

Potenziale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Be- rücksichtigung der Biodiversität

Naturverträgliche Nutzung forstlicher Biomasse zur Wärme- und
Stromgewinnung unter besonderer Berücksichtigung der Flä-
chen der Österreichischen Bundesforste

Endfassung
Oktober 2006

Studie des WWF in Zusammenarbeit mit den Österreichischen
Bundesforste

Autor: Peter Hirschberger, WWF Österreich

Unter Mitwirkung von: Mario Bachhiesl, Beteiligungsmanagement, ÖBf; Ulrich Eichelmann, Fachbereich Wasser, WWF Österreich; Roman Fink, Betriebsleiter Holzlogistik; Johann Flaschberger, Forsteinrichtung, ÖBf; Franz Gruber, Forstbetrieb Wienerwald, ÖBf; Wolfgang Holzer, Stabstellenleiter Holz-Technik-Einkauf, ÖBf; Markus Niedermair, Fachbereich Klima, WWF Österreich; Gerald Plattner, Natur- und Umweltschutz, ÖBf; Dr. Norbert Putzgruber, Stabstellenleiter Wald-Naturschutz-Dienstleistungen, ÖBf; Christian Rohrmoser, Geschäftsführer SWH Strom und Wärme aus Holz Heizwerke Errichtungs-BetriebsgmbH; Herbert Stadler, Forsttechnik St. Johann, ÖBf; Gerald Steindlegger, Fachbereich Wald, WWF Österreich; Hannes Üblagger, Betriebsleiter Dienstleistungen Inland, ÖBf

Inhalt

Zusammenfassung	7
1 Einleitung	9
1.1 Politischer Hintergrund	10
2 Forstliche Biomasse und der Österreichische Energiemarkt.....	13
2.1 Biomasseeinsatz in privaten Haushalten	14
2.1.1 Scheitholz	14
2.1.2 Pellets	15
2.2 Biomasseheizwerke und -kraftwärmekopplung (KWK).....	16
2.2.1 Biomasseheizwerke	16
2.2.2 Biomasse-KWK-Anlagen.....	16
2.2.3 Ökostromgesetz	17
2.2.4 Biomassebrennstoffe	18
2.2.4.1 Hackschnitzel	18
2.2.4.2 Waldhackgut.....	18
2.2.4.3 Industriebhackgut	19
2.2.4.4 Rinde	19
2.2.4.5 Ablauge	19
2.3 Entwicklungsszenarien.....	20
2.3.1 Prognostizierter Verbrauch.....	20
2.3.2 Biomassepotenziale	21
2.3.2.1 Ungenutzter Zuwachs.....	21
2.3.2.2 Durchforstungsreserven	23
2.3.2.3 Wipfelstücke und Astmaterial	23
2.3.2.4 Totholz	24
2.3.2.5 Zusätzliche Rinde und Sägenebenprodukte	24
2.3.2.6 Ökologische Bewertung der Biomassepotenziale	25
2.3.2.7 Zusammenfassung der Biomassepotenziale	25
2.3.3 Marktentwicklung	25
3 Biodiversität im Wald	27
3.1 Grundlagen und ökologische Bedeutung	27
3.1.1 Definition der Biodiversität.....	27
3.1.2 Ebenen der Biodiversität	28
3.2 Einfluss des Klimawandels auf die Biodiversität im österreichischen Wald.....	28
4 Biomassenutzung – Chance oder Gefährdung für nachhaltige Waldwirtschaft und Biodiversität?	32
4.1 Betriebsarten.....	32
4.1.1 Niederwald und Mittelwald.....	32
4.1.2 Exkurs Energieholzflächen.....	34
4.2 Vornutzung	35
4.2.1 Dickungspflege (Stammzahlreduktion).....	35
4.2.2 Durchforstung.....	35
4.3 Nutzung des Rücklasses (Wipfel, Äste).....	38
4.4 Totholz und Biotopbäume	40
4.5 Baumartenwahl.....	43
4.6 Vorwälder	43
4.7 Umbau sekundärer Nadelwälder	44
4.8 Waldrandgestaltung.....	45
5 Heutige und zukünftige Schwerpunktregionen der forstlichen Biomassenutzung	47
5.1 Österreichische Regionen mit Biomassepotenzial	47
5.2 Mobilisierung des Biomassepotenzials im Kleinprivatwald.....	49

6	Schlussfolgerungen	52
6.1	Empfehlungen für die Forstwirtschaft.....	55
6.2	Empfehlungen für die Versorgungslogistik	56
6.3	Empfehlungen für Biomasseanlagenbetreiber	56
7	Quellen	57
	Annex: WWF Forderungen an die Politik.....	60

Glossar

Ablauge	Ligninhaltiges Abfallprodukt, das bei der Verarbeitung von Holz zu Zellstoff für die Papierproduktion anfällt.
Anlagenwirkungsgrad	Verhältnis der gesamten abgegebenen Nettoleistung (elektrisch und thermisch) zur Brennstoffwärmeleistung.
Biodiversität	Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten, zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme.
Elektrischer Wirkungsgrad	Verhältnis von erzeugter elektrischer Leistung zur eingesetzten Brennstoffwärmeleistung.
Erntefestmeter (EFM)	Volumen (m ³) der geschätzten erntefähigen oder tatsächlich geernteten festen Holzmasse mit oder ohne Rinde. Der Erntefestmeter ergibt sich aus dem VFM durch Abzug der geschätzten Ernteverluste (meist ca. 20 % für Ernte- und Rindenverlust). Für die Umrechnung von EFM mit Rinde in EFM ohne Rinde gibt es baumartenspezifische Rindenabschlagswerte.
Festmeter (FM)	Maßeinheit für 1 Kubikmeter (m ³) feste Holzmasse.
Flurholz	Holz, das nicht aus dem Wald stammt, sondern beispielsweise bei Landschafts- und Gartenpflege anfällt, wenn Hecken und Feldgehölze zurück geschnitten werden, um sie zu verjüngen und seltene Straucharten zu fördern.
Giga- (G)	Milliarde (10 ⁹)
Joule	Einheit für Energie, Arbeit und Wärmemenge. Ein Joule ist gleich der Energie, die benötigt wird, um für die Dauer einer Sekunde die Leistung von einem Watt aufzubringen.
Kaskadische Nutzung	Nutzung von Neben- und Abfallprodukten, die bei der Verarbeitung zu höherwertigen Produkten anfallen, beispielsweise Sägespäne bei der Verarbeitung von Rundholz zu Schnittholz.
Kleinprivatwald	Privater, meist bäuerlicher Waldbesitz mit einer Flächengröße unter 200 Hektar.
Peta- (P)	Billiarde (10 ¹⁵)
Raummeter (RM)	Volumen (m ³) von aufgeschichteten Holzteilen (Scheiter, Rollen, Prügel; auch Schichtraummeter), wobei für die Volumenermittlung die Außenmaße des gesamten Holzstapels herangezogen werden. Für die Umrechnung von Festmeter auf Raummeter wird in der Regel ein Faktor von 1 zu 1,4 angewandt.
Schüttraummeter (SRM)	Volumen (m ³) von lose geschüttetem bzw. aufgehäuften Holzmaterial. Für die Umrechnung von Festmeter auf Schüttraummeter wird je nach Korngröße ein Faktor von 1 zu 2,5 (bis 1 zu 3,3) angewandt.

Thermischer Wirkungsgrad	Verhältnis von erzeugter thermischer Leistung zur eingesetzten Brennstoffwärmeleistung.
Umgebungswärme	(oberflächennahe Erdwärme). Hierbei wird das Temperaturniveau z.B. des Grundwassers oder des Erdreichs mittels Wärmepumpen angehoben und die enthaltene Umgebungswärme zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser genutzt. Die Nutzung der Umgebungswärme mit Hilfe von Wärmepumpen als erneuerbare Energie ist umstritten, da hier ein erheblicher Anteil sog. "Fremdenergie", nämlich elektrischer Strom, zum Verdichten des Wärmeträgermediums verwendet werden muss.
Vorratsfestmeter (VFM)	Volumen (m ³) der auf dem Stock stehenden festen Holzmasse über 7 cm Durchmesser (Derbholz ohne Astholz, Feinäste, Zweige, Nadeln, Blätter, etc.).
Wattstunde (Wh)	Energie, die eine Maschine mit einer Leistung von einem Watt in einer Stunde aufnimmt, bzw. abgibt. 1 Wh entspricht 3.600 Joule.

Zusammenfassung

Ziel dieses Grundlagenpapiers ist es, Möglichkeiten der verstärkten Nutzung forstlicher Biomasse aufzuzeigen, die im Einklang stehen mit der internationalen Verpflichtung Österreichs zum Schutz der Biodiversität.

Der Verlust der Biodiversität und die durch den Menschen verursachte Klimaerwärmung sind Umweltprobleme globalen Ausmaßes, die einer Lösung auf internationaler Ebene bedürfen. Die Republik Österreich hat sich im Kyoto-Protokoll der Klimarahmenkonvention zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und im Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Biodiversitätskonvention) zum Schutz der biologischen Vielfalt international verpflichtet.

Bei der Substitution fossiler Brennstoffe durch CO₂-neutrale, erneuerbare Energieträger kommt in einem walddreichen Land wie Österreich der energetischen Verwertung von forstlicher Biomasse eine besondere Bedeutung zu. Die Entnahme von Biomasse hat Auswirkungen auf die Biodiversität, die gegenüber den ökologischen Auswirkungen des Klimawandels abzuwägen sind.

Im letzten Jahrhundert erwärmte sich die Erde um 0,8 Grad, davon allein 0,6 Grad in den zurückliegenden 30 Jahren, wobei die Erwärmung im Hochgebirge stärker als in niedrigeren Regionen war. In den vergangenen 1.000 Jahren konnte noch niemals eine derartige Temperaturzunahme verzeichnet werden. Das Jahr 2005 war laut NASA das wärmste Jahr seit Beginn der Temperaturmessungen. Im 21. Jahrhundert könnten die Durchschnittstemperaturen um bis zu fünf Grad ansteigen. Als Folgen werden eine Abnahme des Sommerniederschlags und eine Zunahme des Winterniederschlags erwartet. Die Häufigkeit und das Ausmaß extremer Witterungsereignisse wie Stürme, sommerliche Dürren oder Überflutungen können zunehmen.

Waldökosysteme könnten aufgrund der Langlebigkeit der Bäume von einer derartigen Klimaänderung besonders betroffen sein. Zunehmende Kalamitäten durch Forstschädlinge und Pathogene werden erwartet. Computersimulationen zeigen, dass bereits bei einer Temperaturerhöhung von +2°C eine geregelte nachhaltige Bewirtschaftung von Fichtenwäldern in der heutigen kollinen, submontanen und teilweise in der tiefmontanen Höhenstufe weitestgehend ausgeschlossen werden kann. Der Umbau der als besonders sensibel identifizierten Gebiete müsste aufgrund langer Überführungszeiträume bereits jetzt in Angriff genommen werden. Der traditionelle Scheitholzeinsatz durch private Kleinverbraucher ist nach wie vor von herausragender Bedeutung, wobei allerdings über die Hälfte des Scheitholzbedarfs aus bisher nicht erfassten Quellen stammt. Eine wichtige Rolle spielt auch die energetische Verwertung von Nebenprodukten wie Sägerestholz und Ablaugen, die bei der Be- und Verarbeitung von Holz sowie bei der Zellstoffproduktion entstehen. Die Nachfrage nach Biomasse steigt vor allem durch die Inbetriebnahme der bereits genehmigten Biomasse-KWK-Anlagen. Da gleichzeitig die Rundholzimporte aus den Nachbarländern zurückgehen, müsste der Holzeinschlag in Österreich 2006 um 3 Millionen Festmeter und bis 2007 um mindesten 5 Millionen Festmeter steigen, um den bestehenden Bedarf der österreichischen Holz- und Papierindustrie sowie die zusätzliche Nachfrage für die energetische Verwertung zu decken.

Das größte **Biomassepotenzial** bietet der **ungenutzte Holzzuwachs** in den Wäldern Österreichs. Daneben bieten **Durchforstungsrückstände** ein weiteres temporäres Biomassepotenzial, das dazu beitragen kann, kurzfristige Engpässe zu beheben, bis die Logistik der Biomasseversorgung auf nationaler Ebene optimiert ist. Die geographische Einordnung dieses Potenzials zeigt, dass gerade in den Wäldern außerhalb des Alpenraums weitaus weniger Holz geerntet wird, als jährlich zuwächst. In diesen Lagen wäre ein Großteil dieses Potenzials technisch und wirtschaftlich realisierbar. Zugleich ist in diesen Regionen mit zusätzlichem Nutzungspotenzial ein überproportional hoher Anteil an naturfernen Wäldern zu finden. Das bedeutet, dass aus naturschutzfachlicher Sicht eine verstärkte Nutzung von Biomasse nicht nur zu vertreten, sondern sogar wünschenswert ist, wenn damit eine Umwandlung hin zu naturnahen Mischwäldern aus standortsgerechten, heimischen Baumarten verbunden wäre.

Potenziale zur Nutzung von Biomasse finden sich großteils im Kleinprivatwald. Würde dort die Nutzung auf dem Niveau großer Forstbetriebe liegen, könnten über 5,3 Millionen Festmeter zusätzlich zur Verfügung gestellt werden, daneben nochmals fast 3,4 Millionen Festmeter Sägerundholz. Um dieses Potenzial zu mobilisieren, sollten in Zusammenarbeit mit Waldverbänden und forstlichen Dienstleistern verschiedene, an die unterschiedlichen Interessen der Waldbesitzer angepasste Konzepte entwickelt werden. Diese sollten neben der gemeinsamen Holzvermarktung auch forstliche Beratung unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte und Unterstützung, bzw. Durchführung der Holzernte beinhalten. **Moderne Logistiksysteme** können dazu beitragen, den Holzeinschlag und anschließenden Verkauf optimal zu koordinieren und so den Erlös für den einzelnen Waldbesitzer zu steigern. Erhebliche Bedeutung bei der Mobilisierung des Biomassepotenzials im Kleinprivatwald kommt den Waldbesitzerverbänden mit ihren lokalen Ansprechpartnern zu, welche Waldbesitzer aktivieren können, bisher nicht oder wenig genutzte Wälder wieder zu bewirtschaften.

Trotz der verstärkten Vermarktungsmöglichkeiten für Biomasse wird die Produktion höherwertiger Holzsortimente für die meisten Forstbetriebe weiterhin das vorrangige Ziel bleiben, auf das die Waldbewirtschaftung ausgerichtet wird. Eine **Verringerung der Umtriebszeit** in Hochwäldern erscheint darum unwahrscheinlich und wäre sowohl aus ökonomischer wie auch aus ökologischer Sicht **negativ** zu bewerten.

Beim **Abbau von Durchforstungsrückständen** sollten die Erhöhung der Bestandesstabilität und die Förderung der Vielfalt im Bestand vorrangiges Ziel sein. Der räumlich-strukturellen Vielfalt im Wald kommt sowohl hinsichtlich der Bestandesstabilität als auch hinsichtlich der Biodiversität eine hohe Bedeutung zu. Auf Vornutzungen, die eine Homogenisierung der Bestandesstruktur oder andere Verschlechterungen der Biodiversität mit sich bringen, sollte daher verzichtet werden.

Das Befahren des Waldbodens sollte sich auch bei der Nutzung von Biomasse auf wiederauffindbare Erschließungslinien beschränken. Auf die Nutzung von Wurzelstöcken sollte grundsätzlich verzichtet werden. Vor einer **Nutzung der Wipfel und Äste** ist eine Standortkartierung, am besten nach wissenschaftlichen Kriterien, zu empfehlen, um einen übermäßigen Nährstoffentzug zu vermeiden. Der Nährstoffentzug kann zu Bodendegradation und einer Verschiebung des Artenspektrums führen, aber auch zu Zuwachsverlusten am verbleibenden Bestand.

Totholz und Biotopbäume haben einen hohen ökologischen Wert für die Biodiversität im Wald. Bis zu einem Drittel aller im Wald lebenden Arten sind von Totholz abhängig. Der im Vergleich zu Naturwäldern ohnehin niedrige Totholzvorrat im österreichischen Wald sollte durch die Biomassenutzung keinesfalls weiter verringert werden. Vielmehr wäre es zur Förderung der Biodiversität notwendig, unter Berücksichtigung der Bestandesstruktur und des Forstschutzes eine Strategie für den Aufbau und die Erhaltung eines optimalen Totholzvorrates zu entwickeln.

Daneben können sich auch Synergieeffekte zwischen Biomassenutzung und Förderung der Biodiversität ergeben. Durch die Vermarktungsmöglichkeiten für Biomasse können die letzten verbliebenen **Nieder- und Mittelwälder**, die aufgrund ihrer Seltenheit einen hohen naturschutzfachlichen Wert aufweisen, gepflegt und erhalten werden. Niederwälder können Lebensräume für seltene und gefährdete Arten sein, da sie oft auf besonderen Standorten, beispielsweise trockenen und warmen Steilhängen, stocken, die über eine spezielle Flora und Fauna verfügen.

Bei der Überführung oder **Umwandlung sekundärer Nadelwälder** in naturnahe Mischwälder kann durch Biomassenutzung ein höherer Deckungsbeitrag erzielt werden. Ebenso lassen sich Maßnahmen der Waldrandpflege, aber auch Landschaftspflegemaßnahmen außerhalb des Waldes durch die Verwertung der Biomasse kofinanzieren.

1 Einleitung

Klimaschutz und Schutz der Biodiversität sind eng miteinander verbunden. Für den Klimawandel wird der stark angestiegene Ausstoß von treibhauswirksamen Gasen, allen voran Kohlendioxid, verantwortlich gemacht. Ökosysteme wie der Wald können gewaltige Mengen an Kohlenstoff speichern. Bei einer Störung oder dem Verlust von Ökosystemen kann der gespeicherte Kohlenstoff freigesetzt werden und so die Klimaerwärmung verstärken. Auf der anderen Seite hat die Klimaänderung Auswirkungen auf die Biodiversität, die bereits beginnen, sichtbar zu werden, beispielsweise in einem Höherwandern der Arten im Alpenraum⁴⁶. Für Gebirgsregionen wie Österreich wird mit einem Artenverlust von bis zu 20 % gerechnet⁴⁵. Die Substitution fossiler Energieträger durch die CO₂-neutrale Biomasse reduziert die Kohlendioxidemissionen bei der Energiegewinnung. Die Klimaerwärmung und ihre Folgen können so abgemildert werden. In einem walddreichen Land wie Österreich kommt dabei der energetischen Verwertung forstlicher Biomasse eine besondere Bedeutung zu. Die Biomassenutzung von Holz und anderen Baumbestandteile wie Ast- und Nadel- oder Blattmasse ist deshalb Thema zahlreicher politischer und wirtschaftlicher Diskussionen.

Die energetische Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz erhöht den Eigenversorgungsgrad und reduziert damit die energiepolitische Abhängigkeit Österreichs. Die regionale Wertschöpfung wird durch Biomassenutzung gestärkt, vor allem im ländlichen Raum werden Wachstumsimpulse geschaffen. Seitens der Forstwirtschaft werden zusätzliche Einkommensmöglichkeiten durch die Nutzung von bisher nicht vermarktbar Holzsortimenten als Biomasse gesehen. Durch die führende Rolle der österreichischen Industrie bei der Biomasseheiztechnik verbessert sich die internationale Wettbewerbsfähigkeit, gleichzeitig wird die Handelsbilanz durch verringerte Energieimporte entlastet. Allerdings befürchtet die Platten- und Zellstoffindustrie durch die Konkurrenz der energetischen Verwertung negative Auswirkungen auf die eigene Rohstoffversorgung.

In den österreichischen Nachbarländern ist die Situation bei der Energieerzeugung aus Biomasse unterschiedlich. In Slowenien hat forstliche Biomasse nur einen Anteil von 4 % an der Primärenergie, obwohl 60 % der Landesfläche mit Wald bedeckt ist. Die Biomassenutzung könnte mehr als verdoppelt werden, ohne die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung oder die Rohstoffversorgung der Holzindustrie zu gefährden¹. In der Slowakei hat die Biomasse bei der Wärmeerzeugung einen Anteil von 6 %, bei der Stromerzeugung spielt sie bisher eine geringe Rolle. Die Stromerzeugung aus Biomasse soll jedoch bis zum Jahr 2010 nahezu verzehnfacht werden. Die derzeitige Nutzung von Biomasse beträgt 12,7 PJ. Ein zusätzliches Biomassepotenzial von 10,1 PJ wäre wirtschaftlich und technisch realisierbar². In der Tschechischen Republik wird eher auf kleinere Biomasseanlagen gesetzt. Diese werden neben der staatlichen Förderung teilweise auch durch den Verkauf von CO₂-Emissionsrechten finanziert³. In Ungarn wurden im Zuge der Umstrukturierung der Holzindustrie einige Biomasseheizwerke geschlossen. Gleichzeitig wurde aber die Stromerzeugung aus Biomasse forciert, indem drei große Kraftwerke, die zuvor mit Kohle betrieben wurden, auf Biomasse umgestellt wurden. Der Brennstoffbedarf für diese Kraftwerke beträgt 800.000 Tonnen pro Jahr. Angesichts der begrenzten Waldressourcen Ungarns wird die **kaskadische Nutzung** von Biomasse an Bedeutung gewinnen⁴.

Studien zeigen eine statistisch signifikante Beziehung zwischen der Entnahme von Biomasse aus Ökosystemen und der Artenzahl. In Ökosystemen Ostösterreichs wurde eine lineare bzw. Optimumkurven-Korrelation der gesellschaftlichen Aneignung der Nettoprimärproduktion (HANPPⁱ) auf Gefäßpflanzen, Moose, Laufkäfer, Spinnen, Heuschrecken, Ameisen und Schnecken nachgewiesen⁵. Dies deutet darauf hin, **dass es bei hohem Biomasseentzug in**

ⁱ human appropriation of net primary production

Ökosystemen zur Reduktion der Artenzahlen und damit zu einer Abnahme der Biodiversität kommt.

Ziel dieses Grundlagenpapiers ist es daher, Möglichkeiten einer verstärkten Nutzung forstlicher Biomasse aufzuzeigen, ohne die Biodiversität im österreichischen Wald zu beeinträchtigen. Dies entspricht den internationalen Verpflichtungen der Republik Österreich, bis 2010 den Verlust der biologischen Vielfalt signifikant zu reduzieren und gleichzeitig bis 2012 die Emissionen von treibhauswirksamen Gasen (allen voran Kohlendioxid) um 13% zu verringern.

1.1 Politischer Hintergrund

Sowohl die Klimaerwärmung als auch der Verlust der Biodiversität sind Probleme von globalem Ausmaß. Zu ihrer Bewältigung bedarf es daher internationaler Lösungsansätze. Aus zwei internationalen Verpflichtungen, dem Kyoto-Protokoll zur Verringerung der Treibhausgase und der Convention on Biodiversity (CBD) zum Schutz der biologischen Vielfalt, leiten sich Strategien und Maßnahmen auf Europäischer und nationaler Ebene ab.

Die Republik Österreich hat sich im **Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD)** völkerrechtlich verbindlich zur Erhaltung und zur nachhaltigen sowie sozial gerechten Nutzung aller Komponenten der Biodiversität, also Gene, Arten, Populationen und Ökosysteme, verpflichtet, um bis 2010 den Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen, beziehungsweise eine Trendwende herbeizuführen. Als Leitstrategie und vorrangiger Handlungsrahmen zur Umsetzung dieser Ziele wurde der Ökosystemare Ansatz (siehe Kap. 3.1) entwickelt, dessen Prinzipien wesentliche Eckpunkte eines integrierten Managements biologischer Ressourcen beschreiben. Seine Anwendung auf das Management von Wäldern wird von der Vertragsstaatenkonferenz explizit gefordert⁴¹. Im Rahmen der Konvention für biologische Vielfalt wurde 2002 beim 6. Treffen der Vertragsstaaten (COP 6) in Den Haag das erweiterte Arbeitsprogramm für biologische Vielfalt der Wälder verabschiedet. Das zwischenstaatlich organisierten Panel, bzw. Forum für Wälder beschloss im Rahmen des internationalen Forstpolitik-Dialogs über 300 Aktionsvorschläge für die Bewirtschaftung, Erhaltung und Entwicklung aller Wälder auf internationaler Ebene.

Auf nationaler Ebene wurde die **Österreichische Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt** entwickelt. Ziel ist die Orientierung der Waldbewirtschaftung an der jeweiligen potentiell natürlichen Waldgesellschaft unter Wahrung der Stabilität des betreffenden Waldökosystems. Als Grundsätze einer naturnahen Waldbewirtschaftung entsprechend den Zielen der Biodiversitätskonvention werden dabei ein stufiger Bestandaufbau, eine Baumartenmischung und -verteilung entsprechend den natürlichen Voraussetzungen, die bestmögliche natürliche Verjüngung sowie eine kleinflächige und pflegliche Holznutzung genannt. Dort, wo mangelnde Naturnähe Maßnahmen erforderlich erscheinen lassen, sind den WaldbesitzerInnen entsprechende Impulse und Hilfestellungen zu geben wie Beratung, Aus- und Weiterbildung, Förderung sowie Anbieten von Leistungsanreizen^{Fehler!}
Textmarke nicht definiert.⁴²

Auf Europäischer Ebene wird ein Aktionsplan der EU zur „**Eindämmung des Verlusts der biologischen Vielfalt bis zum Jahr 2010 – und darüber hinaus**“ entwickelt. Der Aktionsplan geht in einem der vier zentralen Politikbereiche explizit auf die Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und biologischer Vielfalt ein. Eines der zehn Ziele ist die Unterstützung bei der Anpassung der biologischen Vielfalt an den Klimawandel. Es wird festgestellt, dass der weltweite Ausstoß von Treibhausgasen erheblich reduziert und der globale Temperaturanstieg auf höchstens 2°C über dem Niveau der vorindustriellen Zeit begrenzt werden muss, um die langfristige Bedrohung der biologischen Vielfalt zu entschärfen. Die Kohärenz des Natura-2000-Netzes wird in dem Aktionsplan als besonders wichtiges Instrument gesehen, damit sich die biologische Vielfalt an veränderte Temperaturen und Wasserhaushalte anpassen kann. Der Aktionsplan fordert außerdem, dass Schäden, die aus Maßnahmen zur Anpassung an den

Klimawandel oder zur Begrenzung resultieren, verhindert, minimiert oder ausgeglichen werden⁶. Im Anhang des Aktionsplan wird diese Forderung unter anderem auf die Biomassenutzung konkretisiert und in Ziel A9.3.2 gefordert, bei der Umsetzung des Biomasseaktionsplan der EU die Auswirkungen auf die Biodiversität, besonders in Wäldern und auf landwirtschaftlichen Flächen mit hohem ökologischen Wert, berücksichtigt werden, um die ökologische Nachhaltigkeit der Biomasseproduktion sicherzustellen⁷.

