jansen	Jülicher Str. 240, 52249 Eschweiler-Dürwiß	02403-9450-0	02403-945085
Forstamt Hürtgenwald	H. Deisner	Kirchstr. 2, 52393 Hürtgenwald	02429-9400-0	02429-940085
Forstamt Schleiden	H. Langer	Urfseeestr. 34, 53937 Schleiden	02444-9510-0	02444-951085

Tabelle 7.1 Adressenliste relevanter Forstbehörden

Name	Anschrift	Tel.	Fax
D. Arnould	Sassor, 81 - B - 4910 Theux	087-542393	
F. Bebronne	Chênerie, 1- B - 4845 Jalhay	087-647037	017-936000
G. Foguene	Rue Laschet, 26- B - 4852 Hombourg	087-788886	087-788886
Ph. Gerarts	Rue des Planeresses, 25 B- 4960 Malmedy	080-338661	080-770586
F. Herminne (Forest Garden)	Rue Vert Buisson, 336 B- 4910 La Reid	087-377017	087-377017
R. Lannoy (S.P.R.L. Richard Lannoy)	Rue du Géron, 59- B - 4000 Liege	04-2276008	04-2276008
M. Lemarchand	Rue du Centre, 131- B - 4821 Andrimont	087-340100	087-351285
J. Paquay	Rue de Houtain, 26- B - 4458 Fexhe-Slins	04-2783940	
J. Picard	Rue de Petralis, 18- B - 4140 Sprimont	04-3821363	04-3823227

Tabelle 7.2: private belgische Forstbetriebe

Firma	Adresse	PLZ	Ort	Fon	MA
ENTREPRISES DU CHESSEROUX	RUE DE HERVE 91	4651	BATTICE	087/67.40.58	
RADERMECKER	RUE DES GAILLETES, 1	4651	BATTICE	087/69.29.10	43
SAGEWERK UND HOLZHANDEL PAUL PANKERT NACHF	NISPERT 1	4700	EUPEN	087/74.27.72	5
LANCE	RUE DE HERBESTHAL 130	4700	EUPEN	087/56.00.63	11
PETERGES ET CIE	AM RURBUSCH, 1	4750	BUTGENBACH	080/44.48.19	10
HOLZINDUSTRIE PAULS	BAHNHOFSTRASSE, 34	4760	BULLINGEN	n.d.	7
BARTHEL PAULS FILS - BARTHEL PAULS SOHNE	BULLINGEN, 34 (M.B. BAHNHOFSTRASSE, 34)	4760	BULLINGEN	080/64.01.00	33
EIFEL - ARDENNEN	MORSHECK	4760	BULLINGEN	n.d.	
SETRABOIS	BAHNHOFSTRASSE, 34	4760	BULLINGEN	n.d.	
DELHEZ BOIS	RUE DE MONT, 201	4820	DISON	087/44.67.49	8

PRAGO	RUE DE L'INVASION, 7-9	4834	GOE	n.d.	
SCIERIE B. CARNOL	RUE DE L'ECOLE 8	4834	GOE	087/76.21.00	9
SCIERIE BRONFORT	SOLWASTER, 2	4845	SART-LEZ-SPA	087/47.40.57	1
DRESSEN - TOMBEUX	SAINT GERMAIN, 155B	4861	SOIRON	n.d.	1
SCIERIE DEMONTY FRERES	RUE DES SCIERIES, 17-18	4950	ROBERTVILLE	080/44.62.36	10
SOCOBOIS	RUE DU CAMP, 173(SOURBRODT)	4950	ROBERTVILLE	080/44.46.85	10
GABRIV	RUE DU BAYEHON, 57	4950	OVIFAT	080/44.71.32	
VONECHE BOIS	RUE DE HOTTLEUX, 63	4950	WAIMES	n.d.	13
SCIERIE CLOSE	PLACE PRUME 3	4970	STAVELLOT	n.d.	4
SCIERIE D.BERNARD	ROANNE-COO GRAND-ROUTE, 17	4987	LA GLEIZE	080/78.59.93	3
K.B.+	PONT LIENNE, 14	4990	LIERNEUX	n.d.	9
SAGEREI MAUS	AM ADESBERG, 282	4770	AMEL	080/34.91.87	
B.C.T.	BULLINGER STRASSE, 229	4770	AMEL	n.d.	3
HOVETA	MONTENAU, 48	4770	AMEL	080/34.92.84	4
SAGEWERK BILL	HALENFELD, 57	4771	HEPPENBACH	080/34.04.67	8
SCIERIE B. THEISSEN	BURG, 19	4780	RECHT	n.d.	4