Als Teil des 1992 in Rio ausgehandelten Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen wurde 1997 das **Kyoto-Protokoll** verabschiedet. Im Kyoto-Protokoll verpflichteten sich die Industriestaaten zu konkreten Begrenzungs- bzw. Verringerungszielen für die Emissionen von Kohlendioxid (CO₂) und fünf weiteren Treibhausgasen: Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (H-FKW), Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆). Diese Gase gelten als Auslöser der globalen Erwärmung. Hauptursache für die Zunahme der Treibhausgase ist die Verbrennung der fossilen Energieträger Erdöl und Kohle. Mit der Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls hat Österreich sich verpflichtet, ausgehend vom Basisjahr 1990 die Emissionen der Treibhausgase bis zur Kyoto-Zielperiode 2008 bis 2012 um 13 % zu verringern. Gegenwärtig ist aber entgegen der Zielsetzung ein Anstieg der Emissionen festzustellen, Österreich liegt momentan um 30% über dem Kyoto-Ziel.

Zugleich wird die österreichische Energiepolitik von den Vorgaben der Europäischen Union bestimmt. Die EU strebt mit dem Weißbuch der Kommission vom Mai 1998 eine Verdoppelung erneuerbarer Energien von 6 auf 12% des EU-weiten Gesamtenergieverbrauchs an. Der größte Anteil für dieses Wachstum soll dabei von den verschiedenen biogenen Energieträgern kommen. So soll sich der Einsatz von Biomasse bis 2010 verdreifachen.

Mit der Richtlinie „Grüner Strom“ (9/2001 – RL 2001/77/EG) für den Bereich der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern wurde dieses Ziel weiter konkretisiert⁸. Die EU-Politik wird dabei nicht nur von den eingegangenen Klimaschutzverpflichtungen, sondern auch von der Sorge um die steigende Energieabhängigkeit der EU von Nicht-EU-Ländern bestimmt.

Im Hinblick auf die Erreichung des Ziels aus dem Kyoto-Protokoll hat die Bundesregierung gemeinsam mit den Ländern die Österreichische Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung sowie die Österreichische Klimastrategie 2008/2012 ausgearbeitet. Strategische Schwerpunkte im Energiebereich sind dabei die Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Forcierung der erneuerbaren Energien.

Quantitative Ziele dieser Strategien sind es,

- den Anteil erneuerbarer Energien bis 2010 auf **30 %** des Gesamtenergieverbrauchs in den Bereichen Strom Wärme und Mobilität zu steigern
- den Biomasseeinsatz um **75 %** zu erhöhen
- den Anteil erneuerbarer Energienⁱⁱ an der Stromerzeugungⁱⁱⁱ bis 2008 auf **78,1%** anzuheben.

In der vom Ministerrat am 18. Juni 2002 angenommenen Österreichische Klimastrategie 2008/2012 werden Potenziale zur Substitution fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien neben der Stromerzeugung vor allem in der Wärmeversorgung gesehen. Zugleich wird zur Förderung von Investitionen im Bereich der erneuerbaren Energieträger der Bedarf an

ⁱⁱ Erneuerbare nichtfossile Energiequellen (Wind, Sonne, Erdwärme, Wellen- und Gezeitenenergie, Wasserkraft, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas)

ⁱⁱⁱ Strom, der in Anlagen erzeugt wurde, die ausschließlich erneuerbare Energiequellen nutzen, sowie der Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen in Hybridanlagen, die auch konventionelle Energieträger einsetzen, einschließlich Strom aus erneuerbaren Energiequellen, der zum Auffüllen von Speichersystemen genutzt wird, aber mit Ausnahme von Strom, der als Ergebnis der Speicherung in Speichersystemen gewonnen wird

begünstigenden Rahmenbedingungen durch Bund und Länder festgestellt. Neben der größtmöglichen Ausschöpfung aller vorhandenen Energiesparpotenziale erwartet sich Österreich von der breitest möglichen Erschließung erneuerbarer Energiequellen, und hier insbesondere von der forcierten Marktdurchdringung der Biomasse, einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung des CO₂-Emissionsreduktionszieles.

Für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien werden sowohl vom Bund als auch von den Ländern Investitionsförderungen gewährt. Die Förderung der Wärmeerzeugung aus Biomasse erfolgt sowohl im privaten Bereich als auch im Fernwärmebereich auf Bundesländerebene im Rahmen der Wohnbauförderung und weiterer Förderprogrammen wie Heizkesseltauschprogramme. Eine Auflistung der diversen Förderungen findet sich auf der Internetseite der Österreichischen Energieagentur^{iv}.

Daneben wurde mit dem Ökostromgesetz (siehe Kap. 2.2.3) 2002 eine bundesweit einheitliche Abnahme- und Vergütungspflicht für „Ökostromanlagen“ eingeführt. Mit dem Ökostromgesetz wird die Erreichung des in der EU-Richtlinie festgelegten Zielwertes von 78,1 % Anteil von Strom aus erneuerbaren Energiequellen am österreichischen Bruttostromverbrauch angestrebt. Über das Ökostromgesetz fließen den Bundesländern Finanzmittel zu, die für die Förderung von neuen Technologien zur Ökostromerzeugung vorgesehen sind. Davon ausgenommen sind Stromerzeugung durch Wasserkraft aus Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 10 MW sowie aus der Verbrennung von Klärschlamm, Tiermehl und Ablauge.

^{iv} <http://www.eva.ac.at/publ/pdf/esf05.pdf>

2 Forstliche Biomasse und der Österreichische Energiemarkt

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoinlandsverbrauch ist von 23,2 % im Jahr 2000⁹ auf 21,5 % im Jahr 2004¹⁰ gesunken. Er liegt somit um 8,5 Prozentpunkte unter dem in der EU-Richtlinie festgelegten Zielwert für 2010. Der Einsatz erneuerbarer Energie stieg zwar von 281 PJ im Jahr 2000⁹ auf 300 PJ im Jahr 2004¹⁰, der gesamte Energieverbrauch stieg jedoch im gleichen Zeitraum um 183 PJ und lag 2004 bei 1.394 PJ¹⁰.

Erneuerbare Energien 2004

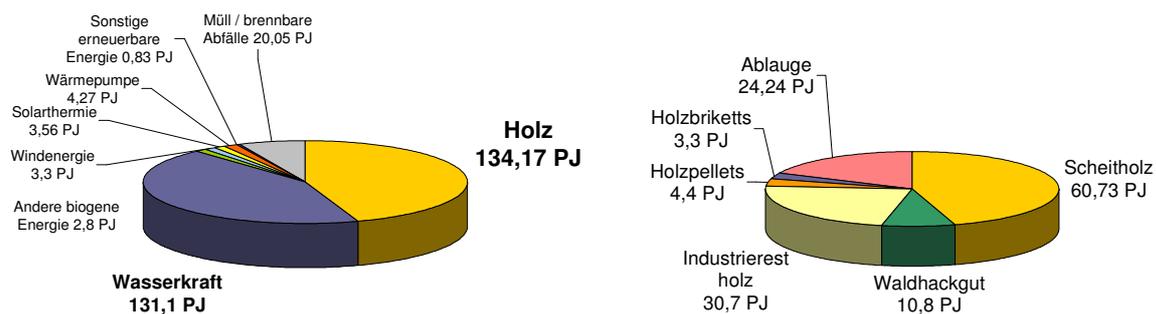


Abbildung 1: Bruttoinlandsverbrauch erneuerbarer Energieträger im Jahr 2004

Quelle: Austrian Energy Agency

Im Jahr 2004 überstieg die **energetische Verwertung von Holz mit 134,17 PJ** bereits die aus Wasserkraft erzeugte Energiemenge von 131,1 PJ. Windenergie mit 3,3 PJ und Solarthermie mit 3,56 PJ spielen noch eine untergeordnete Rolle, allerdings waren hier in den letzten Jahren die stärksten relativen Zuwächse zu verzeichnen¹⁰. Hinzu kommt die durch Wärmepumpen gewonnene Energie mit 4,27 PJ. Auf andere biogene Energieträger wie Biogas, Biodiesel oder Stroh entfallen jeweils weniger als 1 PJ. In der offiziellen Statistik wird die aus der Verbrennung von Industrieabfällen und Hausmüll gewonnene Energie von 20 PJ ebenfalls als erneuerbare Bioenergie geführt, obwohl diese Abfälle nur zu geringem Teil biogenen Ursprungs sind¹¹.

Holz wird in den unterschiedlichsten Formen und Verarbeitungsgraden zur Energiegewinnung eingesetzt. Scheitholz, also das traditionelle Brennholz in Scheitform, hat mit 45 %, bzw. 60,73 PJ nach wie vor den höchsten Anteil bei der Energieerzeugung aus Holz. Mit einem Anteil von 23%, bzw. 30,7 PJ ist die Bedeutung des Industrierestholzes einschließlich Rinde bei der Energieerzeugung aus Holz erheblich gestiegen, ebenso wie die des Waldhackguts mit 8%, bzw. 10,8 PJ. 2002 trugen Sägenebenprodukte, Wald- und Industriehackschnitzel zusammengefasst mit Pellets und Briketts nur 23 PJ zur österreichischen Energieerzeugung bei¹¹. Der Anteil von Pellets mit 3%, bzw. 4,4 PJ und von Holzbriketts mit 2%, bzw. 3,3 PJ ist noch gering, aber stetig wachsend. Dagegen ist bei der energetischen Verwertung der Ablauge, die bei der Verarbeitung von Holz zu Zellstoff anfallen, ein Rückgang von 31 PJ im Jahr 2002 auf 24,24 PJ im Jahr 2004 zu verzeichnen. Mit einem Anteil von 18% sind sie jedoch noch immer eine wichtige Fraktion unter den auf Holz basierenden Energieträgern¹⁰.

Mehr als zwei Drittel der Biomasse werden zur Erzeugung von Raumwärme genutzt, 60 % bei Kleinverbrauchern in Einzelöfen und Zentralheizungskesseln und weitere 8 % in Biomasse-Nahwärmanlagen. Zur Erzeugung von Prozesswärme - vor allem in der Holz- und Papier-

industrie - werden 21 % der Biomasse verwendet. Die verbleibenden 11 % werden in thermischen Kraftwerken und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen eingesetzt¹².

2.1 Biomasseinsatz in privaten Haushalten

2.1.1 Scheitholz

Der traditionelle Energieträger Scheitholz wird vor allem für die Raumwärmeerzeugung im Kleinanlagenbereich eingesetzt. Angesichts des hohen Anteils an Kleinverbrauchern bei der Biomassenutzung ist es nicht verwunderlich, dass Scheitholz nach wie vor von großer Bedeutung ist. Der Anteil der mit Holz beheizten Haushalte hat zwar in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen und betrug in der Heizsaison 2003/2004 nur mehr 14,3 %¹³. Scheitholz kommt jedoch häufig noch als Zusatzheizung in Kachelöfen, Küchenherden oder Kaminen zum Einsatz. So werden von den geschätzten 500.000 Kachelöfen in den österreichischen Haushalten 80 bis 85% als Zusatzheizungen betrieben¹⁰

Der Verbrauch unterliegt starken Schwankungen. In der Periode 1993 bis 2002 bewegte er sich zwischen einem Minimum von 59,4 PJ im Jahr 2000 und einem Maximum von 73,2 PJ im Jahr 1996. Diese Schwankungen sind zum Teil auf die unterschiedliche Anzahl der Heizgradtage^v pro Jahr zurückzuführen. Zum anderen ermöglichen Zusatzheizungen dem Konsumenten eine Flexibilität bei der Wahl des Brennstoffes, so dass bei hohen Preisen für fossile Brennstoffe verstärkt auf Scheitholz ausgewichen wird. Der Preisanstieg von 40 % im Vergleich zum Vorjahr bei Heizöl führte dazu, dass im Herbst 2005 die Nachfrage nach Brennholz bereits das Angebot überstieg¹⁴.

Seit den 80er Jahren wurden erhebliche Fortschritte bei der technologischen Entwicklung im Bereich der Verbrennungs- und Regelungstechnik für Kleinf Feuerungsanlagen erzielt. So konnten die Emissionen von organisch gebundenem Kohlenstoff und Kohlenmonoxid sowohl bei händisch beschickten Feuerungen als auch bei automatisch beschickten Anlagen auf ein Zehntel bis ein Hundertstel verringert werden, was sich positiv auf den Einsatz und Absatz dieser Heizungsanlagen ausgewirkt hat. Im Gegenzug ist der Wirkungsgrad in den letzten Jahren von durchschnittlich 60 % auf 80 bis 90 % angestiegen. Auch die Qualität der Ausführung der Anlagen und der Bedienungskomfort konnten wesentlich verbessert werden¹².

Die Erfassung der Scheitholzmenge, die in Österreich tatsächlich pro Jahr eingesetzt wird, ist allerdings mit vielen Unsicherheiten verbunden. Laut Statistik Austria lag der Scheitholzeinsatz zwischen 1990 und 2000 bei einem Mittelwert von 66 PJ pro Jahr. Der Brennholzeinschlag im österreichischen Wald betrug für den Zeitraum 1998 bis 2003 durchschnittlich 3 Millionen Festmeter pro Jahr. Dies entspricht selbst unter der Annahme, dass es sich dabei ausschließlich um trockenes Laubholz handelt, nur einer Energie von 27 PJ, also etwa 40 % des gesamten Scheitholzeinsatzes in Österreich. Es besteht somit eine Differenz von 4,3 Millionen Festmeter zwischen der eingeschlagenen Brennholzmenge und der laut Statistik Austria eingesetzten Brennholzmenge. Abzüglich des Exports wurden im Jahr 2003 auch nur knapp 200.000 Festmeter Brennholz, überwiegend aus Ungarn, der Slowakei und der Tschechischen Republik, importiert. Möglicherweise wird die Brennholzproduktion durch Selbstwerber und Kleinprivatwaldbesitzer in der Einschlagsmeldung unterschätzt. Weiters kann ein Teil der Scheitholzmenge von Nichtholzböden, beispielsweise aus Gärten, stammen oder Alt- und Abbruchholz im privaten Bereich verwertet werden⁹. Dennoch bleibt festzuhalten, dass **ein Biomassepotenzial von über 4 Millionen Festmetern bereits genutzt wird, ohne dass**

^v Heizgradtage sind die über alle Heiztage eines Jahres gebildete Summe der täglich ermittelten Differenz zwischen Raumlufttemperatur und mittlerer Tagesaußentemperatur. Es wird also an jedem Tag, an dem die mittlere Tagesaußentemperatur unter + 12°C liegt, von einer Raumlufttemperatur von + 20°C die mittlere Tagesaußentemperatur abgezogen. Diese Differenzen werden dann für jeden Tag der Heizperiode aufsummiert.

seine Herkunft erfasst wird. Dies entspricht dem gesamten jährlichen Rohstoffbedarf der Plattenindustrie in Österreich.

2.1.2 Pellets

Pellets bestehen aus Hobel- und Sägespänen, die unter hohem Druck verdichtet und pelletiert, also in kleine zylindrische Röllchen gepresst werden. Dieser Rohstoff fällt in der Holzverarbeitenden Industrie als Nebenprodukt an, wird aber auch von der Plattenindustrie genutzt. Pelletkessel und -öfen weisen derzeit die höchsten Wachstumsraten im Bereich der Biomassekessel auf, da sie einen ähnlichen Heizkomfort wie Öl- und Gaskessel bei weitaus geringeren Heizkosten bieten. Im Oktober 2005 waren die Heizkosten bei Heizöl mit 7,4 Cent/kWh doppelt so hoch wie bei Pellets mit 3,2 Cent/kWh¹⁵. Allein im Jahr 2005 wurden etwa 10.000 neue Pelletsheizungen installiert und damit die Zahl der neu installierten Ölheizungen übertroffen. Die Zahl der Pelletsheizkessel betrug 2005 damit 36.000 Stück, für 2006 wird mit einem Anstieg auf 48.000 und bis 2008 auf 74.000 Kessel gerechnet. Gleichzeitig wird der Bedarf pro Kessel von 6 Tonnen auf 8 Tonnen steigen, da der Absatz bei Großverbrauchern überproportional wächst¹⁶.

Der Pelletsbedarf weist ein exponentiales Wachstum auf und stieg von knapp über 50.000 Tonnen im Jahr 2000²³ auf 233.000 Tonnen in 2005. Für 2006 wird mit einem weiteren Anstieg um 44% auf 337.000 Tonnen gerechnet. Für das Jahr 2010 wird ein Pelletsbedarf von über 800.000 Tonnen prognostiziert¹⁶. Die Pelletsproduktion in Österreich war mit 443.000 Tonnen im Jahr 2005 fast doppelt so hoch wie der Bedarf im Inland. Demnach wurde 2005 fast die Hälfte der österreichischen Pelletsproduktion exportiert, vor allem nach Deutschland und Italien. Für 2006 wird ein Anstieg der Produktion um 26% auf 560.000 Tonnen prognostiziert. Zur Herstellung der Pellets wurden 2005 umgerechnet über 1 Millionen Festmeter^{vi} Späne benötigt. Demgegenüber steht ein Rohstoffbedarf der Plattenindustrie von 1,75 Millionen Festmeter Späne im Jahr 2004¹⁷. Allerdings wurden allein in den ersten 9 Monaten des Jahres 2005 fast 1,3 Millionen Schüttraummeter Späne exportiert, das entspricht bei einem Auflockerungsfaktor von 3 etwa 430.000 m³ Holzmasse. Importiert wurden im gleichen Zeitraum dagegen nur 247.000 Schüttraummeter Späne¹⁸.

Laut dem Fachverband der Holzindustrie fielen in der Sägeindustrie insgesamt 7,4 Millionen Schüttraummeter Späne an¹⁹, bei einem Auflockerungsfaktor von 3 entspricht diese Menge 2,46 Millionen m³ Holzmasse. Daneben fallen in der Holzverarbeitung ebenfalls Späne an, die im Gegensatz zu den Spänen aus der Sägeindustrie meist nur einen geringen Wassergehalt von etwa 10% aufweisen. Diese trockenen, sauberen Späne sind hinsichtlich der geringeren erforderlichen Vorbehandlungsschritte das bevorzugte Potenzial für die Herstellung von Pellets. Der Restholzanfall der Holzverarbeitung wird allerdings weder in der Industrie noch im Gewerbe statistisch erfasst. Zudem wird die Vergleichbarkeit der vorhandenen statistischen Daten dadurch erschwert, dass eine Umrechnung der Gewichtsangaben in Raummaße und umgekehrt mit Ungenauigkeiten behaftet ist, solange der Wasserhalt nicht bekannt ist. Es lassen sich zur Umrechnung nur Näherungswerte verwenden, beispielsweise 300 kg/rm für Hackgut und 260 kg/rm für Sägespäne.

In Schätzungen zum Rohstoffpotenzial für die Pelletherstellung wird insgesamt von einem Späneanfall von rund 3,5 bis 4 Millionen Tonnen ausgegangen, wovon knapp die Hälfte trockene und der Rest feuchte Späne sind²⁰. Aufgrund des unterschiedlichen Wassergehalts lässt sich diese Angabe nicht mit dem Gewicht der Pellets, die daraus produziert werden könnten, gleichsetzen. Es lässt sich aber daraus ableiten, dass die insgesamt in Österreich anfallende

^{vi} Späne werden üblicherweise in Schüttraummeter gemessen. Um einen Vergleich zu ermöglichen, werden in dieser Studie jedoch alle Mengenangaben in Festmeter, also m³ fester Holzmasse, zurückgerechnet.

Menge an Sägespänen unter umgerechnet 7,2 bis 8,2 Millionen Festmeter liegt^{vii}. Der Verbrauch durch Pelletshersteller und Plattenindustrie mit zusammen etwa 2,8 Millionen Festmeter im Jahr 2005 liegt zwar noch deutlich unter dieser maximal verfügbaren Menge. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass ein Großteil der verbleibenden Späne bereits innerbetrieblich energetisch verwendet wird. Ein Teil der Späne fällt zudem dezentral in kleinen Handwerksbetrieben wie Tischlereien an, wodurch deren Mobilisierung mit einem hohen Aufwand verbunden wäre. Die Sägeindustrie rechnet aufgrund der Rohstoffkonkurrenz zwischen Plattenindustrie und Pelletherstellern in den nächsten Jahren bei Spänen mit einem Preisanstieg von 40 bis 60 %²¹.

2.2 Biomasseheizwerke und -kraftwärmekopplung (KWK)

2.2.1 Biomasseheizwerke

Biomasseheizkraftwerke dienen zur Beheizung von Kommunalbauten, Mehrgeschoßwohnbauten, zum Betrieb von Mikro- oder Fernwärmenetzen und zur Energieeigenversorgung von Gewerbe- und Industrieanlagen. Seit 1980 wurden in Österreich insgesamt 5.154 Biomassefeuerungen im mittleren bis großen Leistungsbereich mit einer Gesamtleistung von 2.855 MW errichtet, ausreichend um mehr als 160.000 Einfamilienhäuser zu versorgen. Diese Anlagen konnten 2004 mit plus zwölf Prozent neuerlich ein starkes Wachstum verzeichnen, wobei in der letzten Zeit besonders in höhere Leistungskategorien investiert wurde²².

Der Brennstoffbedarf für Biomasseheizwerke belief sich 2004 auf etwa 900.000 Festmeter und ist somit seit dem Jahr 2000 um 200.000 Festmeter gestiegen. Es wird erwartet, dass er bis 2007 um weitere 200.000 Festmeter auf dann 1,1 Millionen Festmeter steigt²³.

Nach einer Erhebung der Energieverwertungsagentur im Kalenderjahr 2003 werden in österreichischen Biomasseheizwerken unter 500 kW Nennleistung als Brennstoffe zu 49% Industriebhackgut, zu 32% Waldhackgut und zu 18% Rinde und Späne eingesetzt. Die Lieferantensstrukturen unterscheiden sich bei kleineren Anlagen (unter 1.000 kW Brennstoffwärmeleistung) deutlich von mittleren Biomasseheizwerken (1.000 bis 4.000 kW) und vor allem von großen Biomasseheizwerken (über 4.000 kW). Während bei Kleinanlagen oft die Liefergemeinschaft der Betreibergruppe im Vordergrund steht und ein relativ hoher Anteil des Brennstoffbedarfes aus Waldhackgut abgedeckt wird, nimmt mit steigender Anlagengröße der Waldhackgutanteil ab und der Industrierestholzanteil bzw. Rindeneinsatz zu²⁴.

2.2.2 Biomasse-KWK-Anlagen

Bei der Stromerzeugung durch Biomasse-KWK-Anlagen verzeichnete die bisherige Entwicklung nur einen langsamen Anstieg des Brennstoffbedarfs von 1,7 Millionen Festmeter im Jahr 2000 auf etwa 2 Millionen Festmeter in 2004. Gehen allerdings die bis Ende 2004 genehmigten Biomasse-KWK-Anlagen in Betrieb, ist 2007 mit einem Brennstoffbedarf von 5,1 Millionen Festmeter zu rechnen²⁵. Der zusätzliche Holzverbrauch gegenüber dem Jahr 2000 würde also 3,4 Millionen Festmeter betragen. Die neuen Anlagen würden jährlich 2,1 bis 2,3 TWh Strom produzieren. Im Jahr 2003 betrug die Stromerzeugung aus Biomasse noch etwa 0,14 TWh²⁵, 2005 bereits 0,64 TWh²⁶.

Dieser starke Anstieg ist auch darauf zurückzuführen, dass vermehrt leistungsstärkere Biomasse-KWK-Anlagen in Betrieb gehen, bei denen etwa 30 % bis 40 % der produzierten Energie als Strom anfällt. Anlagen unter 10 MW Leistung haben dagegen nur eine Stromausbeute von 10 % bis 16 % der erzeugten Energie²⁷. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung kann die E-

^{vii} Bei der Umrechnung wird davon ausgegangen, dass der Großteil der Späne bei der Verarbeitung von Fichtenholz anfällt. Aufgrund der Dichte der Holzart Fichte entsprechen somit 485 kg trockene Späne einem Festmeter Holzmasse. Feuchte Späne haben eine höhere Dichte. Folglich ist bei einem Gemisch aus feuchten und trockenen Spänen das Volumen in Festmetern bei dem gleichen Gewicht geringer, als es bei ausschließlich trockenen Spänen der Fall wäre.

nergieeffizienz erheblich gesteigert und Wirkungsgrade bis 80 % erzielt werden, wenn für die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme Abnehmer zur Verfügung stehen. Der Betrieb sollte daher wärmegeführt erfolgen. Eine hohe Energieeffizienz lässt sich vor allem dann erreichen, wenn als Abnehmer Unternehmen und Gewerbe zur Verfügung stehen, die ganzjährig Prozesswärme benötigen. Werden dagegen Haushalte mit der Wärme versorgt, kann die bei der Stromerzeugung entstehende Wärme im Sommerhalbjahr nicht verwertet werden. Da im Winterhalbjahr ein Stromengpass besteht, wäre eine erhebliche Steigerung der Energieeffizienz möglich, wenn Biomasse-KWK-Anlagen, bei denen nicht ganzjährig Abnehmer für die erzeugte Wärmeenergie zur Verfügung stehen, nur in dieser Jahreszeit betrieben werden. Dem steht aber die zeitliche Begrenzung der Förderung durch das Ökostromgesetz entgegen. Bei den bereits genehmigten Biomasse-KWK-Anlagen zeigt sich ein Trend hin zu größeren und leistungsstärkeren Anlagen. Der mittlere Brennstoffbedarf einer neu errichteten Biomasse-KWK-Anlage steigt von ca. 110.000 Schüttraummeter in 2004 und 2005 auf etwa 145.000 Schüttraummeter im Jahr 2007²³. Das größte Biomasseheizkraftwerk Österreichs in Wien-Simmering, das 2006 in Betrieb gehen wird, hat einen Biomassebedarf von 600.000 Schüttraummeter pro Jahr, dies entspricht 245.000 Festmeter. Bei einem Wirkungsgrad von 80 % im wärmegeführten Betrieb kann es 18.000 Haushalte mit Fernwärme und 48.000 Haushalte mit Strom versorgen.

2.2.3 Ökostromgesetz

Die Stromerzeugung aus Biomasse wird durch das 2003 in Kraft getretene Ökostromgesetz gefördert, das die Abnahme des erzeugten Stroms zu festen Einspeisetarifen garantiert, die in der Ökostromverordnung festgelegt sind. Das Gesetz führte zu einem bedeutenden Ausbau der erneuerbarer Energien in Österreich. Ende 2004 wurde erstmals der Entwurf einer Novelle des Ökostromgesetzes vorgelegt. Im November 2005 stimmte der Wirtschaftsausschuss im Parlament einem überarbeiteten Entwurf zu. Die Novelle bringt nach Meinung ihrer Kritiker eine massive Verschlechterung der Rahmenbedingungen für Ökostromanlagen. Das jährliche Unterstützungsvolumen wird auf 17 Millionen € begrenzt und jeweils zu 30% für Biogasanlagen, Biomasseanlagen und Windkraftanlagen aufgeteilt. 10% des Fördervolumens wird in sonstige neue erneuerbare Energieträger wie Photovoltaik investiert. Gegenüber dem Jahr 2004 würde dies eine Kürzung um 80 % bedeuten²⁸. Die Errichtung von Biomasse-KWK-Anlagen wird durch einen Investitionszuschuss von maximal 10% des Investitionsvolumens gefördert. Die Förderung ist nunmehr an ein **Effizienzkriterium** gebunden, das auf monatlicher Basis nach der Formel $\frac{2}{3} * \frac{W}{B} + \frac{E}{B} > 0,6$ berechnet wird. B steht dabei für den gesamte Brennstoffeinsatz W für die an das öffentliche Fernwärmenetz abgegebene oder als Prozesswärme wirtschaftlich genutzte Wärmemenge und E für die an das öffentliche Elektrizitätsnetz abgegebene oder zur Eigenversorgung genutzte Strommenge²⁹.

Die Bindung der Förderungen an die effiziente Ausnutzung der erzeugten Energie wäre zu begrüßen, wenn nicht gleichzeitig die Laufzeit der Förderungen von 13 Jahren auf 11,5 Jahre gesenkt würde. In Verbindung mit der Senkung der Einspeisetarife kann dies dazu führen, dass mit der Errichtung neuer Biomasse-KWK-Anlagen in vielen Fällen nicht mehr rentabel ist. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass mit der Inbetriebnahme der Biomasse-KWK-Anlagen, die bis Ende 2004 noch nach dem bisherigen Ökostromgesetz genehmigt wurden, „Zudem wird eine sorgfältige Planung neuer Biomasseanlagen, die eine Grundvoraussetzung für eine hohe Effizienz ist, dadurch erschwert, dass die Förderungsanträge in der Reihenfolge ihres Einlangens zu behandeln sind.“

Aufgrund der unterschiedlichen Brennstoffkosten sind die Einspeisetarife in der Ökostromverordnung nicht nur nach der Leistung der Biomasse-KWK-Anlagen gestaffelt, sondern auch nach dem eingesetzten Brennstoff. So ist der Einspeisetarif für Rinde und Sägespäne als Brennstoff um 20 % geringer als für Waldhackgut, bei Spanplattenabfällen sogar um 35 %. Trotz des geringeren Einspeisetarifs hat der Brennstoff Rinde bei allen Kraftwerken die höchst-

te Rentabilität. Waldhackgut ist vorteilhaft für Biomasse-KWK-Anlagen mit einer hohen Stromkennziffer, wie dies vor allem bei Kraftwerken mit einer Engpassleistung über 10 MW der Fall ist. Industriebiomasse und Späne sind dagegen vorteilhafter für Kraftwerke mit einer niedrigen Stromkennziffer.

2.2.4 Biomassebrennstoffe

2.2.4.1 Hackschnitzel

Hackschnitzel werden sowohl in Privathaushalten als auch in der Nahwärme und in der Kraft-Wärmekopplung eingesetzt. Der Vorteil von Hackgutkesseln liegt in ihrem automatischen Brennstoffbeschickungssystem, das einen ebenso hohen Komfort garantiert wie Öl- oder Gaskessel. Ein Nachteil von Hackgutheizungen ist der relativ große Raumbedarf für die Lagerung von Hackgut. Aufgrund der möglichen Unterschiede bei der Brennstoffqualität benötigen Hackgutkessel eine robuste mechanische Ausführung und eine hochwertige elektronische Steuerung. Hackgutfeuerungen sind vor allem dann interessant, wenn der Nutzer direkten Zugang zu günstigem Brennstoff hat, beispielsweise im bäuerlichen, forstwirtschaftlichen und holzbe- und verarbeitenden Bereich³⁰. Die Heizkosten sind mit 2,5 Cent/kWh (Stand Oktober 2005) nochmals günstiger als bei Pellets¹⁵.

Die Steigerung der Nachfrage nach Hackschnitzeln ist auch auf den Boom bei Biomassenahwärmeeinrichtungen und Biomassekraftwärmekopplungsanlagen zurückzuführen. Bis 2010 wird in diesem Bereich eine Steigerung um 23,5 PJ prognostiziert. Dies bedeutet einen Mehrbedarf von etwa 3 Millionen Festmeter Energieholz gegenüber dem Basisjahr 2000. Bezieht man die Anlagen ein, die zwischen 2000 und 2003 in Betrieb gingen, reduziert sich der Mehrbedarf ausgehend von 2003 auf etwa 2 Millionen Festmeter⁹.

2.2.4.2 Waldhackgut

Hackschnitzel können sowohl aus Waldholz als auch aus Sägereistholz hergestellt werden. Der Preis für Waldhackgut lag im Dezember 2005 bei durchschnittlich 18 € pro Schüttraummeter³¹. Die Kosten für Hacken und Transport des Waldhackguts können zwischen 10,50 € und 17,50 € schwanken, in Einzelfällen auch mehr⁶⁴. Die Gewinnung von Waldhackgut ist also in den meisten Fällen gerade kostendeckend, kann aber bei einem Fehler in der Logistikkette auch zu Verlusten führen. Neben der Bringung sind das Hacken und der Transport zum Heiz-(kraft-)werk die wesentlichen Kostenfaktoren. Am kostengünstigsten ist die Erzeugung von Waldhackgut, wenn das zu hackende Material im Zuge der Hauptnutzung bereits gesammelt anfällt und keine zusätzlichen Bringungskosten entstehen. Ein beträchtliches Potenzial zur Kosteneinsparung liegt in einer sorgfältigen Planung der Logistikkette. Die Kosten für den Arbeitsschritt Hacken betragen etwa 40 % der gesamten Bereitstellungskosten³². Bei Betriebskosten von 180 € bis 250 € pro Stunde sollte der Hacker weitgehend ausgelastet sein und Stillstände vermieden werden. Dies ist zu erreichen, indem die Arbeitsschritte entkoppelt werden, das zu hackende Material vorkonzentriert wird und der Abtransport der Hackschnitzel gut organisiert ist.

Der Transport ist ein weiterer wesentlicher Kostenfaktor, der von der Entfernung zum Biomassekraftwerk abhängig ist und sich in der Größenordnung von 25 % bis 30 % der gesamten Bereitstellungskosten bewegt. Es ist daher sowohl im ökonomischen als auch im ökologischen Interesse, die Transportdistanz möglichst gering zu halten. Seitens der Holzwirtschaft wird eine Erhöhung der zulässigen Tonnage gefordert, um durch eine bessere Ausnutzung des Ladevolumens die Anzahl der Fahrten und damit die Transportkosten verringern zu können. Der Transport mit den umweltfreundlichen Verkehrsmitteln Bahn und Schiff wird bisher kaum genutzt, da die Umladung mit zu hohen Kosten, bedingt durch den Stillstand des LKWs, verbunden ist. Hier besteht ebenfalls Einsparpotenzial, indem Lösungen für die Umladung entwickelt werden, welche die Standzeit des LKWs verringern und so eine kosten-

günstige Belieferung der großen Biomassekraftwerke auch über weitere Entfernung ermöglichen.

2.2.4.3 Industriehackgut

In den 1.500 österreichischen Sägewerken wurden 2004 knapp 17,5 Millionen Festmeter Rundholz zu 11,2 Millionen m³ Schnittholz verarbeitet¹⁹. Die verbleibenden 6,3 Millionen Festmeter Sägerestholz sind prozesstechnisch bedingte Nebenprodukte, die entweder in der Platten- und Zellstoffindustrie stofflich verwertet oder energetisch genutzt werden können. In den österreichischen Holzverarbeitenden Betrieben fällt ebenfalls ein hoher Anteil an Abfallholz an, der zumeist energetisch genutzt wird. Im Durchschnitt fallen jährlich ca. 1,5 Millionen Festmeter Abfallholz an¹².

Industriehackgut ist mit 7 € für Hackgut mit Rinde und 9 € für Hackgut ohne Rinde wesentlich preiswerter als Waldhackgut oder Industrieholz. Gleichzeitig sind diese Sägenebenprodukte ein begehrter Rohstoff für die stoffliche Verwertung. Besonders in der Zellstoffindustrie hat sich der Einsatz von Sägenebenprodukten in den letzten Jahren stetig erhöht und betrug 2004 bereits 53 % des gesamten Holzverbrauchs³³. Insgesamt verbrauchten die Platten- und Zellstoffindustrie 2004 in Österreich rund 7,5 Millionen Festmeter Sägenebenprodukte, wovon etwa 850.000 Festmeter importiert wurden. Von den 7,8 Millionen Festmeter an Sägenebenprodukten und Abfallholz, die insgesamt in Österreich anfallen, wurden 2004 also knapp 6,7 Millionen Festmeter stofflich verwertet und weitere 670.000 Festmeter zu Pellets verarbeitet. Es verblieben somit nur etwa eine halbe Million Festmeter zur energetischen Nutzung, die aber teilweise in den Holz verarbeitenden Betrieben selbst erfolgt.

Biomasse-KWK-Anlagen werden auch von der Holzindustrie selbst oder in Kooperation mit ihr gebaut. Auf diese Weise ist zum einen eine langfristige Brennstoffversorgung durch Sägenebenprodukte gesichert. Zum anderen kann die Wärme, die bei der Stromerzeugung anfällt, als Prozesswärme, z.B. für die Holz Trocknung, verwendet werden, so dass auch im Sommer eine effiziente Energienutzung gegeben ist.

2.2.4.4 Rinde

Rinde ist mit 3 € bis knapp 5 € pro Schüttraummeter der preisgünstigste Brennstoff für Biomasseanlagen. Der Rindenanteil nimmt mit zunehmendem Stammdurchmesser ab und beträgt in der Regel ca. 5 - 10 % der Baummasse. Rinde ist reicher an Kohlenstoff und hat einen oberen Heizwert von etwa 19,5 MJ/kg. Allerdings weist Rinde auch einen höheren Anteil an Aschebildenden Mineralstoffen auf²⁴.

Die günstigen Preise für Rinde sind dadurch möglich, dass bei dem Holzverkauf die Holzmasse in Erntefestmeter ohne Rinde berechnet wird, das Holz jedoch in den allermeisten Fällen in der Rinde geliefert wird. Die Zellstoff- und Plattenindustrie sowie ein Großteil der Sägewerke verfügen über Entrindungsanlagen, in denen jährlich rund 1,8 Millionen Festmeter Rinde anfallen¹². Diese kann entweder im Gartenbau als Rindenmulch genutzt oder energetisch verwendet werden.

2.2.4.5 Ablauge

Bei der Verarbeitung von Holz zu Zellstoff, der für die Papierproduktion benötigt wird, entsteht als Abfallprodukt Ablauge, aus deren Verbrennung innerhalb der Zellstoff- und Papierindustrie Prozesswärme und Strom erzeugt wird. Holz besteht zu rund 50 % aus Cellulose und zu 20 bis 25 % aus Hemicellulose. Der dritte wesentliche Holzbestandteil ist Lignin mit etwa 25 % bei Laubholz und bis zu 30 % bei Nadelholz. Da Lignin im Papier zur Vergilbung führt, wird es bei der Zellstoffherstellung weitgehend als Ablauge getrennt. Der obere Heizwert von Lignin ist mit 30 MJ/kg beinahe doppelt so hoch wie der Heizwert von Cellulose und Hemicellulose. Die Ablauge wird in großindustriellen Kraft-Wärme-Kopplungen zumeist zur Deckung des Eigenbedarfs an Strom und Wärme eingesetzt. Die 28 in Österreich tätigen Unter-

nehmen der Papier- und Zellstoffindustrie haben im Jahre 2002 eine Brennstoffenergiemenge von etwa 61,5 PJ zur Produktion ihrer Güter eingesetzt. Davon entfielen knapp 37 % auf die Nutzung von Ablaugen, rund 5 % auf den Einsatz von Rinde und knapp 2 % auf den Einsatz von Abwasserschlamm¹².

Im Sinne einer effizienten Nutzung der Ressource Holz ist die energetische Verwertung der ligninhaltigen Ablauge aus ökologischer Sicht zu begrüßen, wenn die Verbrennung in modernen Anlagen mit niedrigen Emissionswerten erfolgt. Der aus der Ablauge gewonnene Strom ist in Österreich jedoch von der Förderung durch das Ökostromgesetz ausgeschlossen. Er ist aber für die Zielerreichung der EU-Richtlinie 2001/77/EG anrechenbar, nach der Strom auf Basis erneuerbarer Energien im Jahr 2010 einen Anteil von 78,1 % am Bruttoinlandsstromverbrauch haben soll. Ein Rückgang der Zellstoffproduktion in Österreich würde daher die Zielerreichung erschweren.

2.3 Entwicklungsszenarien

2.3.1 Prognostizierter Verbrauch

Im Bereich der festen Biomasse wird bis 2010 ein Zuwachs von 52,5 PJ im Vergleich zum Jahr 2000 erwartet. Dies entspricht einem zusätzlichen Bedarf von 6,5 Millionen Festmeter Holz⁹. Der Entwurf des nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich geht im Vergleich zu 2004 sogar von einem Mehrbedarf von 6,7 Millionen Festmeter für 2010 und 9,6 Millionen Festmeter im Jahr 2020 für die Wärme und Stromerzeugung aus Biomasse aus³⁴.

Steigerung des Biomasseeinsatzes von 2000 bis 2010		
Bereich	PJ	Festmeter
<i>Rinde / Hackgut</i>	23,5	2,9
<i>Pellets</i>	10,5	1,3
Wärme	34,0	4,2
Strom	18,5	2,3
Gesamt	52,5	6,5

Tabelle 1: Prognostizierte Steigerung des Biomasseeinsatzes von 2000 bis 2010

Der höchste Zuwachs von 2000 bis 2010 findet mit 34 PJ im Bereich der **Wärmeerzeugung** statt. Dabei wird angenommen, dass der Einsatz von Scheitholz gegenüber dem langjährigen Mittel um 10 % auf etwa 60 PJ sinkt. Für Rinden- und Hackgutfeuerungsanlagen wird eine Steigerung um 23,5 PJ auf 38 PJ prognostiziert. Davon wird ein Anteil von 13 PJ in Biomasseheizwerken erzeugt. Gegenüber dem Jahr 2000 entspricht dies einem Mehrbedarf von knapp 3 Millionen Festmeter Energieholz.

Zusätzlich wird angenommen, dass der Pelletsbedarf um 10,5 PJ auf 11,5 PJ ansteigt. Dieser Mehrbedarf von knapp 5 Millionen Schüttraummeter Späne entspricht 1,3 Millionen m³ Holzmasse⁹.

Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass der jährliche Bedarf an Pellets, Hackgut und Rinde bis 2004 bereits um 11 PJ gestiegen ist. Gegenüber 2004 und unter Berücksichtigung des sinkenden Scheitholzeinsatzes beträgt der Mehrbedarf an Holz zur Energiegewinnung bis 2010 nur mehr knapp 2 Millionen Festmeter oder 17 PJ pro Jahr⁹.

Im Bereich **Strom** wird von einer Steigerung des Biomasseeinsatzes um 18,48 PJ auf 20,10 PJ im Jahr 2010 ausgegangen. Dies würde einem Mehrbedarf von etwa 2,3 Millionen Festmeter Energieholz pro Jahr gegenüber dem Jahr 2000 entsprechen⁹. Allerdings scheint diese Prognose bereits von der aktuellen Entwicklung überholt worden zu sein. Wenn alle bis Ende 2004 genehmigten Biomasse-KWK-Anlagen in Betrieb gehen, ist schon 2007 mit einem Mehrbedarf von 3,4 Millionen Festmeter pro Jahr zu rechnen. Der Entwurf des nationalen Biomasseaktionsplan für Österreich geht dementsprechend im Vergleich zu 2004 bereits von einem Mehrbedarf von 3,8 Millionen Festmeter im Jahr 2010 und 4,6 Millionen Festmeter im Jahr 2020 für die Ökostromerzeugung aus³⁴.

2.3.2 Biomassepotenziale

Biomasse kann entweder direkt aus dem Wald, beziehungsweise von Energieholzflächen gewonnen werden oder im Sinne einer kaskadischen Nutzung aus Sägenebenprodukten und Abfallholz der Holzverarbeitenden Betriebe. Als weitere Quellen kommen unbehandeltes Altholz und Flurholz in Betracht. Flurholz fällt bei der Landschaftspflege an, wenn Hecken und Feldgehölze zurück geschnitten werden, um sie zu verjüngen und seltene Straucharten zu fördern. Bei einer Biomassenutzung von Flurholz sollte jedoch nicht das landschaftspflegerische Ziel, die die Hecken und Feldgehölze zu erhalten und zu pflegen, aus den Augen gelassen werden. Auf einen großflächigen Rückschnitt zur maximalen, kosteneffektiven Biomassegewinnung sollte daher verzichtet werden. Ebenso sollte ein Teil des Schnittguts belassen werden, um Lebensräume, beispielsweise für Kleinsäuger, zu schaffen.

Die österreichische Waldfläche umfasst 3,96 Millionen Hektar. Die jährliche Nutzung beträgt nur 60 % des Zuwachses, so dass der Holzvorrat im österreichischen Wald mittlerweile auf über eine Milliarde Festmeter angewachsen ist.

Dennoch könnte der gesamte Holzvorrat, würde er energetisch verwertet, den Primärenergieeinsatz in Österreich nur für 6 Jahre decken. Die energetische Verwertung des gesamten Holzzuwachses würde ein Fünftel des jährlichen Primärenergieeinsatzes decken²³. Da Holz nur einen begrenzten Teil des Österreichischen Energieverbrauchs decken kann, sollte es möglichst effizient genutzt werden.

Im Folgenden werden die verschiedenen Biomassepotenziale quantitativ dargestellt und auf ihre technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit hin bewertet. Auf die ökologischen Aspekte einer Nutzung dieser Potenziale wird in Kapitel 4 detailliert eingegangen.

2.3.2.1 Ungenutzter Zuwachs

Der jährliche Zuwachs im Ertragswald beträgt laut Waldinventur 31,3 Millionen Vorratsfestmeter, wovon 18,8 Millionen Vorratsfestmeter genutzt werden. Rund 12,5 Millionen Vorratsfestmeter verbleiben ungenutzt im Wald und stünden theoretisch als Biomassepotenzial zur Verfügung. Davon befinden sich 84 %, also 10,5 Millionen Vorratsfestmeter im Kleinprivatwald unter 200 ha³⁹.

Für eine realistische Einschätzung des Biomassepotenzials muss allerdings das Kriterium der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden. Auf ungünstig gelegenen Waldflächen in Hochlagen und Schutzwäldern ist selbst eine Nutzung weitaus höherwertiger Sortimente wie Sägerundholz nicht kostendeckend durchzuführen. Der zusätzliche Erlös durch die Verwertung bisher nicht vermarktbarer Holzsortimente als Biomasse wird nur auf den wenigsten dieser Flächen eine kostendeckende Holznutzung ermöglichen. Selbst bei Forstbetrieben mit einer Flächengröße über 1000 ha, die einen Großteil ihres Einkommens über den Holzverkauf erwirtschaften und deshalb eine möglichst hohe Holznutzung anstreben, werden nur 95 % des Zuwachses im Ertragswald genutzt, bei den Österreichischen Bundesforsten aufgrund der ungünstigeren Lagen im Alpenraum sogar nur 81 %. Eine hundertprozentige Nutzung des Holzzuwachses kann Österreichweit nicht nachhaltig erreicht werden, da dies bedeuten würde, dass auf günstig gelegenen Waldflächen mehr als der jährliche Holzzuwachs genutzt werden würde. Um das tatsächlich realisierbare Potenzial abzuschätzen, wird von einem ähnlichen Nutzungsprozent im Kleinprivatwald wie bei den größeren Forstbetrieben ausgegangen.

Holzeinschlag Kleinprivatwald 2004 (in Erntefestmeter)			
Sortiment	Nadelholz	Laubholz	Gesamt
Sägeschwachholz	837.466	5.231	842.697
SH > 20 cm MDM	4.022.396	197.862	4.220.258
Sägeholz	4.859.862	203.093	5.062.955
Industrieholz	936.504	75.120	1.011.624
Brennholz	1.755.336	1.102.880	2.858.216
Gesamt	7.551.702	1.381.093	8.932.795

Tabelle 2: Holzeinschlag im Kleinprivatwald 2004

Es ist dabei zu beachten, dass es sich bei den Daten der Waldinventur um Vorratsfestmeter handelt. Dies ist die Maßeinheit für das oberirdische Holz mit einem Durchmesser über 7 cm mit Rinde (Derbholz) unter Ausschluss der dünneren Äste, der Blatt- oder Nadelmasse, der Wurzelmasse und des Wurzelstocks. Erntefestmeter, auf die sich die angeführten Bedarfszahlen für Biomasse beziehen, entsprechen etwa 0,8 Vorratsfestmetern, da Ernteverluste und der Rindenanteil abgezogen werden.

Der Rindenanteil von 5 bis 10 % wird bereits energetisch genutzt. Eine Verringerung des verbleibenden Anteils von 10 bis 15 % Ernteverlust stellt dagegen ein Potenzial für eine zusätzliche Biomassenutzung dar.

Weiters ist zu berücksichtigen, dass bei der Nutzung nicht nur Energieholz, sondern auch höherwertige Sortimente wie Sägerundholz anfallen. Nach der Holzeinschlagsmeldung 2004 wurden 23 % des Nadelholzeinschlags, aber 80 % des Laubholzeinschlags im Kleinprivatwald als Brennholz genutzt (Tabelle 2). Unter Berücksichtigung von 20 % Ernteverlust ergibt sich bei einer Nutzung von 95 % des Zuwachses im Kleinprivatwald eine zusätzliche Holzmenge von 6.150.000 Erntefestmetern ohne Rinde im Vergleich zu 2004.

Geht man davon aus, dass die unterschiedlichen Sortimente im selben Verhältnis anfallen wie bei dem 2004 im Kleinprivatwald ausgeführten Holzeinschlag, fallen allerdings nur etwa 2,8 Millionen Festmeter Brennholz an (Tabelle 3). Bezieht man das zusätzlich anfallende Industrieholz mit ein, kämen maximal 3,4 Millionen Festmeter für eine energetische Verwertung in Betracht.

Nimmt man auch für die Forstbetriebe zwischen 200 und 1000 ha sowie für die Wälder der Gebietskörperschaften eine Nutzung von 95 % des Zuwachses und die selbe Verteilung der Holzsortimente wie 2004 an, können zusätzlich nur weitere 64.000 Festmeter Brennholz gewonnen werden

(Tabelle 4). Unter Einbeziehung von Industrieholz

ergäbe sich eine maximale zusätzliche Holzmenge von 227.000 Festmeter für die energetische Verwertung. Bei den österreichischen Bundesforsten ist nach eigenen Angaben keine verstärkte Holznutzung möglich. Hier musste der Hiebsatz in den letzten Jahren gesenkt werden, da in den letzten Jahrzehnten Altholz verstärkt abgebaut wurde.