Tabelle 7.3: Adressenliste belgischer Säge -Unternehmen

Firma	STR	PLZ	ORT	FON	FAX	MA	UMSATZ
Gebr. Eigelshoven, Sägewerk Holz-, Baustoff-, Landhandel	Hauptstr. 250 Postfach 1305	52146	Würselen	02405/4732 30	02405/4732314	35	20-50 Mio. DM
August Franken	Görgesstraße	52156	Monschau	02472/2336	02472/7725	11	1-5 Mio. DM
Heinrich Steffens Sägewerk, Holzhandlung, KG	Reichensteiner Str. 16	52156	Monschau	02472/2155	02472/5299	15	1-5 Mio. DM
Peter Krings, Inhaber: Bernhard Krings	Cockerillstr. 69	52222	Stolberg	02402/9520 0	02402/83280	30	5-20 Mio. DM
Josef Franzen Sägewerk und Kabeltrommelwerk	Langerweher Str. 20	52224	Stolberg	02409/1077	02409/1079	15	
Hermann Körner	Münsterau 124	52224	Stolberg	02402/7211 3		15	5-20 Mio. DM
Jakob Krings, Sägewerk und Holzhandlung GmbH & Co KG	Münsterau 6	52224	Stolberg	02402/7206 8	02402/75300	28	1-5 Mio. DM
Peter Kuchem	Jägerhausstr. 1	52224	Stolberg	02402/9851 0	02402/985115	16	1-5 Mio. DM
Franz Schumacher GmbH & Co.	Birkesdorfer Str. 42	52353	Düren	02421/8203 0		25	1-5 Mio. DM
Heinrich Meisenberg	Am Wingert 17	52355	Düren	02421/6138 0		8	0,5-1 Mio. DM
Heinrich Fourné GmbH & Co. KG	Hamicher Str. 58	52379	Langerwehe	02423/1351	02423/1245	12	1-5 Mio. DM
Anton Lorenz GmbH & Co. KG	Neue Str. 26, Postfach 1108	52382	Niederzier	02428/9420 0	02428/5759	120	5-20 Mio. DM
Josef Eschweiler GmbH	Brunnenstr. 74	52441	Linnich	02462/8969	02462/5850	13	1-5 Mio. DM
Wilhelm Peters	Niedermerzer Str. 4	52457	Aldenhoven	02464/1065	02464/8190	9	1-5 Mio. DM
Karl Krappen Holzgroßhandlung und Sägewerk GmbH & Co. KG.	Industriestr. 13	52525	Heinsberg	02452/3621 0	02452/22494	10	1 - 5 Mio. DM

Wilhelm Schumacher & Sohn GmbH & Co. KG.	Am Sägewerk 1	53925	Kall	02441/8492	02441/1503	9	1-5 Mio. DM
I.B.H. Sägewerk GmbH	Gartzbroich	53937	Schleiden	02485/9595 0	02485/1349	16	20-50 Mio. DM
Clemens Freyschmidt, Sägewerk und Holzhandlung,	Kalberbenden 10 ,Postfach 8	53940	Hellenthal	02482/1307	02482/7780	10	1- 5 Mio. DM
Holzindustrie Losheim HILO Holz GmbH	Industriegebiet ,Streitvenn	53940	Hellenthal	06557/871	06557/1372	19	
Holz-Schumacher GmbH	Auf der Heide 33	53947	Nettersheim	02486/633	02486/1765	60	
Sägewerk Schmidtheim Graf Beissel KG	Bahnhofstr. 81	53949	Dahlem	02447/1031	02447/1542	27	5- 20 Mio. DM

Tabelle 7.4: Adressenliste deutscher Sägereibetriebe im deutschen Teil des Untersuchungsgebietes