Zusätzlicher Holzeinschlag Kleinprivatwald (in Erntefestmeter)			
Sortiment	Nadelholz	Laubholz	Gesamt
Sägeschwachholz	416.856	9.049	425.905
SH > 20 cm MDM	2.002.181	342.276	2.344.457
Sägeholz	2.419.036	351.325	2.770.361
Industrieholz	466.153	129.948	596.101
Brennholz	873.733	1.907.842	2.781.575
Gesamt	3.758.922	2.389.115	6.148.037

Tabelle 3: Zusätzlicher Holzeinschlag im Kleinprivatwald bei einer Nutzung von 95 % des Zuwachses

Zusätzlicher Holzeinschlag Betriebe über 200 ha und Gebietskörperschaften (in Erntefestmeter)			
Sortiment	Betriebe > 200 ha	Gebietskörperschaften	Gesamt
Sägeschwachholz	49.677	8.898	58.575
SH > 20 cm MDM	338.334	60.604	398.939
Sägeholz	388.011	69.502	457.513
Industrieholz	137.887	24.699	162.586
Brennholz	54.493	9.761	64.254
Gesamt	580.336	103.952	684.288

Tabelle 4: Zusätzlicher Holzeinschlag in Betrieben über 200 ha und Gebietskörperschaften bei einer Nutzung von 95 % des Zuwachses

2.3.2.2 Durchforstungsreserven

Als Folge einer zu geringen Vornutzung in der Vergangenheit sammelte sich im österreichischen Wald ein Durchforstungsrückstand in der Höhe von 65,5 Millionen Vorratsfestmeter. Davon befinden sich 1,4 Millionen Vfm im Schutzwald, aber 62,1 Millionen Vfm oder 98 % im Wirtschaftswald. **Mit 65 % liegt ein überproportional hoher Teil der Durchforstungsreserven wiederum im Kleinprivatwald.** Bei den Forstbetrieben über 200 ha belaufen sich die Durchforstungsreserven auf 16,3 Millionen Vorratsfestmeter, bei den ÖBf auf 6,2 Millionen Vorratsfestmeter.

Die Daten der Waldinventur beziehen sich jedoch auf den Zeitraum von 2000 bis 2002. Mittlerweile haben beispielsweise die österreichischen Bundesforste nach eigenen Angaben ihre Durchforstungsreserven weitgehend abgebaut. Die Vornutzungen sind im Vergleich zum Vorjahr um 10 % gesunken. Es ist daher bis zur nächsten Waldinventur auch fraglich, wie viel der Durchforstungsreserven im Kleinprivatwald bereits abgebaut wurden. 2004 lag der Anteil der Vornutzungen im Kleinprivatwald bereits bei 31,4 % an der Gesamtnutzung, im Vergleich zum Vorjahr stiegen die Vornutzungen um 11,7 %³⁶. Für die Forstbetriebe über 200 ha lässt sich ebenfalls keine verlässliche Aussage darüber treffen, auf welche Höhe sich die Durchforstungsreserven mittlerweile belaufen.

In der Holzmenge, die aus den Durchforstungsreserven gewonnen werden kann, ist ebenfalls ein gewisser Anteil an Sägerundholz enthalten. Nach den Erfahrungen der Bundesforste beläuft sich dieser Anteil in Vornutzungen auf 60 % bei Nadelholz und 20 bis 30 % bei Laubholz.

Durchforstungen sind zwar als Investition in die zukünftige Bestandesentwicklung zu sehen, um sie durchzuführen, sollte aber zumindest der Deckungsbeitrag für Ernte und Bringung durch die Vornutzung erwirtschaftet werden. **Wie in Kapitel 4.2.2 erläutert wird, kann nur ein Teil dieser Durchforstungsreserven genutzt werden, ohne die Bestandesstabilität oder die Biodiversität des Waldes zu beeinträchtigen.** Zudem sind sie ein temporäres und kein nachhaltiges Biomassepotenzial. Die **Durchforstungsreserven können kurzfristige Engpässe aufgrund einer noch verbesserungswürdigen Logistik beheben, aber nicht zu einer langfristig nachhaltigen Biomassenutzung beitragen.** Bei dem Abbau der Durchforstungsreserven müssen daher die Erhöhung der Bestandesstabilität und die Förderung der Vielfalt im Bestand in jeder Hinsicht Vorrang haben.

2.3.2.3 Wipfelstücke und Astmaterial

Für die Biomassenutzung kommen auch Wipfelstücke und Astmaterial in Betracht, die bei einer herkömmlichen Nutzung des Stammholzes im Bestand verbleiben. Die Nutzung dieses Materials ist allerdings, wie in Kapitel 4.3 erläutert wird, kritisch zu bewerten, da die Entnahme von Nadeln und Feinreisig einen überproportionalen Nährstoffentzug im Vergleich zur zusätzlich gewonnenen Biomasse mit sich bringt. Dies kann zu einer Bodendegradation und einer Verschiebung des Artenspektrums führen, aber auch zu Zuwachsverlusten am verbleibenden Bestand führen. Insgesamt fallen im Rahmen der Nutzungen jährlich 406.000 Vfm Wipfelstücke und etwa 240.000 Vfm Laubholzäste über 5 cm Durchmesser an³⁵. Diese sind oftmals über die Schlagfläche verteilt, so dass deren Nutzung angesichts der zusätzlich anfallenden Kosten für die Bringung als wenig realistisch erachtet wird. Bei der Holzernte mit schweren Maschinen wie dem Harvester wird dieses Astmaterial als Armierung benutzt, um Schäden am Boden der Rückegasse zu verhindern. Auch in diesem Fall ist eine nachträgliche Biomassenutzung des verschmutzten Astmaterials als unrealistisch einzustufen. Im Jahr 2004 wurden 11,8 % der Nutzungen mit dem Harvester durchgeführt³⁶. Kostendeckend kann die Nutzung des Rücklasses derzeit nur erfolgen, wenn Wipfelstücke und Astmaterial im Zuge der Holzernte bereits gesammelt an der Forststraße anfällt. Diese Ganzbaumnutzung wird teilweise bei der Bringung mit Seil oder Schlepper durchgeführt. Ein beträchtlicher Teil der

Äste bricht dabei während der Bringung ab und verbleibt als Ernteverlust im Bestand. Auch hier ist ein nachträgliches Aufsammeln der Äste aus Kostengründen unwahrscheinlich.

Die Nutzung des Rücklasses stellt also mit einer jährlich verfügbaren Menge von knapp 650.000 Vfm, von der nur ein geringer Teil realistisch genutzt werden kann, ein vergleichsweise geringes Biomassepotenzial dar. Es sollte keine Ausweitung der Ganzbaumnutzung angestrebt werden, weil mit der Entnahme ganzer Bäume einschließlich des Feinreisigs und der Nadeln oder Blätter überproportional viele Nährstoffe entzogen werden. Dies kann zu einer Verschiebung des Artenspektrums führen. Zudem besteht auf nährstoffarmen Böden bei einem zusätzlichen Nährstoffentzug durch Ganzbaumnutzung das Risiko eines Zuwachsverlustes am verbleibenden Bestand, womit sich auch das in Zukunft nutzbare Biomassepotenzial verringern würde.

2.3.2.4 Totholz

Es wird teilweise auch die Nutzung des im Wald vorhandenen Totholzes zur Biomassegewinnung in Betracht gezogen, sofern es sich nicht bereits in einem fortgeschrittenen Zerfallsstadium befindet. Aus ökologischer Sicht ist eine Entnahme von Totholz kritisch zu beurteilen, da es für die Biodiversität im Wald von hoher Bedeutung ist (siehe Kapitel 4.4). Die österreichischen Bundesforste führen daher das Belassen von stehendem und liegendem Totholz als vorderste Maßnahme des Naturschutzes im täglichen Waldbau auf³⁷. Bis zu einem Drittel der im Wald lebenden Arten sind auf Totholz angewiesen, wobei sie oftmals auf bestimmte Baumarten und Durchmesserbereiche spezialisiert sind³⁸. Einige dieser Arten sind akut gefährdet und in der Roten Liste aufgeführt. Aus ökologischer Sicht ist der stehende Totholzvorrat im österreichischen Wirtschaftswald mit 5,8 Vfm / ha vergleichsweise niedrig. Der Großteil dieses Totholzes besteht zudem aus Stämmen mit geringem Durchmesser. Durchschnittlich finden sich auf einem Hektar im österreichischen Wirtschaftswald zwar 57,2 abgestorbene Stämme mit einem Durchmesser unter 35 cm, aber nur 0,7 Stämme mit einem Durchmesser über 35 cm. Der Vorrat an stehendem Totholz über 35 cm Durchmesser beträgt nur 1,1 Vfm / ha³⁹. Ähnliches gilt für liegendes Totholz. Hier beträgt der Totholzvorrat über 20 cm Durchmesser nur 0,5 Vfm / ha⁴⁰. Es ist anzunehmen, dass bei einer Nutzung als Biomasse vor allem Totholz mit höherem Durchmesser entnommen werden würde, da hier die Bereitstellungskosten nach dem Stück-Masse-Gesetz am niedrigsten sind.

Insgesamt beträgt die Menge an stehendem und liegendem Totholz im österreichischen Wald (einschließlich Schutzwald) etwa 33 Millionen Vfm. Dies entspricht etwa dem Doppelten des jährlichen Holzeinschlags in Österreich, aber nur der Hälfte der Durchforstungsrückstände, deren Nutzung aus ökologischer Sicht weitaus unbedenklicher wäre. Die 33 Millionen Vorratsfestmeter Totholz sind über die ganze österreichische Waldfläche verteilt. Zudem sind etwa 10 Millionen Vfm davon schwaches liegendes Totholz unter 20 cm Durchmesser und über 12 Millionen Vfm schwaches stehendes Totholz unter 25 cm Durchmesser. **Eine Nutzung des Totholzvorrates wäre somit zum größten Teil nicht kostendeckend durchführbar und würde die Biodiversität im österreichischen Wald massiv beeinträchtigen.** Dies stünde im Widerspruch zu der internationalen Verpflichtung Österreichs, den Verlust der biologischen Vielfalt bis 2010 signifikant zu reduzieren.

2.3.2.5 Zusätzliche Rinde und Sägenebenprodukte

Bei einer auf 95 % des Zuwachses gesteigerten Nutzung fallen im Kleinprivatwald fast 2,8 Millionen Festmeter Sägerundholz an, in den Forstbetrieben unter 1000 ha und den Gebietskörperschaften nochmals etwa 450.000 Festmeter. Wenn dieses Sägerundholz in Österreich zusätzlich verarbeitet wird, stehen davon etwa 38 %, also weitere 1,2 Millionen Festmeter Sägenebenprodukte für eine energetische Verwertung zur Verfügung. Zusätzlich würden etwa 400.000 Festmeter Rinde anfallen, die ebenfalls zur Energiegewinnung genutzt werden könnten.

2.3.2.6 Ökologische Bewertung der Biomassepotenziale

Die Nutzung der aufgeführten Biomassepotenziale hat unterschiedliche Auswirkungen auf das Ökosystem Wald und dessen Biodiversität, die in Kapitel 4 eingehender erörtert werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Steigerung des Holzeinschlags im Kleinprivatwald, den Betrieben zwischen 200 ha und 1000 ha sowie den Gebietskörperschaften aus ökologischer

Ökologische Bewertung der Biomassepotenziale	
Biomassepotenzial	Ökologische Bewertung
Ungenutzter Zuwachs	Unbedenklich
Durchforstungsrückstände	Nach Standort und Art des Eingriffes zu differenzieren
Wipfel und Äste	
Totholz	Äußerst kritisch
Sägenebenprodukte	Unbedenklich

Tabelle 5: Ökologische Bewertung der Biomassepotenziale

Sicht unbedenklich erscheint, solange dabei die Grundsätze einer nachhaltigen Forstwirtschaft eingehalten werden. Ein Abbau der Durchforstungsrückstände wäre aus ökologischer Sicht positiv zu bewerten, wenn dieser fachgerecht und zur Förderung der Stabilität der Wälder erfolgt. Hier muss aber geklärt werden, inwieweit diese Durchforstungsrückstände überhaupt noch vorhanden sind, um das daraus zur Verfügung stehende, temporäre Biomassepotenzial beziffern zu können.

Eine Nutzung des Rücklasses ist dagegen wegen dem damit verbundenem Nährstoffentzug, der zu einer Verschiebung des Artenspektrums führen kann, aus ökologischer Sicht kritisch zu beurteilen.

Die Entnahme von Totholz zur Biomassegewinnung ist aus naturschutzfachlicher Sicht äußerst kritisch zu bewerten. Totholz hat als Lebensraum eine hohe Bedeutung für die Biodiversität im Wald. Hinzu kommen zahlreiche weitere ökologische Vorteile. Der ohnehin geringe Totholzvorrat im österreichischen Wald sollte daher nicht abgebaut werden. Überdies ist sowohl bei dem Rücklass als auch beim Totholz nur ein sehr geringer Teil als wirtschaftlich realisierbares Potenzial anzusehen.

2.3.2.7 Zusammenfassung der Biomassepotenziale

Aus dem ungenutzten Zuwachs stünde jedoch ein nachhaltiges, jährliches Biomassepotenzial von 5,2 Millionen Festmeter zur Verfügung, wenn die Nutzung im Kleinprivatwald, in den Gebietskörperschaften und den Forstbetrieben zwischen 200 ha und 1000 ha auf das Niveau der Forstbetriebe über 1000 ha gesteigert würde (Tabelle 6). Dies entspricht einem Energiepotenzial von 41,6 PJ. Die Mobilisierung dieser Holzreserven ist allerdings besonders im Kleinprivatwald mit großen Schwierigkeiten verbunden, die in Kapitel 5.2 noch erörtert werden.

Biomassepotenzial einschließlich der kaskadischen Nutzung von Sägenebenprodukten (in Erntefestmeter)			
Sortiment	Kleinprivatwald	Betriebe	Gesamt
Industrieholz	596.101	203.234	758.687
Brennholz	2.781.575	80.318	2.845.829
Sägenebenprodukte	1.052.737	217.287	1.226.592
Rinde	346.295	71.476	403.484
Gesamt	4.776.708	457.885	5.234.593

Tabelle 6: Biomassepotenzial einschließlich der kaskadischen Nutzung von Sägenebenprodukten bei einer Nutzung von 95 % des Zuwachses im Kleinwald, Betrieben über 200 ha und Gebietskörperschaften

2.3.3 Marktentwicklung

Das angegebene Biomassepotenzial von 5,2 Millionen Festmeter bei einer verstärkten Nutzung der Wälder steht nur zusätzlich zur Verfügung, wenn die österreichischen Rundholzimporte auf dem gleichen Niveau verbleiben. Schließlich stammt ein Teil der bislang genutzten Sägenebenprodukte aus der Verarbeitung des importierten Rundholzes. Die Holz- und Papierindustrie befürchtet jedoch aufgrund des Ausbaus von Sägewerkskapazitäten in den Nachbarländern einen Rückgang der Holzimporte um 2,5 Millionen Festmeter, davon 2 Millionen Festmeter Sägerundholz und 0,5 Millionen Festmeter Industrieholz. Ohne eine Steigerung des

Holzeinschlags in Österreich würde dies einen Einschnittrückgang von 11,5 % bedeuten. Somit stünden auch etwa 720.000 Festmeter Sägenebenprodukte weniger für die stoffliche oder energetische Verwertung zur Verfügung. Soll der Rohstoffbedarf der Zellstoff- und Plattenindustrie weiterhin gedeckt und dennoch die neu errichteten Biomasseanlagen mit Brennstoff versorgt werden, müsste der jährliche Holzeinschlag in Österreich 2006 um 3 Millionen Festmeter und bis 2007 um mindesten 5 Millionen Festmeter steigen³³.

Zur zukünftigen Preisentwicklung gibt es unterschiedliche Einschätzungen; es ist aber wohl für die meisten Energieholzsortimente allenfalls mit moderaten Preissteigerungen zu rechnen. Zwar konkurrieren die stoffliche und energetische Verwertung um diese Sortimente. Die Platten- und Zellstoffindustrie verbrauchte 2004 vom österreichischen Holzeinschlag etwa 3 Millionen Festmeter Industrieholz, also eine halbe Millionen Festmeter weniger als der Brennholzeinschlag betrug. Bei Sägereistholz ist die Industrie mit einem Anteil von 85 % der wichtigste Abnehmer. Ein Großteil der hergestellten Holz- und Papierprodukte werden exportiert. Die österreichische Platten- und Zellstoffindustrie steht somit im globalen Wettbewerb und hat deshalb nur einen begrenzten Spielraum für eine Preiserhöhung des Rohstoffes Holz. Wenn der Anstieg des Holzpreises nicht mehr durch eine höhere Produktivität ausgeglichen werden kann, werden voraussichtlich Produktionskapazitäten stillgelegt.

Auch seitens der Biomasseanlagenbetreiber wäre eine Preissteigerung für den Brennstoff Holz nur bei einer Erhöhung des garantierten Einspeisetarifs für Ökostrom möglich. Selbst bei einer weiteren Verteuerung der fossilen Brennstoffe ist eine Anhebung des Energieholzpreises nicht möglich, da bei dem Bau der Biomasseanlagen hohe Investitionskosten entstanden. Bei den fossilen Kraftwerken handelt es sich dagegen meist um ältere Anlagen, für die die Investitionskosten bereits abgeschrieben wurden. Innerhalb der einzelnen Forstbetriebe kann es zu Verschiebungen im Angebot zwischen Industrieholz- und Energieholzsortimenten kommen. Angesichts des hohen Transportkostenanteils wird bei annähernd gleichen Preisen für Industrie- und Energieholz letztlich die Transportdistanz ausschlaggebend sein für die Entscheidung, ob Biomasseanlagen oder die Platten- und Zellstoffindustrie beliefert werden. Biomasseanlagen in der Nähe von Standorten der Platten- und Zellstoffindustrie werden voraussichtlich mit einer erschwerten Brennstoffversorgung rechnen müssen.

Ausschlaggebend für eine verstärkte Holznutzung ist vor allem der Preis für Sägerundholz, da dieses zu einem weitaus höheren Wert vermarktet werden kann als Energie- und Industrieholz. Die Verbesserung der Preise der Koppelprodukte und Biomassesortimente kann jedoch einen maßgeblichen Beitrag zur Mobilisierung von Holz leisten. Bei Sägeholz ist eine Preissteigerung zu beobachten, da aufgrund des erwarteten Importrückgangs von den Sägewerken eine Verknappung der Sägeholzmenge befürchtet wird. Der Preis wird von der am Markt befindlichen Holzmenge bestimmt. Steigende Preise für Sägenebenprodukte werden im Allgemeinen nicht über den Sägerundholzpreis an die Forstbetriebe weitergegeben.

Die Entwicklung neuer Technologien in der Holzverarbeitung hat die Konkurrenz um schwächere Holzsortimente zusätzlich verschärft. Moderne Spanerwerke sind durch ihre Technik auf niedrigere Durchmesser mit einem Optimum bei 25 cm begrenzt. Die Nachfrage nach Starkholz ist dadurch gesunken. Zudem wird im Anwendungsbereich Starkholz zunehmend durch Leimbinder substituiert. Während die Industrie kurzfristig auf neue Technologien umstellen kann, kann die Forstwirtschaft aufgrund ihrer langen Produktionszeiträume nur langsam auf Änderungen der Nachfrage reagieren. Der Nutzungsdruck auf Wälder der mittleren Altersklassen wird daher vermutlich zunehmen, während er auf Altholzbestände abnimmt.

3 Biodiversität im Wald

3.1 Grundlagen und ökologische Bedeutung

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt ist als Prozess zu verstehen, der unter sich laufend ändernden Rahmenbedingungen die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt gewährleisten soll. Der Ökosystemare Ansatz ist dabei die zentrale Leitstrategie für die Umsetzung der Inhalte des Übereinkommens. Er schließt neben ökologischen Aussagen auch ökonomische und soziale Grundsätze des Managements von Ökosystemen ein. Durch die Einbeziehung des Menschen in ein umfassendes Verständnis des Ökosystem-Begriffes wird verdeutlicht, dass alle ökologisch wirksamen Handlungen des Menschen auf ihn selbst zurückwirken. Der Mensch ist Bestandteil der Ökosysteme, auch wenn er diese bewusst und weitgehend steuern kann. Dies schließt die Notwendigkeit ein, sich als Mensch bewusster mit seinen Handlungen auseinander zu setzen, als dies bislang üblicherweise im Rahmen sektoraler Betrachtungen erfolgte. Sieht sich der Mensch erst wieder einmal als Teil der Ökosysteme, werden Zusammenhänge zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten wieder transparenter. Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt sind dann nicht Gefälligkeiten der Natur gegenüber, sondern es wird sichtbar, wie eng vernetzt unser Umgang mit den natürlichen Ressourcen mit unserer eigenen ökonomischen Entwicklung, unserem sozialen Wohlstand und unserer Lebensqualität ist. Der Ökosystemare Ansatz ist keine auf Konservierung bedachte Schutzstrategie, sondern ein nachhaltigkeitsorientiertes Nutzungskonzept, das den Nutzen und die Leistungen eines gegebenen Ökosystems für den Menschen dauerhaft optimieren möchte. Die berechtigten Bedürfnisse von Gesellschaft und Wirtschaft werden voll anerkannt. Das Ziel bildet ein ausgewogener, sozial fairer Ausgleich von Nutzung und Erhaltung der biologischen Vielfalt zum Wohle des Menschen und unter bestmöglicher Wahrung bestehender Rechte⁴¹.

Für die Forstwirtschaft bedeutet dies, neben einem segregativen Naturschutz durch Ausweisung von Schutzgebieten die Belange des Naturschutzes und der Biodiversität auch in die Waldbewirtschaftung zu integrieren und verstärkt in die forstliche Planung und Umsetzung einzubeziehen. Beispiele dafür sind das Belassen von liegendem und stehendem Totholz, eine standortsbezogene Baumartenwahl und Förderung der Naturverjüngung, die Verfeinerung der Waldstruktur und eine Vielfalt der Nutzungsformen.

3.1.1 Definition der Biodiversität

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt definiert Biodiversität als Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten, zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme^{viii}.

Mit der Dynamik der Ökosysteme geht auch eine Dynamik der Biodiversität einher. In Form periodischer oder fortschreitender Veränderungen treten Phasen des Zerfalls, der Reorganisation und der Stabilität auf, die Veränderungen der Artenzusammensetzung und -vielfalt bewirken. Eine Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt muss daher die Erhaltung der in den Ökosystemen ablaufenden dynamischen Prozesse und der für die einzelnen Entwicklungs- und Zustandsphasen der Ökosysteme charakteristischen Biodiversität („qualifizierte, authentische Biodiversität“) zum Ziel haben⁴².

^{viii} Biological Diversity means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems. (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms)

3.1.2 Ebenen der Biodiversität

Das Leben ist in verschiedenen, hierarchisch geordneten und einander durchdringenden Ebenen organisiert, die untereinander in Wechselwirkung stehen. Dementsprechend findet sich die Eigenschaft der Biodiversität auf allen Ebenen der biologischen Organisation, von Genen über Individuen, Arten und Populationen bis hin zu Ökosystemen und Landschaften.

Jede höhere Ebene beinhaltet die Eigenschaften aller niedrigeren Ebenen und beschränkt gleichzeitig deren Systemverhalten.

Die **genetische Ebene** bezeichnet die Variabilität der Erbmasse und die Gesamtheit der erblichen Variation innerhalb von Populationen sowie zwischen Populationen bzw. innerhalb von kommunizierenden Metapopulationen von Arten. Eine möglichst breite genetische Variabilität innerhalb einer Art bildet die Voraussetzung für eine adäquate Anpassungsfähigkeit bei wechselnden Umweltbedingungen und somit für die Überlebensfähigkeit und -wahrscheinlichkeit einer Art. Die Variabilität der Genome kann somit im Hinblick auf einen möglichen, natürlichen oder anthropogen induzierten Klimawandel zentrale Bedeutung erlangen.

Die **Ebene der Populationen** umfasst Fortpflanzungsgemeinschaften von Individuen einer Art, die innerhalb eines Areals oder eines Habitats miteinander in genetischem Austausch stehen. Geographisch getrennte Populationen derselben Art, zwischen denen ein genetischer Austausch besteht, werden als Metapopulationen bezeichnet.

Die **Ebene der Arten** stellt die meistbenutzte Betrachtungsebene der biologischen Organisation dar. Der wohl populärste und meistgebrauchte Biodiversitäts-Indikator ist die Artenvielfalt, die sich aus der Artenzahl und relative Abundanz, also der Anzahl der Individuen je Art, zusammensetzt. Die relative Abundanz gibt an, mit welcher Ausgeglichenheit Arten innerhalb eines Ökosystems vertreten sind.

Die **Ebene der Ökosysteme** umfasst sowohl die Vielfalt der Organismen als auch der abiotischen Lebensbedingungen, und damit auch die Diversität von Strukturen, Habitaten, Biotopen und ökologischen Nischen innerhalb eines funktionell zusammengehörigen Lebensraumkomplexes.

Die **Ebene der Landschaft** bilden räumlich vergesellschaftete, aneinandergrenzende oder verzahnte Ökosysteme, Landnutzungseinheiten oder Landschaftselemente mit ihren Lebensgemeinschaften⁴¹.

3.2 Einfluss des Klimawandels auf die Biodiversität im österreichischen Wald

In den vergangenen hundert Jahren erwärmte sich die Erde laut NASA um 0,8 Grad, davon allein 0,6 Grad in den zurückliegenden 30 Jahren. In den vergangenen 1.000 Jahren konnte noch niemals eine derartige Temperaturzunahme verzeichnet werden. Das Jahr 2005 war das Jahr mit der höchsten Durchschnittstemperatur seit Beginn der Temperaturmessungen, doch auch die Jahre 1998, 2002, 2003 und 2004 waren bereits außergewöhnlich warm. Die Klimaforscher der US-Behörde befürchten, im 21. Jahrhundert könnten die Durchschnittstemperaturen um weitere drei bis fünf Grad ansteigen⁴³.

Für Österreich liegen Temperaturaufzeichnungen seit 1767 vor, die im Zehnjahresmittel einen Temperaturanstieg gegenüber dem Ende des neunzehnten Jahrhunderts um etwa 1,5°C zeigen, allerdings bei sehr starken Schwankungen von Jahr zu Jahr. Auffallend sind die jahreszeitlichen Unterschiede: die Erwärmung ist in Österreich und im ganzen Alpenraum im Winter wesentlich stärker ausgefallen als im Sommer. Die Mitteltemperatur im Winterhalbjahr der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts liegt regional um ca. 1,5 bis 2,0°C über dem Mittelwert im 18. und 19. Jahrhundert. Die Mitteltemperatur im Sommer liegt dagegen nur um ca. 1,0°C über der Mitteltemperatur des 19. Jahrhunderts, während Ende des 18. Jahrhunderts sogar noch höhere Sommertemperaturen als heute gemessen wurden. Die Erwärmung war im Hochgebirge stärker als in niedrigeren Regionen⁴¹.

Aufgrund der Konzentrationszunahme treibhauswirksamer Gase in der Atmosphäre wird für die nächsten Jahrzehnte eine weitere Erwärmung des Klimas erwartet. Die Prognosen der NASA werden durch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) untermauert. Das IPCC geht davon aus, dass die mittlere Temperatur auf der Erde in den nächsten hundert Jahren um 1,4 - 5,8°C ansteigen könnte⁴⁴. Dies wäre eine in ihrer Höhe und Geschwindigkeit beispiellose Temperaturerhöhung, die mit einer Reihe negativer Effekte auf die Umwelt verbunden wäre. Prognosen über das Ausmaß sowie die zeitliche Entwicklung dieser Klimaänderung sind zwar mit hoher Unsicherheit verbunden, Klimasimulationen für Mitteleuropa zeigen jedoch eine Entwicklung, bei der die Temperaturen im Winter stärker ansteigen werden als im Sommer und die Temperaturminima wiederum stärker als die Maxima.

Es wird allgemein angenommen, dass auch die Häufigkeit und das Ausmaß extremer Witterungsereignisse wie Stürme, sommerliche Dürren oder Überflutungen zunehmen, auch wenn dieser Trend bisher nicht signifikant belegt ist⁴¹.

Zudem werden eine Abnahme des Sommerniederschlags und eine Zunahme des Winterniederschlags erwartet, was entscheidende Auswirkungen auf Physiologie und Ökologie von Waldökosystemen haben könnte. Europas Wälder reagieren besonders empfindlich auf Veränderungen der Extremwerte jahreszeitlicher Klimawerte, im Besonderen außergewöhnlich heiße, trockene Sommer und milde Winter.

Treten erhöhte Temperaturen bei gleich bleibenden oder abnehmenden Niederschlagsmengen auf, kann das besonders im Sommer aufgrund der gesteigerten Evapo-Transpiration zu einer Verknappung der Wasserbilanz und mitunter zu Dürreperioden führen, was besonders in den pannonischen Waldgebiete, in denen Wasser bereits jetzt ein limitierender Faktor ist, das Ökosystem Wald bedrohen kann⁴⁸.

Darüber hinaus begünstigt eine Schwächung der Vitalität von Bäumen den Ausbruch von Schädlingen und Pathogenen. Hohe Sommertemperaturen in Kombination mit verstärkter Trockenheit können das Wachstum bestehender Insektenpopulationen verstärken. Besonders in den klimatischen Randzonen mit bereits auftretendem Trockenheitsstress sind zunehmende Kalamitäten durch Forstschädlinge und Pathogene zu erwarten. Mildere Winter verschärfen die Gefährdung zusätzlich, wenn die Temperaturen nicht tief genug waren, um Schädlinge und Pathogene abzutöten oder zu dezimieren.

Darüber hinaus wird die Auslese kranker und schwacher Individuen einer Spezies in milderen Wintern abgeschwächt, da die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Überwinterung zunimmt. Dies kann zu Änderungen in der Artenzusammensetzung und in der Konkurrenzfähigkeit führen. Auch der Einfluss von Spätfrösten auf Vitalität und Reproduktion kann zunehmen, wenn einzelne Arten aufgrund der Temperaturerhöhung Blattaustrieb und Blüte zeitlich vorverlegen.

Durch die Langlebigkeit der Bäume sind Waldökosysteme von einer Klimaänderung besonders betroffen. Die verschiedenen Baumarten haben unterschiedliche ökologische Ansprüche, beispielsweise in Bezug auf Temperatur und Wasserhaushalt, die ihre natürliche Verbreitung bestimmen. Verändern sich diese Klimaparameter innerhalb kurzer Zeit, kann die Anpassungsfähigkeit von Bäumen und Waldbeständen überschritten werden, was mit Veränderungen der Waldökosysteme verbunden wäre.

Eine Vorhersage der regionalen Veränderungen des Klimas ist mit großen Unsicherheiten behaftet, was eine genaue Prognose der Auswirkungen auf die Wälder, insbesondere auf regionaler Ebene, unmöglich macht.

Die möglichen Auswirkungen einer Klimaänderung auf österreichische Wälder können jedoch in Form von Szenarioanalysen mittels dynamischer Computersimulationen abgeschätzt werden. Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, dass eine Temperaturerhöhung von etwa +1°C im Jahresmittel bezogen auf die Periode 1961-1995 bei im Wesentlichen unveränderten Niederschlägen einen Schwellenwert darzustellen scheint, ab dem es zu starkem An-

steigen der Auswirkungen auf bestehende Wälder kommen dürfte. Zusätzlich reduzierte Niederschläge während der Vegetationsperiode verschärfen diese Situation weiter⁷⁵.

Bereits unter gegenwärtigem Klima treten in fichtendominierten Waldbeständen der Tieflagen klimainduzierte Schäden auf. Sekundäre Fichtenwälder in tief gelegenen östlichen und südlichen Gebieten Österreichs reagierten in der Simulation bereits auf kleine Veränderungen in der Wasserversorgung empfindlich. Trockenstress in Verbindung mit günstigen klimatischen Bedingungen für die Vermehrung von Borkenkäfern führte zu einer Zunahme der Baum mortalität und damit zu deutlichen Veränderungen des Biomassevorrats und der Artenzusammensetzung in diesen Beständen. Die gegenwärtigen, alljährlichen Kalamitätsnutzungen aufgrund von Borkenkäferbefall stützen dieses Modellierungsergebnis.

Die kurz- und mittelfristigen Auswirkungen unterscheiden sich stark von den langfristig zu erwartenden Auswirkungen der Klimaänderung. Kurz- und mittelfristig sind erhebliche Probleme in tieferen Lagen zu erwarten. Daneben deuten die Simulationsergebnisse auf langfristig deutliche subtiler wirkende Folgen einer Klimaveränderung in höheren Lagen hin, wo die Temperaturverhältnisse für viele Laubbaumarten einen limitierenden Faktor darstellen. Eine Erwärmung dürfte zu einer drastischen Veränderung der Konkurrenzverhältnisse zwischen den Baumarten führen. In den heute schon trockenen und warmen Regionen wie dem Sommerwarmen Osten, das Alpenvorland, dem Niederösterreichischen Alpenostrand und dem Klagenfurter Becken nimmt den Modellresultaten zufolge der Anteil von trockenoleranteren Eichenarten und teilweise der Weißkiefer auf heutigen Eichenstandorten zu. Es deutet jedoch nichts auf eine Tendenz zur Versteppung hin. Für heutige potenzielle natürliche Buchenwaldstandorte wird auch in den meisten Fällen unter den Klimaänderungsszenarien eine buchendominierte potenziell natürliche Vegetation (PNV) simuliert. Der Buchenanteil in den montanen Höhenstufen nimmt unter den wärmeren Bedingungen deutlich zu⁷⁵.

Für die waldbauliche Behandlung der österreichischen Wälder hätten Veränderungen gemäß den Klimaszenarien unterschiedliche Auswirkungen. Während in höher gelegenen Lagen – der heutigen montanen bis subalpinen Höhenstufe – ein vergrößerter waldbaulicher Entscheidungsspielraum sowohl bei der Baumartenwahl als auch in Fragen geeigneter Naturverjüngungsverfahren entstehen würde, zeigte sich auch, dass bei Temperaturerhöhungen von +2°C davon ausgegangen werden kann, dass eine geregelte nachhaltige Bewirtschaftung von Fichtenwäldern in der heutigen kollinen, submontanen und teilweise in der tiefmontanen Höhenstufe weitestgehend ausgeschlossen ist. Durch eine Orientierung an der potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) bei der Baumartenwahl ließen sich in Tieflagen die Folgen der Klimaänderung abmildern⁷⁵.

Aufgrund langer Überführungszeiträume müsste der Umbau der als besonders sensibel identifizierten Gebiete bereits jetzt in Angriff genommen werden. Eine bessere Anpassung der Vegetationszusammensetzung von Beständen in tiefen Lagen an die potenzielle natürliche Vegetation kann als ein erster wichtiger Schritt betrachtet werden, um diese Bestände gegenüber kurz- bis mittelfristigen, aber auch langfristigen Klimaeffekten resistenter zu machen⁴¹.

Die prognostizierten Klimaänderungen lassen weit reichende Auswirkungen auf die biologische Vielfalt der Waldökosysteme erwarten. Die Klimaänderung könnte nicht nur zu einer Verschiebung bestehender Pflanzen- und Tiergesellschaften, sondern auch zu einem Neuaufbau von Gesellschaften führen. Vergangene Klimaänderungen lassen darauf schließen, dass sich die Kernbereiche mit optimalen Lebensbedingungen und damit die potenziellen Verbreitungsgebiete von Arten ändern. Geht man davon aus, dass sich Arten in Richtung optimaler Lebensräume ausbreiten, können die unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeiten der Arten zur Entstehung neuer Gesellschaften mit anderer Artenzusammensetzung führen. Spezies mit einer hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit sind bei der Neubesiedlung im Vorteil gegenüber langsameren Arten. Zusätzlich kann die Ausbreitung durch anthropogen bedingte

Umweltveränderungen und Habitatsverluste beeinflusst werden, wenn Migrationswege eingeschränkt oder abgeschnitten sind⁴⁵.

Die prognostizierten Klimaveränderungen würden die Verbreitungsgrenzen der Baumarten wesentlich rascher verschieben, als diese nachwandern können. Während man pro 1°C Erwärmung innerhalb weniger Jahrzehnte eine Verschiebung der Klimazonen um 100-160 km nach Norden und in den Bergen um ca. 100 m nach oben erwarten kann, beträgt die Migrationsgeschwindigkeit der in Europa vorkommenden Baumarten nur 0,04 bis 1 km pro Jahr bzw. 0,4 bis 10 km pro Jahrzehnt. Aus der Differenz zwischen diesen Werten ergeben sich rechnerisch zeitliche Verzögerungen von Jahrhunderten für die potenziell natürlichen Sukzessionsabläufe. Als besonders empfindlich für eine Klimaerwärmung gelten Populationen im Randbereich ihres Verbreitungsgebietes, geographisch eng begrenzte Arten, genetisch verarmte Arten, stark spezialisierte Arten mit enger ökologischer Breite, Arten mit geringer Ausbreitungsfähigkeit sowie allgemein montane und alpine Arten⁴¹. In der Arktis und den Gebirgsregionen wird mit einem Artenverlust von bis zu 20 % gerechnet⁴⁵. Durch Verschiebung der Klimazonen ist in den Bergen eine besondere Gefährdung von Arten zu erwarten. Arten rund um die Berggipfel existieren in naturgemäß kleinen Habitaten und kleinen Populationen. Sie reagieren somit empfindlicher auf Veränderungen und Stress-Situationen. Besonders für isolierte endemische Arten, die in Refugien rund um Berggipfel leben, können klimatische Veränderungen bedrohlich sein⁴¹. Untersuchungen der Universität Wien wiesen nach, dass bereits während der letzten hundert Jahre Grasarten in den Alpen als Reaktion auf die Klimaerwärmung um bis zu 4 Meter pro Jahrzehnt höher wanderten. Kälteliebende Arten, die bereits jetzt auf den höchsten Punkten leben, haben keine Ausweichmöglichkeit mehr⁴⁶.

Um den erwarteten Auswirkungen der Klimaerwärmung entgegenzuwirken, werden besonders in tieferen Lagen unter 500 m Meereshöhe Wärme ertragende Baumarten, besonders Edellaubbaumarten wie Wildkirsche, Wildobst, Elsbeere und Eiche verstärkt verwendet und gefördert. Da eine Erhöhung der Häufigkeit und Intensität von Schadereignissen zu befürchten ist, sollte besonderes Augenmerk auf den Aufbau stabiler Bestände gelegt und eine erhöhte Sorgfalt bei der Nutzung und Pflege beachtet werden. Die Bestockungsziele sollten an die erwarteten Auswirkungen der Klimaänderung angepasst werden³⁷. In Ostösterreich kann die Zahl der Standorte zunehmen, auf denen in Zukunft aufgrund von Trockenheit und erschwerten Verjüngungsbedingungen nur noch eine Niederwaldbewirtschaftung möglich ist, um die Schutzfunktion zu wahren⁴⁸.

4 Biomassenutzung – Chance oder Gefährdung für nachhaltige Waldwirtschaft und Biodiversität?

4.1 Betriebsarten

4.1.1 Niederwald und Mittelwald

Nieder- und Mittelwälder sind historische Betriebsformen zur Brennholzgewinnung. Bei Umtriebszeiten von 20 bis 40 Jahren wird die Fähigkeit vieler Laubbaumarten ausgenutzt, wieder aus dem Wurzelstock auszutreiben, wenn sie in einem verhältnismäßig jungen Entwicklungsstadium gefällt werden. Bei Mittelwäldern werden einige, meist aus Samen entstandene Bäume über mehrere Niederwaldgenerationen erhalten, so dass sie ein ungleichaltriges Oberholz bilden können. In der Vergangenheit wurden die Niederwaldflächen in eine der Umtriebszeit entsprechende Flächenanzahl aufgeteilt, so dass pro Jahr eine Flächeneinheit genutzt werden konnte. Aufgrund des sinkenden Brennholzbedarfes ist die Niederwaldfläche in den vergangenen Jahrzehnten stark zurückgegangen. Viele Nieder- und Mittelwälder wurden in Hochwälder überführt.

Die verbliebenen Nieder- und Mittelwälder mit einer Fläche von insgesamt 69.000 ha finden sich im sommerwarmen Osten Österreichs, vor allem in den Bundesländern Burgenland (23.000 ha) und Niederösterreich (41.000 ha).

Ökologische Aspekte:

Die Biodiversität im Niederwald entspricht der des Jungwaldstadiums, da das Waldökosystem durch die Kürze des Umtriebs permanent in der Stabilisierungs- und ganz frühen Aufbauphase gehalten wird. Durch das Fehlen der alten Sukzessionsphasen und der künstlichen Selektion der Baumartenzusammensetzung zugunsten schnellwüchsiger Lichtbaumarten ist die Artenvielfalt im Bestand zwar reduziert. Die Diversität von Pioniergehölzen und einer insektenreichen Schlagflora nimmt jedoch zu. In der speziellen Flora und Fauna des Niederwalds finden sich gefährdete Arten wie das Haselhuhn. Im Mittelwald werden die Eigenschaften des Niederwalds durch eine höhere Vielfalt an Sukzessionsphasen und eine vielfältige Habitatstruktur für Arten aller Schichten ergänzt⁴¹. In ökologischer Hinsicht ist der Niederwaldbetrieb mit dem Kahlschlagbetrieb vergleichbar. Allerdings tritt die Kahlschlagsituation aufgrund der kurzen Umtriebszeiten weitaus häufiger ein. Zudem findet durch intensive Nutzung ein beträchtlicher Nährstoffaustrag statt, der oftmals durch Düngung kompensiert werden muss⁴⁷. Die Wiederbestockung der Schlagfläche geht jedoch weitaus schneller vonstatten als bei einem Kahlschlag, da die Stockausschläge auf ein bereits vorhandenes, weit reichendes Wurzelsystem zurückgreifen können. Standorte mit einem unausgeglichenen Wasserhaushalt wie trockene, seichtgündige Kuppen oder Blockschutthalden sind Niederwaldzwangsstandorte. Zur Erhaltung der Schutzfunktion ist hier die Sicherung der Wiederverjüngung durch Nutzung des Ausschlagsvermögens von höchster Bedeutung, da eine generative Verjüngung gegenüber Trockenperioden wesentlich anfälliger ist⁴⁸.

Ausschlagswald Land		
Eigentumsart	Fläche in 1000 ha	Anteil
Kleinwald	30	44,2%
Betriebe > 200 ha	35	49,7%
Gebietskörperschaften	3	5,0%
ÖBf	1	1,1%
Gesamt	69	100,0%

Tabelle 7: Eigentumsarten im Nieder und Mittelwald
Quelle: Österreichische Waldinventur 2000 - 2002

Biomassepotenzial:

Der Ertrag ist bei Niederwäldern hoch und sollte auf guten Standorten und mit vitalen Stöcken nicht unter dem entsprechender Hochwaldbestände liegen. Im Mittelwald kommt es infolge der Druckwirkung des Oberholzes zu einer Verringerung der Wuchseistung in der Niederwaldschicht. Deren Größenordnung ist abhängig von der Dichte des Oberstandes⁴⁷.

Im Widerspruch dazu beträgt nach den Daten der österreichischen Waldinventur der Zuwachs im Nieder- und Mittelwald jedoch nur 78 % des Zuwachses im Hochwald. Diese Differenz ist wohl auf eine schlechtere Qualität der Standorte, auf denen sich die verbliebenen Nieder- und Mittelwälder befinden, zurückzuführen sowie auf eine extensive Bewirtschaftung, bei der nicht der maximal mögliche Zuwachs erzielt wird. Insgesamt werden 293.000 Vfm des jährlichen Zuwachses in Nieder- und Mittelwälder bisher nicht genutzt³⁹. Dies entspricht abzüglich der Ernteverluste einem Potenzial von 2,1 PJ^{ix}.

Ausschlagswald Land			
Eigentumsart	Zuwachs in Vfm / ha	Nutzung in Vfm / ha	Nutzungs- prozent
Kleinprivatwald	7,1	2,5	35%
Betriebe > 200 ha*	7,5	3,5	47%
Gesamt	7,3	3,0	41%

Tabelle 8: Zuwachs und Nutzung in den Nieder- und Mittelwäldern
Quelle: Österreichische Waldinventur 2000 – 2002

* inklusive Gebietskörperschaften

Beurteilung:

Da Nieder- und Mittelwälder durch anthropogene Nutzung entstanden sind, können sie nur durch Bewirtschaftung erhalten werden, andernfalls geht ihr Charakter unweigerlich verloren⁴⁷. Aus Sicht des Naturschutzes ist die Erhaltung, bzw. Wiederaufnahme der Nieder- und Mittelwaldnutzung aufgrund der besonderen Habitatvielfalt und des daraus auf österreichischer Ebene resultierenden Artenreichtums besonders erstrebenswert, wobei der Mittelwaldnutzung aufgrund des größeren Strukturereichtums im Allgemeinen eine höhere Wertigkeit zu geben ist⁴⁹. Ein Umbau in Hochwälder würde einen gravierenden Einbruch der Artenvielfalt in Fauna und Flora nach sich ziehen⁴¹. Die Bewirtschaftung der Niederwälder sollte daher aus Gründen des Naturschutzes und der Landschaftspflege aufrechterhalten werden. In den paneuropäischen Richtlinien zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung ist deshalb die Forderung enthalten, dass traditionelle Bewirtschaftungssysteme, die wertvolle Ökosysteme wie z.B. den Niederwald an geeigneten Standorten geschaffen haben, unterstützt werden sollten, wenn sie wirtschaftlich vertretbar sind⁵⁰.

Eine verstärkte Nutzung der Biomasse könnte hier einen Beitrag zur Kostensenkung leisten, beziehungsweise wieder eine Gewinn bringende Bewirtschaftung ermöglichen. Bei der Nutzung eines 12 ha großen Niederwaldes in Niederösterreich ergaben sich beispielsweise Kosten von 13,73 € / Srm, von denen allerdings allein 26 % auf den Transport entfielen, bedingt durch eine Transportdistanz von 130 km⁵¹. Technische Entwicklungen, um Maschinen an die speziellen Bedürfnisse einer effizienten Niederwaldbewirtschaftung, wie das Rücken von ganzen Bäumen zu einem zentralen Hackplatz, anzupassen, können zu einer weiteren Kostensenkung beitragen.

Aufgrund des Klimawandels ist anzunehmen, dass im sommerwarmen Osten Österreichs die Zahl der Standorte zunehmen wird, auf denen die Sicherung der Wiederverjüngung und somit die Erhaltung der Schutzfunktion des Waldes nur durch Nutzung des Ausschlagsvermögens erreicht werden kann⁴⁸. Weiters kommen Flächen, auf denen das Höhenwachstum des Bestandes begrenzt werden muss, wie beispielsweise unter Leitungstrassen, für die Niederwaldbewirtschaftung in Betracht⁴⁹. Eine intensive Niederwaldbewirtschaftung sollte sich jedoch

^{ix} Da es sich bei Nieder- und Mittelwälder um Laubwälder handelt, wurde für die Umrechnung auf Energieeinheiten ein Energieinhalt von 9 GJ pro Festmeter angenommen.

auf submontan-kolline Laubwälder beschränken, wo sich der potentiell höhere Nährstoffaus-
trag, der mit dieser Bewirtschaftungsart verbunden ist, weniger auswirkt.

4.1.2 Exkurs Energieholzflächen

Als Energieholzflächen werden landwirtschaftliche Flächen bezeichnet, auf denen im Rahmen der Flächenstilllegung schnellwachsende Baumarten wie Robinie, Pappeln oder Weiden kultiviert werden. Bislang spielen Energieholzflächen in Österreich nur eine untergeordnete Rolle. Nach Angaben der Statistik Austria, die sich allerdings auf das Jahr 1999 beziehen, beträgt ihre Fläche 1.297 ha. Da die Umtriebsintervalle kürzer als 30 Jahre sind, gelten Energieholzflächen nicht als Wald im Sinne des Forstgesetzes⁵².

Hinsichtlich der Biodiversität müssen diese Kurzumtriebsflächen mit der Ausgangsfläche verglichen werden. Die Umstellung landwirtschaftlicher Flächen zur Energieholzgewinnung ist zunächst positiv zu beurteilen, da sie neben weiteren ökologischen Vorteilen wie Erosions- und Windschutz auch eine höhere Artenvielfalt aufweisen⁴⁹. Die Biodiversität kann durch die Art der Bewirtschaftung, wie beispielsweise die Verwendung mehrerer Baumarten, noch erhöht werden. Der Nährstoffentzug ist bei der Energieholzgewinnung weitaus geringer als bei landwirtschaftlicher Nutzung⁵³. Allerdings ist die Biodiversität niedriger einzustufen als im Wald⁴⁹. Darum sollten Auwälder und naturnah aufgebaute Hoch- und Mittelwälder keinesfalls in Energieholzwälder umgewandelt werden sollten.

Auch landwirtschaftliche Fläche ist eine begrenzte Ressource, weshalb bei der Anlage von Energieholzflächen Synergieeffekte in Betracht gezogen werden sollten. So wird beispielsweise in Enköping, Schweden eine 80 ha große Weidenplantage zusätzlich zur Abwasserreinigung genutzt⁵⁴. Weiters würde es sich anbieten, entlang von Fließgewässern intensiv bewirtschaftete landwirtschaftliche Flächen, die an bestehende Auwälder angrenzen, für die Energieholzerzeugung zu nutzen. Energieholzflächen könnten hier als Pufferzonen fungieren und die gefährdeten Auwaldökosysteme vor Dünger- und Pestizideintrag schützen. Gleichzeitig wäre im Falle eines Hochwassers bei einer Energieholzfläche aus Weichlaubhölzern wie Weiden mit weitaus geringeren Schäden zu rechnen als beispielsweise bei einem Weizen- oder Maisfeld. Die Weichlaubhölzer würden zudem die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers verlangsamen.

Keinesfalls sollten allerdings aus Sicht des Naturschutzes die wenigen verbliebenen naturnahen Auwälder selbst in Energiewälder umgewandelt werden. Bereits heute zählen Auwälder zu den am meisten gefährdeten Waldbiotoptypen Österreichs. Vier der fünf von vollständiger Vernichtung bedrohten Waldbiotoptypen in Österreich sind Auwälder, das Weiden-Tamarisken-Gebüsch, das Lavendelweiden-Sanddorngebüsch, das Mandelweiden-Korbweidengebüsch und der Schwarzpappelauwald. Die Gefährdungsursachen sind neben dem Bau von Wasserkraftwerken sowie der Regulierung und Eintiefung von Flüssen die Umwandlung in Hybridpappelforste⁵⁵. Hybridpappelplantagen könnten in Zukunft an Bedeutung gewinnen, sei es zur direkten Gewinnung von Energieholz oder zur Substitution von Industrieholz, das zur Energiegewinnung verwendet wird. Die Einkreuzung von Hybridpappelgenen kann die genetische Diversität der Schwarzpappel (*Populus nigra*) gefährden und die Vitalität dieser Baumart in Folgegenerationen vermindern⁵⁶. Aus ökologischer Sicht ist daher die Umwandlung in Hybridpappelforste kritisch zu bewerten, auch wenn sich damit höhere Erträge als in einem Erlen- oder Weidenbruch erzielen lassen. Für den Strauchweidenbruch- und -sumpfwald, der sich an Bächen und Seeufern findet, wird in der Roten Liste der gefährdeten Waldbiotoptypen die Anlage von Energiewäldern bereits explizit als Gefährdungsursache erwähnt⁵⁵.

Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Bäume auf Kurzumtriebsflächen, um eine höhere Wuchsleistung, beziehungsweise Resistenz gegen Herbizide zu erzielen, könnte in Zukunft eine weitere Gefährdung für die Biodiversität im österreichischen Wald ausgehen. Die Bekämpfung des Begleitwuchses stellt auf Kurzumtriebsflächen einen beträchtlichen Kostenfaktor

tor dar. In China werden gentechnisch veränderte Bäume bereits kommerziell angebaut. Die Mehrzahl der gentechnischen Versuche konzentrieren sich auf sechs Baumarten, darunter die in Österreich heimischen Baumarten Pappel, Kiefer, Fichte und Eiche⁵⁷. Die Verwendung heimischer Baumarten, die gentechnisch verändert wurden, birgt ein unabsehbares Risiko für die Biodiversität im österreichischen Wald, da sich diese ähnlich wie Hybridpappeln mit genetisch unveränderten Bäumen der entsprechenden Art kreuzen können. Dieses Risiko bleibt trotz der strengen Vorgaben Österreichs zur Gentechnik zumindest für grenznahe Wälder bestehen, falls Nachbarländer den Freilandanbau gentechnisch veränderter Bäume zulassen. In Deutschland sind beispielsweise bereits zwei Mal gentechnisch veränderte Pappeln freigesetzt worden⁵⁸.

4.2 Vornutzung

4.2.1 Dickungspflege (Stammzahlreduktion)

Ziel der Dickungspflege ist es, die Mischung der Baumarten zu regulieren, schlecht geformte Baumindividuen zu entnehmen und Überdichten zu beseitigen, um die Bestandesentwicklung hin zum gewünschten Bestockungsziel zu lenken. Der günstigste Zeitpunkt für den Pflegeeingriff ist bei einer Dickungshöhe von 2 bis 3 m gegeben, in schwierigeren Bringungslagen werden auch Eingriffe in höhere Dickungen durchgeführt, um die Erstdurchforstung hinauszuschieben und diese später mit einem wesentlich höheren Deckungsbeitrag durchführen zu können.

Die Dickungspflege wird in der Regel motor-manuell, also mit Motorsäge oder Freischneidegerät, durchgeführt. Das anfallende Material wird bisher so gut wie nicht genutzt und stünde als zusätzliches Potenzial für die Biomassennutzung zur Verfügung. Aus den von der Österreichischen Waldinventur vorgeschlagenen Pflegemaßnahmen errechnet sich für Stammzahlreduktionen ein Masseanfall von insgesamt 4,6 Millionen Vorratsfestmeter³⁵. Das anfallende Material hat allerdings nur geringe Durchmesser und ist zudem über die Fläche verteilt. Die Bringung ist daher mit hohen Kosten verbunden (Stück-Masse-Gesetz), die den Erlös für Waldhackgut bei weitem übersteigen. Es sind in diesem Bereich auch keine technischen Entwicklungen zu erwarten, die eine Nutzung der Biomasse rentabel machen würden. Deshalb ist davon auszugehen, dass die bei der Dickungspflege anfallende Biomasse kein wirtschaftlich nutzbares Potenzial darstellt.

Der Einfluss auf die Biodiversität ist davon abhängig, mit welcher Zielsetzung der Pflegeeingriff erfolgt. Positiv zu beurteilen ist es, wenn eine Mischung verschiedener Baumarten angestrebt wird und seltene Baumarten gefördert werden. Eine verstärkte Pflege zur Mischwuchsregulierung wird daher auch in der österreichischen Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt gefordert⁴². In der Dickungspflege ist es noch kostengünstig möglich, Mischbaumarten, welche in der Verjüngung unterrepräsentiert sind, so herauszupflegen, dass bis zum Umtriebsalter interessante Mischbestände entstehen⁴⁸.

Durch die Beseitigung von Überdichten werden die Stabilität im Bestand und die Wuchsleistung gefördert. Dichtstand im frühen Bestandesalter beeinträchtigt die Stabilität von Beständen für Jahrzehnte, wenn nicht sogar das ganze Bestandesleben lang, und mindert sowohl das Einzelbaumwachstum als auch die Gesamtwuchsleistung bis zum Ende der Umtriebszeit⁴⁷.

4.2.2 Durchforstung

Ziel der Durchforstung ist es, die Bestandesstabilität auf lange Sicht zu verbessern, indem das Bestockungsziel durch Mischungsregulierung gesichert, der Bestandeszuwachs auf die qualitativ besten und zuwachskräftigsten Bestandesglieder konzentriert und qualitativ nicht befriedigende Baumindividuen entnommen werden. Im Rahmen der Vornutzung können dabei bereits Holz und Nebenprodukte geerntet werden.

Allerdings kommt es unmittelbar nach einer Durchforstung zunächst zu einer mehrere Jahre dauernden Verringerung der Bestandesstabilität. Das Stützgefüge, das sich im Bestand herausgebildet hat, wird durch die Entnahme eines Teiles der Bäume unterbrochen. Die Oberfläche durchforsteter Bestände ist hinsichtlich der Aerodynamik aufgeraut, wodurch sich bei Sturm kleinräumig Turbulenzen bilden⁴⁷. Um diese vorübergehende Beeinträchtigung der Stabilität gering zu halten, ist es wichtig, Durchforstungseingriffe rechtzeitig und an die jeweiligen Bedingungen angepasst durchzuführen.

Ökologische Aspekte:

Aufgrund des erhöhten Lichteinfalls steigt die Artenzahl der Bodenvegetation. Begünstigt werden aber zumeist Ruderalpflanzen⁵⁹. Zudem nimmt dieser Effekt innerhalb weniger Jahre ab. Die verbleibenden Bäume werden durch den erhöhten Lichtgenuss zu einer verstärkten Produktion angeregt. Das rasche Baumwachstum führt bald wieder zu Kronenschluss. Die bedeutsamste Wirkung der Durchforstung ist es somit nicht, ein Mehr an Licht und Feuchtigkeit zu schaffen, sondern diese Produktionsfaktoren auf eine optimale Zahl von qualitativ hochwertigen und stabilen Bäume zu konzentrieren⁴⁷.

Die langfristigen Auswirkungen auf die Biodiversität sind davon abhängig, wie die Durchforstung durchgeführt wird. Man unterscheidet dabei zwischen Hoch-, bzw. Auslesedurchforstung und Niederdurchforstung. Niederdurchforstungen setzen auf maximale flächenbezogene Volumenleistung und die damit verbundene Schaffung vor allem kollektiver Stabilität, während mit Hochdurchforstungen höchste Wertleistung ausgelesener Einzelbäume mit ausgeprägter individueller Stabilität angestrebt wird. Bei einer Auslesedurchforstung wird zunächst der zu fördernde Baum gesucht und dann die Konkurrenten entnommen, die seine Entwicklung verhindern⁴⁷. Bei dieser positiven Auslese nach dem äußeren Erscheinungsbild nimmt die Verlustwahrscheinlichkeit seltener genetischer Ausprägungen zu. Die genetische Vielfalt kann dadurch eingeschränkt werden, wodurch die Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen vermindert werden würde. Diese negativen Auswirkungen können jedoch durch Auslese vitaler, sozial herrschender Bäume mit einem hohen Heterozygotiegrad^x vermieden werden. Andererseits wirken sich schwach bis mäßig ausgeführte, hochdurchforstungsartige Eingriffe durch Bereicherung des horizontalen Verteilungsmusters, des vertikalen Artenprofils und der Artendurchmischung diversitätsfördernd aus⁴¹.

Bei verspäteten Durchforstungen können Hochdurchforstungen allerdings nur mehr mit schwacher Intensität ausgeführt werden, um die Bestandesstabilität nicht zu gefährden. Um dennoch eine Vornutzung durchzuführen, werden Eingriffe oftmals niederdurchforstungsartig ausgeführt³⁷. Auch Rechte der Bevölkerung, Brennholz (und in geringem Maße Bauholz) zu entnehmen, die sog. Einforstungs- oder Servitutsrechte, werden zu einem nicht unbedeutlichen Teil durch Niederdurchforstungen abgegolten. Allein bei den österreichischen Bundesforsten entfallen auf diese Rechte jährlich über 200.000 Erntefestmeter ohne Rinde.

Typisch für Niederdurchforstungen ist, dass immer zuerst die beherrschten Bestandeglieder entnommen werden, was zu einschichtigem Bestandaufbau führt und homogenisierend auf die räumliche Bestandesstruktur wirkt⁴⁷. Der Verlust an vertikalen Strukturen geht mit einer Verringerung der Vielfalt an Habitaten und damit auch der Biodiversität insgesamt einher. Bei der schwachen Niederdurchforstung werden lediglich Bäume entnommen, die infolge intraspezifischer Konkurrenz entweder bereits tot sind oder in Kürze absterben werden. Der ohnehin geringe Totholzanteil im österreichischen Wirtschaftswald und damit der Lebensraum einer Vielzahl von Arten werden hierdurch weiter verringert (siehe Kap 4.4). Niederdurchforstungen werden auch häufig im Kleinprivatwald durchgeführt⁶⁰ und sind die Ursache

^x Heterozygotie bezeichnet die Mischerbigkeit in Bezug auf ein genetisches Merkmal. In einem doppelten (diploiden) Chromosomensatz sind die Ausprägungen (Allele) eines Gens am betreffenden Genort unterschiedlich.

dafür, dass dort zwar der höchste Holzvorrat zu finden ist, aber gleichzeitig die geringste Menge an Totholz.

Biomassepotenzial:

Im Jahr 2004 wurden insgesamt fast 4,6 Millionen Festmeter Holz im Rahmen von Vornutzungen entnommen. Ein hoher Anteil davon fiel als Industrie- und Brennholz an. Durchschnittlich wird in Vornutzungen mit einem Industrie- und Brennholz von 40 % bei Nadelholz und 70 bis 80 % bei Laubholz gerechnet. Der Anteil der Vornutzungen an der Gesamtnutzung ist in den letzten Jahren laut besonders im Kleinprivatwald und bei Laubholz gestiegen. Er beträgt nunmehr 27,9 % des österreichischen Holzeinschlags³⁶.

Demgegenüber stellte die Österreichische Waldinventur noch für den Zeitraum 2000 bis 2002 einen weitaus geringeren Anteil der Vornutzungen fest, der je nach Eigentumsart zwischen 11 % und 16 % liegt. Sie empfiehlt dementsprechend im Wirtschaftswald für 599.000 ha, also für 20 % der Fläche, eine Durchforstung. Die dadurch anfallende Holzmenge von Stämmen unter 25 cm Durchmesser, welche für die Biomassenutzung bedeutsam sind, wird auf 40,5 Millionen Vorratsfestmeter beziffert. Über die Hälfte davon, nämlich 21 Millionen Vorratsfestmeter, befindet sich jedoch in bringungstechnisch schwierigen Lagen, knapp 19 Millionen Vorratsfestmeter davon in Gelände mit mehr als 40 % Hangneigung und 5 Millionen Vorratsfestmeter in einer Entfernung von mehr als 150 m zur nächsten Forststraße³⁵. Wie in Kap. 2.3.2.2 bereits angesprochen, ist es zudem fraglich, inwieweit diese Durchforstungsreserven noch vorhanden sind. Die Österreichischen Bundesforste haben jedenfalls nach eigenen Angaben ihre Durchforstungsrückstände in den letzten Jahren weitgehend abgebaut.

In Gelände, das für den Harvestereinsatz ungeeignet ist, wird ein Teil der Durchforstungen bereits jetzt als Ganzbaummethode durchgeführt, wobei die Bringung sowohl per Schlepper als auch bergauf per Seil erfolgen kann. Hier stehen Wipfelstücke und Astmaterial kostengünstig zur Verwertung als Waldhackgut zur Verfügung, da sie sich bereits an der Forststraße befinden und somit als Koppelprodukt keine zusätzlichen Bringungskosten verursachen. Bei den von der Österreichischen Waldinventur vorgeschlagenen Vornutzungen würden insgesamt Wipfelstücke und Astmassen im Volumen von 5,5 Millionen Festmeter anfallen³⁵. Leider werden keine Angaben darüber gemacht, wie viel davon nutzbar ist, ohne durch den damit verbundenen Nährstoffentzug das Artenspektrum zu verschieben oder den künftigen Zuwachs des Bestandes zu beeinträchtigen. Die Alternative, das Wipfel- und Astmaterial erst zu einem späteren Zeitpunkt nach Abfall der Nadeln und Blätter zu entnehmen, ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht praktikabel.

Beurteilung:

Durchforstungen sind in erster Linie als Zukunftsinvestitionen zu betrachten, um den Ertragswert des Endbestandes zu steigern und das wirtschaftliche Risiko durch eine erhöhte Bestandesstabilität zu mindern. Um Holz aus Durchforstungen für die stoffliche und energetische Verwertung zur Verfügung zu stellen, muss für die Waldbesitzer aber zumindest ein positiver Deckungsbeitrag für die Bringungskosten gewährleistet sein. Andernfalls werden Durchforstungen entweder hinausgeschoben oder das anfallende Holz im Wald belassen. Die Biomassenutzung kann hier einen Beitrag leisten, sofern sie nicht mit zusätzlichen Bringungskosten verbunden ist. Die Kostendeckung wird aber hauptsächlich durch das höherwertige Sägerundholz erzielt. Es ist daher fraglich, inwieweit die Vermarktung der Biomasse bei bisher nicht durchforsteten Beständen den Ausschlag gibt, diese nunmehr zu durchforsten. Dagegen besteht bei gut erschlossenen Beständen das Risiko verstärkter niederdurchforstungsartiger Eingriffe, um einen möglichst hohen Biomassertrag zu erzielen. Dies würde die strukturelle Vielfalt dieser Bestände und somit die Biodiversität insgesamt beeinträchtigen.

4.3 Nutzung des Rücklasses (Wipfel, Äste)

Bei der Vor- und Endnutzung fallen neben dem Stammholz auch Wipfelstücke und Astmaterial an. Ein Großteil davon verblieb bisher im Bestand. Diese ungenutzte Biomasse könnte als zusätzliches Potenzial für die energetische Verwertung zur Verfügung stehen.

Ökologische Aspekte:

Die Nutzung der Wipfelstücke und des Astmaterials führt jedoch zu einem im Vergleich zur zusätzlich gewonnenen Biomasse überproportionalen Nährstoffentzug, besonders wenn damit auch Nadel- und Blattmasse entnommen wird. Der größte Teil der Nährstoffe befindet sich in der Nadel- oder Blattmasse des Baumes, die aber einen relativ kleinen Teil der Biomasse ausmacht. Eine Ausnahme bildet Kalzium, das auch im Holz in erheblichen Mengen vorhanden ist. Die Höhe des Nährstoffentzugs daher in hohem Maße davon ab, welche Teile der Biomasse entfernt werden. Am größten ist die Entnahme bei der Erzeugung von Grünhackschnitzel aus ganzen Bäumen. Das beinhaltet einen Mehrertrag an Biomasse von 8% Nadeln und 13% Zweige, doch mit diesem Mehrertrag werden 68% der Stickstoffmenge der Bäume, 72% der Phosphormenge, 58% der Kaliummenge und 50% der Kalziummenge entzogen⁶¹.

Dieser Nährstoffentzug kann vor allem auf nährstoffarmen Standorten zu einer Bodendegradation führen und eine Verschiebung des Artenspektrums bewirken. Aus forstwirtschaftlicher Sicht ist auch das Risiko eines empfindlichen Zuwachsverlustes bei dem verbleibenden Bestand zu beachten. In Durchforstungen ergaben sich bei Ganzbaumnutzung Zuwachsverluste von 22 % gegenüber der Schaftholzentnahme⁶².

Es gibt Überlegungen, den Nährstoffentzug durch die Rückführung der Asche auszugleichen. Dies ist nach dem österreichischen Forstgesetz bisher untersagt. Da die Asche in den Filteranlagen der Biomasseheizkraftwerke in verschiedenen Fraktionen geteilt wird, könnte eine Belastung mit Schwermetallen technisch vermieden werden. Es ist aber noch zu klären, wie sich die Ausbringung der Asche, aus der die Nährstoffe viel schneller freigegeben werden als aus den sich langsam zersetzenden Nadeln und Ästen, auf das Ökosystem Waldboden und dessen Biodiversität auswirkt.

Die im Bestand zurückgelassenen Äste und Wipfelstücke können als liegendes Totholz Lebensraum für zahlreiche Arten bieten. Es wird auch von Nagetieren gerne genutzt. Im österreichischen Wald befinden sich ca. 10 Millionen Festmeter, also etwa 2,5 m³/ha, an flächendeckendem schwachem Totholz, das auf mehr als zwei Dritteln der Waldfläche aus natürlichen Absterbeprozessen stammt. Der Beitrag aus Nutzungen und Pflegeeingriffen ist mit 31 % vergleichsweise gering. Schwaches Totholz setzt sich zudem aus einer weitaus größeren Anzahl von Stämmen und Ästen zusammen und weist eine erheblich größere Oberfläche auf als dieselbe Masse an starkem Totholz, wodurch die Vielfalt an Lebensräumen und Arten im Vergleich zu starkem Totholz bei gleichem Volumen größer ist, bei der gleichen Zahl an Stämmen jedoch niedriger⁶³. Der Vorrat an liegendem Totholz über 20 cm Durchmesser beträgt im österreichischen Wirtschaftswald dagegen nur 0,5 Festmeter⁴⁰. Im Hinblick auf die Biodiver-

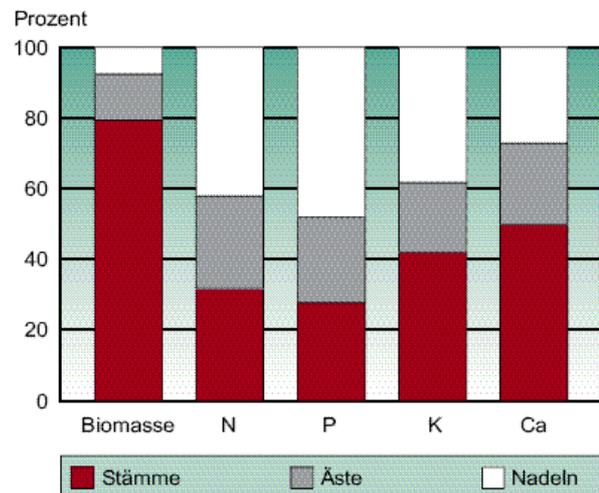


Abbildung 2: Verteilung der Biomasse sowie der relative Gehalt an Pflanzennährstoffen für Nadeln, Äste und Stämme der Rotfichte. Aus: Center für Biomasse-Technologie; 1999: Holz als Energieträger

sität wäre eine teilweise Nutzung des Rücklasses mit geringen Auswirkungen verbunden, vor allem, wenn stattdessen Stammabschnitte mit großem Durchmesser im Wald zurückgelassen würden und somit der Anteil an stärkerem Totholz vergrößert würde (vgl. Kap. 4.4).

Biomassepotenzial:

Der jährliche Masseanfall an Stammteilen mit einem Durchmesser unter 7 cm beträgt bei Vornutzungen 191.000 Vfm und bei Endnutzungen 215.000 Vfm, also insgesamt 406.000 Vfm³⁵. Ein Teil davon wird aber wohl bereits energetisch genutzt, beispielsweise, wenn die Schlagräumung an Selbstwerber vergeben wird.

Mit den bisherigen Verfahren entsprechen die Kosten für die Erzeugung von Waldhackgut aus dem Schlagrücklass mehr oder weniger dem dafür erzielten Erlös. Selbst bei einer optimalen Bereitstellungskette ist der Gewinn gering. Ein Fehler in der Logistik führt bereits zu Verlusten. Aufgrund der hohen Anschaffungs- und Betriebskosten der Hacker ist der Arbeitsschritt Hacken häufig am teuersten. Beim Einsatz sollte der Hacker weitgehend ausgelastet sein, weshalb das zu hackende Material am Hackort vorkonzentriert werden muss³². Bei den meisten Ernteverfahren, wie beispielsweise dem Harvestereinsatz, ist der Rücklass jedoch zunächst über die Fläche verteilt. Die Bringungskosten sind umso höher, je schwächer das Material ist. Sie haben daher bei der Erzeugung von Waldhackgut aus dem Schlagrücklass einen erheblichen Anteil an den gesamten Bereitstellungskosten⁶⁴.

In Gelände, das für den Einsatz eines Harvesters nicht geeignet ist, wird aus Gründen der Kostendeckung oftmals eine Ganzbaumnutzung durchgeführt. Die Bäume werden als Ganzes, teilweise auch abgezopft oder grob entastet, mittels Schlepper oder Seil zur Forstraße gebracht. Erst dort werden sie von einem Prozessor zu Stammholzsortimenten aufgearbeitet. Das dabei anfallende Ast- und Wipfelmaterial wird neben der Forstraße abgelagert. In diesen Fällen führt eine Nutzung des abgelagerten Materials als Waldhackgut zu keinem weiteren signifikanten Nährstoffentzug, da die Nährstoffe vom Rand der Forstraße nur sehr langsam in den Bestand diffundieren. Da zudem keine zusätzlichen Bringungskosten für die Biomasse entstehen, ergibt sich durch den Verkauf des Rücklasses als Waldhackschnitzel eine zusätzliche Einkommensmöglichkeit für den Waldbesitzer.

Die Ganzbaumnutzung sollte aber aufgrund der Nährstoffentzugs und dem damit verbundenen Risiko des Zuwachsverlustes keinesfalls ausgeweitet werden, um zusätzliche Biomassepotenziale kostengünstig nutzen zu können. Im Bereich der Österreichischen Bundesforste beschränkt sich die Ganzbaumnutzung im Zuge hochmechanisierter Holzernteverfahren daher nur auf Standortseinheiten, bei denen aufgrund einer hohen Nährstoffversorgung keine Verschlechterung der Wuchsbedingungen zu erwarten ist³⁷. Vor der Entscheidung für eine Ganzbaumnutzung ist also eine Beurteilung der Nährstoffsituation mittels einer Standortkartierung unerlässlich. Zudem sollte auch die höhere Anzahl von Rückeschäden berücksichtigt werden, die bei der Bringung ganze Bäume aufgrund der größeren Länge entstehen⁶⁵.

In Zukunft könnten die Bringungskosten für den Rücklass durch die Entwicklung geeigneter Maschinen und Techniken verringert werden. Wie bei jeder anderen Bewirtschaftungsmaßnahme auch ist hier zu berücksichtigen, dass ein Maschineneinsatz nur von der Rückegasse aus erfolgen sollte. Hierzu ist ein angepasstes, dauerhaft markiertes Feinerschließungssystem erforderlich. Das Befahren des Waldbodens mit schweren Maschinen führt zu Bodenverdichtung. Die Bodenteilchen werden dichter zusammengebracht, was eine Abnahme des Porenvolumens zur Folge hat. Durch den verminderten Luftaustausch kommt es zum allmählichen Absterben von Bodenlebewesen, welche für die Aufbereitung der Nährelemente eine vorrangige Bedeutung haben. Der solcherart gestörte Nährstoffkreislauf wirkt sich negativ auf den Vitalitätszustand der betroffenen Bäume aus. Überdies wird weniger Wasser vom Boden aufgenommen und gespeichert. Durch den Wassermangel können Teile des Wurzelsystems absterben, so dass nachhaltige Wachstumsinderungen im verbleibenden Bestand die Folge sind⁴⁷. Die geschädigten Bäume sind anfälliger für biotische und abiotische Schäden und ge-

fährden die Bestandesstabilität. Die verminderte Wasseraufnahme des Bodens verursacht zudem einen verstärkten Oberflächenabfluss, der bei ungünstigen Geländebedingungen zur Erosion führt. Da aufgrund der Klimaerwärmung mit einer Zunahme von Stürmen und längeren Trockenperioden zu rechnen ist, kommt diesem Aspekt besonderes Gewicht hinsichtlich einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung zu. Ansonsten würde die kostenintensive Nutzung einer vergleichsweise geringen Biomasse die zukünftige Holznutzung gefährden.

4.4 Totholz und Biotopbäume

Biotopbäume und Totholz sind ein Schlüsselement zur Erhaltung der biologischen Vielfalt im Wald. Als Biotopbäume bezeichnet man Bäume, die aufgrund ihrer Beschaffenheit eine besondere Bedeutung für Fauna und Flora haben und Tier-, Moos-, Flechten- und Pilzarten Lebensräume bieten. Dazu zählen Bäume mit größeren Stammverletzungen, Stammfäulen, Pilzbefall und viel Kronentotholz, Bäume mit Natur- und Spechthöhlen, Bäume mit Horsten Baumbrütender Vogelarten sowie außerordentlich alte Bäume. Stehendes und liegendes Totholz ist Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen und nach der Zersetzung ein wichtiger Bestandteil des Waldbodens. Bis zu einem Drittel der im Wald vorkommenden Arten sind zumindest für einen Teil ihres Lebenszyklus von totem oder absterbendem Holz abhängig. Bisher waren Biotopbäume und Totholz aufgrund des geringen materiellen Wertes für die forstliche Nutzung oftmals uninteressant. Sie wären jedoch abgesehen von Totholz in fortgeschrittenem Zerfallsstadium nunmehr als Biomasse verwertbar.

Ökologische Aspekte:

In Urwäldern ist Totholz ein elementarer, nicht weg zu denkender Bestandteil. So finden sich im Urwald Neuwald beispielsweise etwa 50 Vfm stehendes und zwischen 20 und 280 m³ liegendes Totholz pro Hektar⁶⁶. Der Begriff „Totholz“ umfasst eine große Vielfalt an Strukturen: Abhängig von der Baumart, ob stehend oder liegend, frisch abgestorben oder schon vermodert, dick oder dünn, besonnt oder nicht, entstehen am einzelnen Totholzstück Mikrohabitate und Nischen unterschiedlichster Art⁶⁷.

Zahlreiche Arten haben sich daran angepasst, im und vom toten Holz zu leben oder es als Teil ihres Lebensraumes zu nutzen. Totholz ist daher eines der ökologisch wichtigsten Strukturelemente unserer Wälder. So leben in Mitteleuropa ca. 1.350 Totholzbewohnende und Holzabbauende Käferarten sowie etwa 1.500 Großpilzarten in und am Totholz. Das feuchtmordrige Milieu umgestürzter Bäume nutzen Amphibien wie Kammolch und Feuersalamander als Tagesversteck und Überwinterungsquartier. Die Wildkatze zieht ihre Jungen im geschützten Inneren hohler liegender Stämme auf. Selbst der Braunbär nutzt die im Totholz lebenden Insekten und deren Larven als Nahrungsquelle.

Mit der Dimension toten Holzes nimmt das Vorkommen seltener, heute oftmals bedrohter Arten zu⁶⁷. Im österreichischen Wirtschaftswald beträgt der Totholzvorrat mit einem Durchmesser über 35 cm nur 1,1 Vorratsfestmeter pro Hektar³⁹. Durch den Mangel an starkem Totholz sind zahlreiche Arten gefährdet und stehen teilweise bereits auf der Roten Liste³⁸. Aufzuführen sind hier unter anderem der auf anbrüchiges Laubholz angewiesene Wespenbock, der alte Gebirgsbuchen besiedelnde Alpenbock sowie die Kiefernbastkäfer *Hylastes ater* und *Hylastes linearis*⁶⁶.

Auch bei lebenden Bäumen, besonders Eichen, findet sich in der Krone bereits Totholz. Kronentotholz bietet vielen Wärme liebenden Arten, zum Beispiel aus der Familie der Bock- und Prachtkäfer, ein trockenes und warmes Habitat. Der seltene Wendkreiswiderbock lebt zum Beispiel an den Ästen der Eiche. Mittel- und Kleinspecht legen in ausreichend dicken Ästen gerne ihre Höhlen an. Sich ablösende Rindenpartien an anbrüchigen oder toten Bäumen sind Nischen mit besonderem Kleinklima. Verschiedene Käfer-, Milben- und Spinnenarten verbringen ihr gesamtes Leben unter solchen Strukturen. Einige Vogelarten wie zum Beispiel

die Baumläufer nutzen sie als Brutraum und Unterschlupf. Für viele Fledermausarten sind sie ein bevorzugtes Tagesversteck. Höhlenbäume, ob vom Specht gezimmert oder über Fäulnisprozesse entstanden, nutzt eine Vielzahl von Tierarten vom Käfer bis zur Eule. Sie bieten Platz für die Jungenaufzucht, sind Tages- oder Nachtversteck und dienen als Nahrungsdepot. Mit zunehmender Zersetzung entsteht daraus eine Mulmhöhle, die Lebensraum für besonders Käferarten wie dem nach der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie geschützten Eremit, ein stattlicher, nach Leder riechender Rosenkäfer, ist. In Mulmhöhlen mit Erdkontakt findet man hochgradig gefährdete Urwaldreliktarten mit speziellen Habitatansprüchen und langen Entwicklungszeiten wie den Veilchenblauen Wurzelhalsschnellkäfer, die in Urwäldern vielfach nicht einmal selten waren⁶⁷.

Hinzu kommen weiter positive ökologische Aspekte. Aktuelle Untersuchungen in naturnahen Fichtenökosystemen Europas zeigen, dass zwischen 30 und 90 Prozent der nachwachsenden Waldgeneration auf vermoderndem Totholz wächst. In den montanen und subalpinen Fichtenwäldern der Alpen, aber auch lokal auf nassen Standorten kommt dem Totholz besonders große Bedeutung für die natürliche Verjüngung zu. Geschützt vor den Auswirkungen des rauhen Klimas und der konkurrierenden Gras- und Krautflora siedeln die Keimlinge und Jungpflanzen bevorzugt auf erhöhten Stellen. Die Vegetationszeit wird künstlich verlängert, weil die Jungpflanzen auf dem höher gelegenen Totholz früher ausapern und vor Kaltluft in lokalen Senken geschützt sind. Aufgrund des hohen Porenanteils des vermodernden Holzes ist die Wasserversorgung gegenüber dem flachgründigen oder verdichteten Mineralboden verbessert. Auch werden Moderholzkeimlinge kaum von Pilzschädlingen befallen und sind vor Auswaschungen und Schneeschub geschützt⁶⁸. Aber auch in tieferen Lagen findet sich auf Totholz Verjüngung der Buche und Hainbuche, da der Kleiber dort bevorzugt Bucheckern versteckt. Liegendes Totholz erschwert zudem dem Wild den Zugang und bietet der Verjüngung so einen natürlichen Schutz vor Verbiss. Quer zum Hang liegend bildet es in Steillagen auch Schutz vor Schneerutsch und Erosion⁴⁰.

Nur 1% der Totholzbewohnenden Insekten sind aus Sicht des Forstschutzes problematisch wie z.B. Borkenkäfer. Dabei sind die verschiedenen Baumarten unterschiedlich gefährdet. Fichtenwälder sind während der Vegetationszeit als kritisch einzustufen, doch auch hier ergeben sich Möglichkeiten, Totholz anzureichern. Fichten, die im Herbst oder Winter durch abiotische Einflüsse abgestorben sind, können beispielsweise in Jahren, in denen keine Borkenkäfermassenvermehrung droht, im Wald belassen werden. Auch völlig ausgetrocknete Fichten mit abgefallener Rinde stellen kein Forstschutzrisiko mehr dar. Zudem können in Fichtenwäldern vorhandene Laubbäume bis zu ihrem natürlichen Ende als Biotopbäume stehen gelassen werden, um so langfristig den Totholzanteil zu erhöhen. Trotz einer enormen Dichte an Insekten in und auf Buchen- und Eichentotholz findet man dort selten Käferarten, wie Borkenkäfer, die als Forstschädlinge gelten können⁶⁹.

Biomassepotenzial:

Der Totholzvorrat im österreichischen Wald steigt zwar wieder an, ist aber mit 6,1 Vorratsfestmeter pro ha insgesamt weiterhin gering. Der Schutzwald weist mit 9,2 Vfm / ha einen höheren Anteil als der Wirtschaftswald mit 5,8 Vfm / ha auf³⁹. Von den insgesamt fast 21 Millionen Vorratsfestmeter an stehendem Totholz befinden sich 60 % im BHD-Bereich unter 25 cm. Stehendes Totholz mit einem BHD über 25 cm hat nur einen Anteil von 1 % an dem Gesamtvorrat in diesem Durchmesserbereich³⁵. Ähnlich ist die Situation bei liegendem Totholz. Hier weisen nur 20 % des Vorrats einen Durchmesser über 20 cm auf.

Mit 4,3 Vfm / ha ist der stehende Totholzvorrat bis 600 Meter Meereshöhe am geringsten und steigt dann mit zunehmender Höhenstufe an³⁹. Die Buche hat mit 1 % den geringsten Anteil an dem Gesamtvorrat dieser Baumart, allgemein weist der Totholzvorrat einen geringen Laubbaumanteil auf³⁵.

Nach Eigentumsarten aufgliedert befindet sich im Kleinprivatwald mit 4,9 Vfm / ha der kleinste und bei den österreichischen Bundesforste mit 8,7 Vfm / ha der größte Totholzvorrat auf. Der ungenutzte Zuwachs eines einzigen Jahres ist mit 5,6 Vfm / ha im Kleinprivatwald größer als der Totholzvorrat, der sich dort über die Jahre ansammeln konnte. Vielen Kleinprivatwaldbesitzern ist der ökologische Bedeutung von Totholz nicht bewusst; vielmehr führen sie Pflegemaßnahmen mit dem Ziel durch, den Wald aufzuräumen und sauber zu halten. Im Absterben begriffene oder bereits tote Bäume werden entnommen und als Brennholz verwendet, während Eingriffe in die herrschende Baumschicht, welche die Stabilität fördern würden, oftmals unterbleiben⁶⁰. Eine geringere Nutzung führt also nicht automatisch zu einem größeren Totholzanteil oder zu einer höheren Biodiversität, vielmehr ist neben der Höhe auch die Art der Nutzung entscheidend.

Beurteilung:

Eine gezielte Nutzung des Totholzvorrates als Biomasse wäre auch aus ökonomischer Sicht nicht zielführend, da es flächig über den Wald verteilt ist und eine Bringung nicht kostendeckend durchführbar wäre. Im Zuge einer regulären Nutzung des Waldbestandes könnten aber Biotopbäume oder Totholz größerer Dimension, bei dem der Zersetzungsprozess noch nicht fortgeschritten ist, mit entnommen werden. Kleineres, zerstreut im Bestand liegendes Totholz sowie bereits stärker zersetzte Fraktionen mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt kommen dagegen aus Kosten- und Qualitätsgründen für eine energetische Nutzung kaum in Frage⁴⁹. Die Daten der Waldinventur zeigen, dass über zwei Drittel des Vorrates an liegendem und stehendem Totholz allein aufgrund ihres schwachen Durchmessers kaum wirtschaftlich genutzt werden können. Stärker dimensioniertes Totholz, das aus ökonomischer Sicht für die Gewinnung von Biomasse geeignet wäre, ist dagegen bereits jetzt unterrepräsentiert. Gerade dieses Totholz ist jedoch von hoher ökologischer Bedeutung für die Biodiversität im Wald, während sowohl die Mehrausbeute an Biomasse als auch der zusätzliche Erlös für den Waldbesitzer im Falle einer Nutzung vergleichsweise gering ausfallen würde.

Um eine Entnahme von Totholz zu vermeiden, sind vor allem Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung erforderlich, welche die ökologische Bedeutung des Totholzes verdeutlichen und mittelfristig zu einer Änderung der Einstellung führen, dass Totholz ein Zeichen mangelnder Pflege des Waldes wäre. Die Bewusstseinsbildenden Maßnahmen sollten sich dabei nicht allein an Waldbesitzer, sondern auch an die Gesellschaft insgesamt richten. Schließlich bezieht ein Waldbesitzer in seine Entscheidungsfindung auch die Akzeptanz durch sein soziales Umfeld mit ein. Wenn Nutzungen durch betriebsfremde Personen wie Selbstwerber und Dienstleister durchgeführt werden, sollten diese vorab darüber informiert werden, kein Totholz zu entnehmen. Hier kann sich auch eine abschließende Kontrolle durch den Waldbesitzer oder Förster als sinnvoll erweisen.

Totholz und Biotopbäume sollten immer in ausreichender Qualität, Zahl und Verteilung vorhanden sein, um die biologische Vielfalt zu erhalten. Neben der Menge ist ein breites Spektrum an Baumarten und Stammdurchmessern entscheidend, da viele im Totholz lebende Arten von einer einzigen Baumart und einem bestimmten Durchmesser abhängig sind³⁸. Für die Entwicklung eines ökologisch optimalen Totholzangebots ist es empfehlenswert, den bestehenden Totholzvorrat nach diesen Kriterien zu erfassen und eine Strategie zu entwickeln, um Lücken in der Verteilung zu schließen.

Bei richtiger Auswahl nach Baumart, Ort und Zeitpunkt lässt sich Totholz im Wald anreichern, ohne in Konflikt mit dem Forstschutz zu geraten. So wäre beispielsweise eine Erhöhung des geringen Laubholzanteils am Totholzvorrat aus Sicht des Forstschutzes unbedenklich.

Bei stehendem Totholz ist ein ausreichender Abstand zu Straßen und Wegen notwendig, damit die Verkehrssicherheit nicht gefährdet wird. Auch bei der Waldarbeit muss die Arbeitssicherheit Vorrang haben. Dem kann besonders durch das räumlich konzentrierte Belassen von

Biotopbäumen und stehendem Totholz Rechnung getragen werden. Auch für Tiere und Pflanzen ist es so besser zu nutzen⁶⁷.

Totholz im bewirtschafteten Wald ist Bestandteil einer multifunktionalen Forstwirtschaft und im Sinne einer ökologischen Nachhaltigkeit notwendig, um typische Glieder des Ökosystems Wald zu sichern. Im Rahmen einer naturnahen Forstwirtschaft dient dies dazu, die charakteristische biologische Vielfalt der österreichischen Wälder zu erhalten und damit der internationalen Verpflichtung, die Österreich in der Biodiversitätskonvention eingegangen ist, gerecht zu werden.

4.5 Baumartenwahl

Für die energetische Nutzung sind prinzipiell alle Baumarten geeignet. Laubbäumen kommt hier allerdings eine besondere Bedeutung zu⁷⁰. Zum einen sind die Anteile an nicht sägefähigem Holz mit 50 % bei der Endnutzung und 70 bis 80 % bei der Vornutzung weitaus höher wie bei Nadelholz, wo der Anteil 20 % bei der Endnutzung und 40 % bei Vornutzung beträgt^{xi}. Zum anderen werden Laubbäume als Industrieholz wenig nachgefragt. Die österreichische Papier- und Zellstoffindustrie verwendet als Rohstoff fast ausschließlich Nadelholz⁷¹. Eine Ausnahme bildet die Lenzing AG, die zur Herstellung von Zellulosefasern jährlich etwa 900.000 Festmeter Buchenholz benötigt³³.

Hartlaubholz weist zudem aufgrund der höheren Dichte einen höheren Heizwert je Volumeneinheit auf. Der Heizwert der Buche je Volumeneinheit liegt aufgrund ihrer hohen Dichte gegenüber der Fichte ein Drittel höher, je Gewichtseinheit aber 5 % niedriger⁷². Der Raumbedarf für die Lagerung von Biomasse aus Hartlaubholz ist somit geringer. Auf die Effizienz beim Transport hat die höhere Dichte allerdings keine Auswirkungen, da die maximale Ladung durch das Gewicht begrenzt wird. Bei der derzeitigen Tonnagebegrenzung von 44 Tonnen kann das Ladevolumen eines LKWs beispielsweise bei Eichenhackschnitzel nur zu 80 % ausgenutzt werden^{xi}.

Laubholz hat insgesamt einen Anteil von 23,8 % an der österreichischen Waldfläche. Die Rotbuche weist mit 9,6 % den höchsten Anteil auf, gefolgt von der Eiche mit 2,0 %. Auf sonstige Hartlaubhölzer entfallen 8,0 %, auf Weichlaubhölzer 4,3 % der österreichischen Waldfläche³⁹.

Der Anteil des Laubholzes am Holzvorrat ist mit 19 % etwas geringer, da der Laubholzanteil in den jüngeren Altersklassen höher ist. Dies mag zum einen darauf zurückzuführen sein, dass in den letzten Jahren vermehrt Laubhölzer, bes. Edellaubholz, angebaut wurde. Zum anderen finden sich die meisten bringungstechnisch schwierigen Lagen, wo sich ein hoher Holzvorrat aufbauen konnte, im Hochgebirge mit einem naturgemäß hohen Nadelholzanteil.

Der Zuwachs bei Hartlaubholz wird bisher nur zu 42 % genutzt, also weitaus weniger als bei Nadelholz mit 64 % oder Weichlaubholz mit 53 %³⁹.

Bei einer Nutzung von 85 % des Zuwachses könnten 2,2 Millionen Vorratsfestmeter, bzw. 1,8 Millionen Erntefestmeter Hartlaubholz zusätzlich zur Verfügung stehen. Etwa 750.000 Erntefestmeter davon wären Sägerundholz, das aufgrund des höheren Wertes stofflich verwertet würde. Über eine Millionen Erntefestmeter, ca. 400.000 Efm aus Vornutzung und ca. 625.000 Efm aus Endnutzung stünde zusätzlich für die energetische Verwertung zur Verfügung.

4.6 Vorwälder

Waldbaulich sind Vorwälder vor allem relevant auf Kahlflächen. Dort herrschen weitaus extremere Witterungsbedingungen als im Waldesinneren. Je größer der Kahlfläche ist, desto mehr nähern sich die ökologischen Bedingungen denen einer Waldumgebenen Freifläche an. Mit den extremen Temperaturschwankungen, der höheren Sonneneinstrahlung und der gerin-

^{xi} Mündliche Auskunft der Österreichischen Bundesforste AG

geren Luftfeuchtigkeit kommen nur Pionierbaumarten wie Birke und Weiden sowie einige wenige Schlusswaldbaumarten wie die Fichte und Kiefer zurecht. Vorwälder aus Pionierbaumarten haben eine ausgleichende Wirkung auf das Kleinklima und bieten somit der Verjüngung empfindlicherer Baumarten Schutz. Gleichzeitig dämpfen sie das Wachstum und damit die Konkurrenzkraft der Bodenvegetation⁴⁷. Da die Laubstreu der Pionierbaumarten besonders gut zersetzbar ist, verbessern sie die Humusstruktur und damit den Basen- und Nährstoffhaushalt des Bodens. Der Höhenzuwachs der Schlussbaumart ist bei gleichem Durchmesserzuwachs gegenüber der Freifläche deutlich größer⁴⁸. Bei der weiteren Bestandserziehung kann den Vorwaldarten eine wichtige Funktion als Füllholz für die frühzeitige Astreinigung zukommen. Zugleich könnten durch die Nutzung der Vorwaldarten schon frühzeitig Erträge erzielt werden⁴⁷.

Für die Biodiversität des Waldökosystems sind Vorwälder förderlich, da sie die Baumarten- und Strukturvielfalt und damit die Vielfalt der Lebensräume für die im Wald lebenden Arten erhöhen.

In der waldbaulichen Praxis werden Vorwälder bisher kaum eingesetzt. Im Rahmen der Biomassenutzung wären zu prüfen, inwieweit sich unter Berücksichtigung des betriebswirtschaftlichen Aspekts eine Bestandesschonende Nutzung des Vorwalds realisieren ließe.

4.7 Umbau sekundärer Nadelwälder

Unter sekundären Nadelwäldern versteht man Wälder mit einem Nadelholzanteil von mindestens 80 % auf Standorten natürlicher, reiner Laubwaldgesellschaften. Nach der österreichischen Waldinventur betrug die Fläche dieser Wälder 354.000 ha. Sie befinden sich vorwiegend im Subillyrischen Hügel- und Terrassenland, in den östlichen und nördlichen Randalpen, im nördlichen Alpenvorland sowie im Wald- und Mühlviertel. Auf den Standorten wären meist Buchenwald und Eichen-Hainbuchenwald die natürliche Waldgesellschaft. Die häufigste Baumart im sekundären Nadelwald ist die Fichte mit 69 % Flächenanteil. Etwa 45 % der sekundären Nadelwälder liegen unter 500 m Meereshöhe und damit unter der natürlichen Verbreitungsgrenze der Fichte. Durch die besonders ungünstigen klimatischen und standörtlichen Bedingungen weisen diese Bestände eine erhöhte Prädisposition für biotische und abiotische Schadereignisse auf. Mit 72 % befindet sich ein überproportional hoher Teil der sekundären Nadelwälder im Kleinprivatwald⁷³.

Die Biodiversität ist in sekundären Nadelwäldern weitaus geringer als in natürlichen Laubwaldgesellschaften. In den Wäldern, die als künstlich oder stark verändert eingestuft werden, sind sekundäre Nadelwälder überproportional vertreten. Es wird empfohlen, diese Bestände, wo betriebswirtschaftliche und forstfachliche Rahmenbedingungen es erlauben, in naturnahe Mischbestände rückzuwandeln⁷⁴. Deshalb ist es ein Ziel der Österreichischen Biodiversitätsstrategie, Bestandesumwandlungen jener 7% der österreichischen Wälder, die in der Hemerobiestudie als künstlich eingestuft wurden verstärkt zu fördern⁴².

Bereits unter gegenwärtigem Klima treten in fichtendominierten Waldbeständen der Tieflagen klima-induzierte Schäden auf. Bei einer weiteren Klimaerwärmung ist eine geregelte nachhaltige Bewirtschaftung von Fichtenwäldern in der heutigen kollinen, submontanen und teilweise in der tiefmontanen Höhenstufe weitestgehend ausgeschlossen⁷⁵.

Aufgrund langer Überführungszeiträume müsste der Umbau der als besonders sensibel identifizierten Gebiete bereits jetzt in Angriff genommen werden. Eine bessere Anpassung der Baumartenzusammensetzung von Beständen in tiefen Lagen an die potenzielle natürliche Vegetation kann als ein erster wichtiger Schritt betrachtet werden, um diese Wälder gegenüber kurz- bis mittelfristigen, aber auch langfristigen Klimaeffekten resistenter zu machen⁴¹.

Die Fichte wurde vor allem nach dem zweiten Weltkrieg außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes aufgeforstet. Über 60 % der sekundären Nadelwälder sind jünger als 60 Jahre, über 30 % liegen in der Altersklasse zwischen 20 und 40 Jahren. Die Umwandlung dieser jungen Nadelholzbestände ist mit hohen Verlusten verbunden und deshalb für viele Forstbe-

triebe nicht realisierbar⁷³. Die Biomassenutzung wird die Umwandlung nicht forcieren, da die Erlöse aus der Vermarktung diese Verluste nicht ausgleichen können. Wird aber eine Bestandesumwandlung aus anderen Entscheidungsgründen durchgeführt, kann die Verwertung des anfallenden geringwertigen Materials einen Beitrag dazu leisten, die Kosten der Umwandlung zu senken.

Ein rascher Umbau ist dabei mit den negativen ökologischen Auswirkungen eines Kahlschlags und der Entstehung gleichaltriger Bestände verbunden⁴⁸. Aus Sicht der Biodiversität ist eine langsame Umwandlung vorzuziehen, die Möglichkeiten für eine natürliche Verjüngung, den Aufbau mehrschichtiger Bestände und die Rückhaltung von Überhältern und Biotopbäume bietet.

4.8 Waldrandgestaltung

Schnittgut aus der Pflege von Waldrändern kann als Biomasse genutzt werden, wenn dabei die ökologischen Funktionen von Waldrändern beachtet werden. Auf Formen der Biomassenutzung, die zu einer Verschlechterung dieser ökologischen Funktionen führen, sollte zum Schutz der Biodiversität verzichtet werden.

Für den Schutz und die Förderung der biologischen Vielfalt sind Waldränder von höchster Bedeutung. Als Übergangszone zwischen Wald und Freiland ist ein reich strukturierter Waldrand sowohl für die Fauna der offenen Landschaft wie auch für jene des Waldes ein ideales Rückzugs- und Deckungsgebiet. Entsprechend beherbergt er die höchste Biodiversität aller Naturzonen. So sind dort doppelt so viele Vogelarten zu finden wie innerhalb des Waldes oder auf dem offenen Feld⁷⁶. Reich strukturierte Waldränder sind Adern der Vielfalt in der Kulturlandschaft. Daneben besitzen sie eine besondere Bedeutung für die Stabilität des Waldes, da sie die Angriffsstelle für Gefährdungen wie Sturm, Schnee und Immissionen sind. Als weithin sichtbare Ausschnitte des Waldes tragen sie zudem entscheidend zur Landschaftsästhetik bei⁴⁷.

Ein ökologisch ideal aufgebauter Waldrand besteht aus Waldmantel und Saum. Er sollte nicht gerade, sondern buchtig verlaufen, um Wildtieren Deckung zu bieten und durch die Bildung von Nischen die ökologische Wirkung zu erhöhen.

In Österreich ist dies nur bei 21% der Waldränder der Fall. Diese finden sich überproportional in den Inneralpen. Im Alpenvorland und im pannonischen Raum, wo eine intensive Landwirtschaft betrieben wird, herrschen dagegen gerade Waldränder vor, im Südöstlichen Hügelland und im Wald- und Mühlviertel sind über zwei Drittel der Waldränder gerade.

22% der Waldränder weisen keinen Mantel auf und können so dem dahinter liegenden Bestand keinen Schutz bieten. Selbst bei Waldrändern, die in die Hauptwindrichtungen West oder Nordwest exponiert sind, haben rund ein Fünftel weder Mantel noch Trauf⁷⁷.

Da Waldränder meist durch menschliche Eingriffe entstanden sind, bedarf ihre Erhaltung fast immer einer gewissen Pflege. Ansonsten verdrängen die konkurrenzstarken Bäume des Waldmantels die vorgelagerten Sträucher. Durch eine gezielte Entnahme einzelner Bäume oder Baumgruppen kann die Baumschicht aufgelockert, die Stufigkeit verbessert und die Artenvielfalt erhöht werden. Der Strauchgürtel sollte zur Verjüngung alle 5 bis 10 Jahre abschnittsweise zurückgeschnitten werden. Hierdurch wird eine enge Verzahnung mit dem angrenzenden Krautsaum gefördert⁷⁶.

Aus dieser Pflege war bisher abgesehen von der Schutzfunktion für den dahinter liegenden Waldbestand kein ökonomischer Nutzen zu ziehen. Das Schnittgut könnte nunmehr als Biomasse vermarktet werden, besonders wenn im angrenzenden Bestand eine Biomassenutzung durchgeführt wird. Dabei besteht die Gefahr, dass die Waldränder aus Kostengründen maschinell begradigt werden und homogene, abrupte Übergänge entstehen⁴⁹, wodurch die ökologische Funktion beeinträchtigt würde.

Andererseits kann der Beitrag zur Kostendeckung durch die Verwertung der Biomasse auch die Chance bieten, verstärkt Waldrandpflege durchzuführen und diese Grenzlinienbiotope

durch eine bessere Auflichtung und Verjüngung der Strukturen aus Sicht der Biodiversität und des Landschaftsbildes aufzuwerten.

Ähnliche Synergieeffekte zwischen Biomassenutzung und Naturschutz könnten sich auch bei Landschaftspflegemaßnahmen außerhalb des Waldes ergeben. So wird beispielsweise das Holzheizkraftwerk Leonberg in Baden-Württemberg überwiegend mit Landschaftspflegeholz als Brennstoff beliefert. Damit werden ein Berufsschulzentrum, ein Krankenhaus und ein Nahwärmenetz versorgt⁷⁸.

5 Heutige und zukünftige Schwerpunktregionen der forstlichen Biomassenutzung

5.1 Österreichische Regionen mit Biomassepotenzial

Die Daten der österreichischen Waldinventur sind nach Bezirksforstinspektionen aufgliedert. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, eine grobe geographische Übersicht zu erstellen, wo sich in Österreich Biomassepotenziale befinden. Dabei ist zu beachten, dass im Rahmen der Waldinventur nur eine begrenzte Anzahl von Beobachtungspunkten pro Bezirksforstinspektion erhoben wird, wodurch der statistische Fehler größer ist als auf nationaler Ebene.

Es ist wenig überraschend, dass die höchsten Holzvorräte in den Alpen zu finden sind (Abbildung 3). Der Grund dafür ist der höhere Waldanteil und die damit größere Waldfläche.

Betrachtet man aber den Holzvorrat pro Hektar Waldfläche, erhält man ein anderes Bild (Abbildung 4). Die flächenbezogen höchsten Holzvorräte finden sich im östlichen Teil des nördlichen Alpenvorlands, also im Inn- und Mühlviertel sowie im Salzburger Land, im Waldviertel und in den östlichen Randalpen sowie im Klagenfurter Becken. Hohe Holzvorräte pro Hektar finden sich auch im westlichen Teil Österreichs.

Vergleicht man dies mit dem Nutzungsprozent, also den Anteil des Zuwachses, der genutzt wird (Abbildung 5), lassen sich folgende Regionen aufzeigen, in denen ein zusätzliches Nutzungspotenzial besteht: das nördliche Alpenvorland mit Salzburger Land, Inn- und

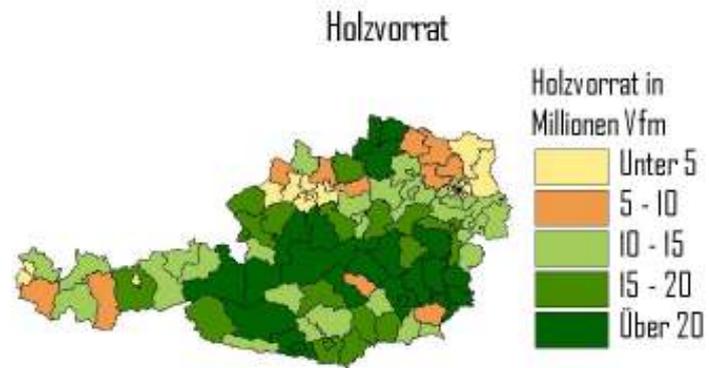


Abbildung 3: Holzvorräte in den Bezirksforstinspektionen Österreichs



Abbildung 4: Holzvorrat pro Hektar in den Bezirksforstinspektionen Österreichs



Abbildung 5: Anteil der Nutzung am Zuwachs in den Bezirksforstinspektionen Österreichs

Mühlviertel, die östlichen Randalpen sowie die südlichen Randalpen mit dem Klagenfurter Becken. In diesen Regionen werden bei einem Zuwachs von 7,5 bis 14,1 Vfm / ha nur 25 bis 59 %, also 2,7 bis 7,9 Vfm / ha genutzt. Dies ist ein weitaus geringeres Nutzungsprozent als in den bringungstechnisch schwierigeren Lagen der Zentralalpen. Zudem zeigen die Ergebnisse der Hämerobiestudie auf, dass sich in diesen Regionen ein überproportional hoher Anteil naturferner Wälder befindet⁷⁴, deren verstärkte Nutzung verbunden mit einer Umwandlung in naturnahe Mischbestände hinsichtlich der Biodiversität zu begrüßen wäre.

In den Durchforstungsrückständen liegt ein weiteres, allerdings nur temporär nutzbares Biomassepotenzial. Die höchsten Durchforstungsrückstände im Ertragswald finden sich wiederum im Innviertel und im Klagenfurter Becken, daneben auch im Wienerwald und im südlichen Burgenland (Abbildung 6). In den aufgeführten Regionen belaufen sich die Durchforstungsrückstände auf insgesamt knapp 12 Millionen

Vorratsfestmeter. Davon befinden sich 77 % im Kleinprivatwald, nur 15 % dagegen in Betrieben über 200 ha und 8 % in den Wäldern der Bundesforste.

Mit Ausnahme des Wienerwalds sind in diesen Regionen überproportional viele sekundäre Nadelwälder anzutreffen. Nadelbäume wie die Fichte befinden sich hier jedoch außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes und weisen als Folge dessen eine erhöhte Prädisposition für biotische und abiotische Schäden auf⁷³. Simulationsmodelle weisen darauf hin, dass sich die für die Fichte ungünstigen klimatischen und standörtlichen Bedingungen in Folge des Klimawandels noch verschärfen werden⁷⁵. Rechtzeitige, fachgerecht durchgeführte Durchforstungen, welche die Stabilität erhöhen und den Laubholzanteil fördern, wären deshalb in diesen Waldbeständen besonders wichtig, um eine langsame Umwandlung hin zu naturnahen Mischbeständen einzuleiten (siehe Kapitel 4.7).

Die Standorte der bestehenden Biomasseheizwerke und der bis 2006 gebauten Biomasse-KWK-Anlagen decken die Regionen, in denen ungenutztes Biomassepotenzial vorhanden ist, bereits weitestgehend ab (Abbildung 7). Es kommt daher nun darauf an, dieses Potenzial an zusätzlicher Biomasse zu mobilisieren.

Durchforstungsrückstände

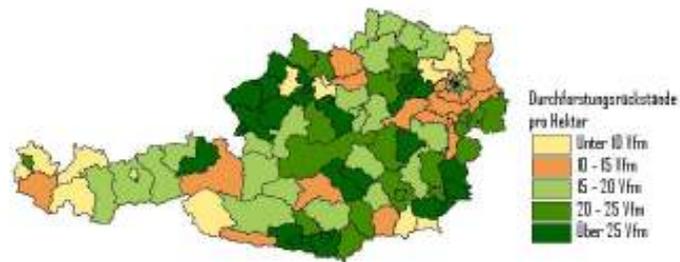
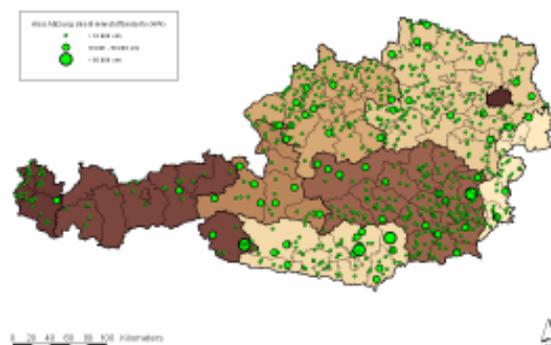


Abbildung 6: Durchforstungsrückstände in den Bezirksforstinspektionen Österreichs

Biomasseheizwerke in Österreich



Biomasse KWK Anlagen (bis 2006) in Österreich

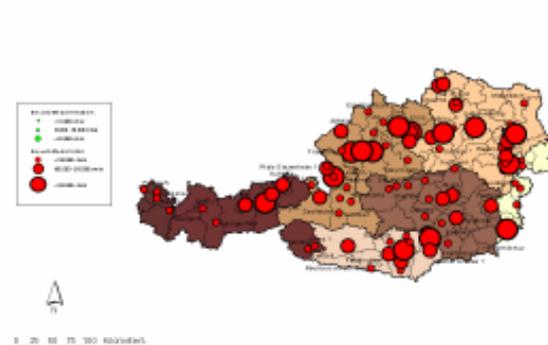


Abbildung 7: Standorte der Biomasseheizkraftwerke und der bis 2006 gebauten Biomasse-KWK-Anlagen in Österreich. Quelle: Energieverwertungsagentur

5.2 Mobilisierung des Biomassepotenzials im Kleinprivatwald

Aus den Daten der Waldinventur ist ein starker Einfluss der Eigentumsart auf die Höhe des Nutzungsanteils zu ersehen. In Forstbetrieben mit einer Flächengröße über 200 ha werden 84 % des Zuwachses genutzt, bei einer Flächengröße über 1000 ha sogar 95 % und bei den Bundesforsten 81 %. Im Kleinprivatwald unter 200 ha beträgt der Nutzungsanteil dagegen nur 46 % des Zuwachses. Würde die Nutzung im Kleinprivatwald auf demselben Niveau erfolgen wie bei den Forstbetrieben mit über 1000 ha Waldfläche, könnten, wie in Kapitel 2.3.2.5 berechnet, bis zu 4,8 Millionen Festmeter an zusätzlicher Biomasse für die thermische Verwertung zur Verfügung stehen.

Auf den Kleinprivatwald entfällt über die Hälfte der gesamten österreichischen Waldfläche. Der Kleinprivatwald ist überproportional im nördlichen Alpenvorland, im Wald- und Mühlviertel sowie in den östlichen und südlichen Randalpen vertreten. In diesen Lagen sind die Ernte- und Bringungsbedingungen weitaus günstiger als im zentralen Alpenraum, wo sich die Waldflächen der Bundesforste und der Betriebe über 200 ha größtenteils befinden.

Selbst bei Waldflächen mit einer Hangneigung unter 30 %, auf denen größtenteils eine kostengünstige Ernte mit dem Harvester möglich wäre, wird im Kleinprivatwald nur etwa die Hälfte des Zuwachses genutzt. Bei den Bundesforsten und den Betrieben über 200 ha übersteigt die Nutzung auf diesen Flächen dagegen den Zuwachs⁷⁹. Es ist also damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren dort die Nutzung verringert werden muss, um die Nachhaltigkeit weiterhin zu gewährleisten.

Durch Harvester werden insgesamt 11,8 % der genutzten Holzmenge geerntet. Im Kleinprivatwald beträgt die Harvesternutzung nur 9,2 %, bei Betrieben über 200 ha dagegen 18,8 %³⁶. Die oftmals geringen Flächengröße - 38 % des Kleinprivatwalds ist kleiner als 3 ha - erschwert den Einsatz mechanisierter Ernteverfahren. In Verbindung mit dem niedrigen Einschlag führt dies dazu, dass der Betriebserfolg im Kleinprivatwald mit 25,07 € pro Hektar nur ein Fünftel des Betriebserfolges im Großwald mit 124,26 € pro Hektar beträgt⁶⁶. Zusammenschlüsse zu Waldbewirtschaftungsgemeinschaften, die den Einsatz kosteneffektiver Erntemethoden ermöglichen, könnten also zu einer beträchtlichen Einkommenssteigerung im Kleinprivatwald führen. Daneben kann durch moderne Logistiksysteme, welche den Holzeinschlag und anschließenden Verkauf optimal zu koordinieren, der Erlös für den einzelnen Waldbesitzer gesteigert werden.

Bei der Energieversorgung mit Holz spielt der Privatwald bereits jetzt eine bedeutende Rolle. 2004 stammten 80 % des Brennholzeinschlags, also über 2,8 Millionen Festmeter, aus dem Kleinprivatwald. Ein Drittel des Einschlags im Kleinprivatwald ist Brennholz, bei Laubholz sogar 80 %. Als Brennholz werden auch Stammsortimente verwendet, die von größeren Forstbetrieben wie den Bundesforsten als Sägeschwachholz oder Industrieholz vermarktet würden.

Allerdings erfolgt die Nutzung im Kleinprivatwald zu einem Drittel für den Eigenbedarf, der Einschlag von Laubbäumen sogar zu zwei Dritteln für den Eigenverbrauch. Im Vergleich dazu

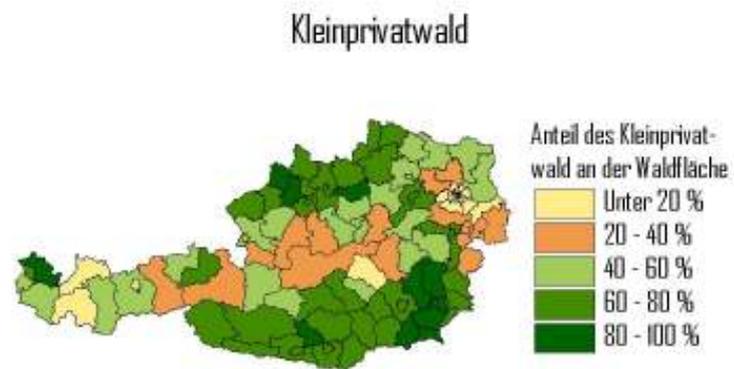


Abbildung 8: Anteil des Kleinprivatwalds an der Waldfläche in den Bezirksforstinspektionen Österreichs

waren bei den Betrieben nur 2,9 % und bei den ÖBf 0,29 % des Holzeinschlags 2004 für den Eigenverbrauch bestimmt. Im Kleinprivatwald steht oftmals die eigene Holzversorgung im Vordergrund, ein Holzverkauf wird als nicht notwendig erachtet. Untersuchungen zeigen jedoch, dass Kleinprivatwaldbesitzer, welche zusätzliche Holz mengen vermarkten, auch ihren Eigenbedarf an Holz weiterhin decken können. Eine aktive Ausrichtung der Kleinprivatwaldbesitzer am Holzmarkt ist erst ab einer Waldbesitzgröße von 15 ha zu beobachten⁶⁰. Selbst ein höherer Holzpreis führt bei kleineren Flächengrößen meist nicht zu einem verstärkten Einschlag.

Bei mehr als 170.000 Kleinprivatwaldbesitzern in Österreich ist es ersichtlich, dass es sich dabei um eine heterogene Gruppe mit den unterschiedlichsten Interessen handelt. Die überwiegende Anzahl sind bäuerliche Kleinprivatwaldbesitzer, bei denen die Waldbewirtschaftung oftmals aufgrund des landwirtschaftlichen Denkens mehr auf die Erzielung eines möglichst hohen Massenertrags als auf die Wertsteigerung des Holzes ausgerichtet ist. Andererseits gibt es rund 22 % hofferne Waldbesitzer, für welche die Erzielung eines Einkommens aus der Waldbewirtschaftung oftmals keine Rolle spielt.

Bei einer Untersuchung der Landwirtschaftskammer Steiermark ließen sich die Kleinprivatwaldbesitzer nach ihrer Einstellung zum Waldbesitz in 4 Grundtypen unterteilen. Die Gruppe der 29.000 Kleinprivatwaldbesitzer, die keine Waldbewirtschaftung ausüben, umfasst danach eine Flächengröße von 310.000 Hektar. Etwa 34.000 Waldbesitzer bewirtschaften ihre Wälder und vermarkten das gewonnene Holz eigenständig. Hierbei handelt es sich überwiegend um größere Betriebe, weshalb die Waldfläche mit zusammen über 1,2 Millionen Hektar überproportional groß ist. Über 100.000 Kleinprivatwaldbesitzer sind generell kooperationswillig, wobei sie hinsichtlich ihrer fachlichen Kompetenz und ihrem Interesse am Wald in zwei Gruppen eingeteilt werden müssen. 36.000 Kleinprivatwaldbesitzer führen die Holzernte eigenständig durch und bedürfen nur bei der Vermarktung der Unterstützung durch Waldverbände. Der überwiegende Teil, nämlich 71.500 Waldbesitzer mit einer Waldfläche von 833.000 Hektar hat eine geringe fachliche Kompetenz und ein geringes Interesse am Wald⁸⁰. Diese Gruppe benötigt eine komplette Dienstleistung von der Waldbewirtschaftung bis hin zur Vermarktung. Neben dem Holzverkauf ab Stock kommen für diese Gruppe als Möglichkeiten zur Betreuung ein Bewirtschaftungsvertrag mit einem forstlichen Dienstleister oder ein Pachtmodell in Frage. Meist wird ein Bewirtschaftungsvertrag von beiden Seiten vorgezogen. Hier behält der Waldbesitzer die Kontrolle über sein Eigentum, muss aber auch das Risiko eines Schadereignisses tragen.

Da für forstliche Biomasse nur geringe Erlöse erzielt werden, kommt kostengünstigen Erntemethoden bei der Mobilisierung der Biomasse eine besondere Bedeutung zu. Eine effektive Waldbewirtschaftung ist aber erst ab einer gewissen zusammenhängenden Flächengröße möglich. Aufgrund der geringen durchschnittlichen Flächengröße in Verbindung mit den unterschiedlichen Interessen der Kleinprivatwaldbesitzer ist in der Koordination die größte Herausforderung zu sehen.

Große Forstbetriebe wie die Österreichischen Bundesforste engagieren sich verstärkt als forstliche Dienstleister. Hier ergibt sich die Möglichkeit, an den eigenen Waldbesitz angrenzenden Kleinprivatwald mitzubetreuen. Da die Betreuung nach den gleichen Grundsätzen wie die Bewirtschaftung der eigenen Waldflächen erfolgt, ist dieses Engagement auch aus ökologischer Sicht zu begrüßen. Mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an naturfernen Wäldern und dem geringsten Totholzanteil besteht im Kleinprivatwald neben einem Biomassepotenzial auch ein erhebliches Potenzial für Verbesserungen hinsichtlich der Biodiversität.

Die Kooperation der forstlichen Dienstleister mit den Waldverbänden ist dabei ein wichtiger Erfolgsfaktor. Die Waldverbände haben über ihre 208 Waldwirtschaftsgemeinschaften regionale Vertreter, die oftmals auch lokale Meinungsführer sind. Sie genießen das Vertrauen der ortsansässigen Kleinprivatwaldbesitzer und können diese aktivieren, bisher nicht oder wenig genutzte Wälder wieder zu bewirtschaften. Durch aktives Herantreten lassen sich zusätzliche

Flächen angrenzender Waldbesitzer mobilisieren und mit bereits in Planung befindlichen Hiebsmaßnahmen zu größeren Aufarbeitungsblöcken zusammenfassen⁸¹. 2004 betrug die Holzmenge, die über die Waldverbände vermarktet wurde, 2,4 Millionen Festmeter, also etwa 15 % des gesamten österreichischen Holzeinschlags. Ziel der Waldverbände ist es, diese Menge um 10 % pro Jahr zu erhöhen und damit bis 2010 auf 4,2 Millionen Festmeter fast zu verdoppeln.

Daneben müssen unterschiedliche Konzepte und Herangehensweisen entwickelt werden, welche an die Interessen und Wertvorstellungen der Gruppe von oftmals nicht bäuerlichen Waldbesitzern angepasst sind, die ihre Wälder bisher nicht oder nur zur Deckung des Eigenbedarfs bewirtschaften. Für einen Teil der Waldbesitzer steht nicht der Erlös aus einem Holzverkauf, sondern die eigene Versorgung mit Brennholz im Vordergrund. Manche dieser Waldbesitzer suchen in der Beschäftigung im Wald einen körperlichen Ausgleich in der Freizeit.

Das Interesse der Waldbesitzer an ihrem Wald sinkt mit zunehmender Entfernung ihres Wohnorts vom Waldbesitz. Teilweise möchten sie so wenig Zeitaufwand wie möglich mit dem Waldbesitz haben. Andere betrachten den Wald als Geldanlage oder Spekulationsobjekt⁶⁰. Um die Gruppe der hoffernen Waldbesitzer zu erreichen, scheint eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit angebracht, in der die wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung deutlich gemacht werden.

6 Schlussfolgerungen

Die Substitution fossiler Energieträger mit erneuerbaren Energien wie Biomasse verringert die Emissionen der Treibhausgase und kann somit einen Beitrag dazu leisten, den Klimawandel und dessen Folgen abzumildern. Die Biomassenutzung sollte deshalb unter Berücksichtigung der sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen so weit wie möglich ausgebaut werden, wobei die ökologischen Folgen der Biomassenutzung mit der Bedrohung der Biodiversität durch den Klimawandel abzuwiegen sind.

Um den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch auf das angestrebte Ziel von 30 % zu steigern, sind aber vor allem politische Strategien und Maßnahmen notwendig, um den österreichischen Energieverbrauch erheblich zu senken. Er stieg von 2000 bis 2004 um fast das Zehnfache der Energiemenge, die durch den Ausbau erneuerbarer Energien hinzugewonnen werden konnte. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoinlandsverbrauch ist daher von 23,2% im Jahr 2000 auf 21,5% im Jahr 2004 gesunken und liegt damit 8,5 Prozentpunkte unter dem Ziel für 2010, einen Anteil der erneuerbaren Energien von 30% am Bruttoinlandsverbrauch zu erreichen. Zahlreiche Studien zeigen, dass rund 20% des Energieverbrauchs mit finanziellem Gewinn eingespart werden können, eine Einsparung um bis zu 50% ist technisch möglich. Eine forcierte Biomassenutzung kann daher nur Teil einer Gesamtstrategie sein, die ihr Hauptaugenmerk auf eine Steigerung der Energieeffizienz und eine Senkung des Energieverbrauchs, vor allem auf der Endverbraucherseite, richtet. Ansonsten bleibt das Ziel eines 30%-Anteils der Erneuerbaren Energien bis 2010 illusorisch.

Biomasse ist im Inland nachhaltig nur in einem begrenzten Maße verfügbar und kann nicht den gesamten österreichischen Energiebedarf decken. Erste Versorgungsschwierigkeiten werden bereits sichtbar, es beginnt sich ein Konkurrenzkampf zwischen stofflicher und energetischer Verwertung abzuzeichnen. Auf den Import von Biomasse konnte im Rahmen der vorliegenden Studie nicht näher eingegangen werden, er ist jedoch kritisch zu hinterfragen, da er einer Verlagerung des ökologischen Fußabdruckes Österreichs in das Ausland gleichkommt. Die Steigerung des Biomasseeinsatzes ist ein EU-weites Ziel. Deshalb erscheint es fraglich, inwieweit der Import auf dem europäischen Binnenmarkt gedeckt werden kann. Bei Biomasseimport aus außereuropäischen Ländern könnte neben der größeren Transportdistanz die Umwandlung natürlicher Ökosysteme für die Biomasseproduktion, z.B. die Rodung tropischer Regenwälder, die CO₂-Neutralität und damit das eigentliche Ziel einer verstärkten Biomassenutzung, nämlich die Verringerung der CO₂-Emissionen, gefährden. Im Bereich der Biokraftstoffe sind bereits Anfänge einer derartigen Entwicklung zu beobachten. 2005 gab es bereits Pläne, eine 2 Millionen Hektar große Schneise quer durch den indonesischen Teil Borneos zu schlagen, um darauf Ölpalmen für die Produktion und den Export von Biokraftstoffen anzubauen.

Um bei einem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energie den Bedarf an Biomasse durch inländische Produktion decken zu können, kommt der effizienten Nutzung eine herausragende Rolle zu. Die größten Möglichkeiten dazu sind bei der Umwandlung der Biomasse in Energie gegeben. Maximal 40 % der in der Biomasse enthaltenen Energie können in Strom umgewandelt werden. Die Energieeffizienz kann erheblich gesteigert werden, wenn für die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme Abnehmer zur Verfügung stehen. Der Betrieb einer Biomasse-KWK-Anlage sollte daher grundsätzlich wärmegeführt erfolgen. Ganzjährig kann die anfallende Wärme aber nur genutzt werden, wenn als Abnehmer Unternehmen mit einem Bedarf an Prozesswärme zur Verfügung stehen. Aufgrund des Stromengpasses im Winter und den gleichzeitig erhöhten Wärmebedarf wäre es im Sinne einer Effizienzsteigerung, Biomasse-KWK-Anlagen ohne ganzjährige Abnehmer von Wärme nur in dieser Jahreszeit zu betreiben. Dem steht die zeitliche Begrenzung der garantierten Einspeisetarife im Ökostromgesetz entgegen, die in der Novelle des Ökostromgesetzes nochmals von 13 Jahren auf 11,5 Jahre gesenkt wird. Unter dem Gesichtspunkt einer effizienten Energienutzung erschiene es sinn-

voller, die Laufzeit der Förderungen auf die Betriebsstunden der einzelnen Anlagen zu koppeln.

Bei der Genehmigung und Vergabe von Förderungen sollte auf eine gründliche Planung der Anlagen Wert gelegt werden. Insbesondere sollte geprüft werden, ob ausreichend Abnehmer für die anfallende Wärme vorhanden sind und in wieweit eine nachhaltige, ökologisch vertretbare Biomasseversorgung möglich ist. Dabei sollte auch die Transportdistanz berücksichtigt werden, um die CO₂-Bilanz der Biomassenutzung nicht zu verschlechtern. Das in der Novelle des Ökostromgesetzes vertretene Prinzip „Wer zuerst kommt, mahlt zuerst“ erschwert eher eine sorgfältige Planung.

Im Sinne einer effizienten Nutzung der Ressource Holz ist eine kaskadische Nutzung vorzuziehen, da hier eine höhere Wertschöpfung erzielt werden kann. Die Verfügbarkeit von Biomasse für Energieproduktion kann so gesteigert, ohne den Ökosystemen mehr Energie zu entziehen und dadurch die Kohlenstoff-Fixierung in Waldökosystemen zu verringern. Darunter fällt auch die energetische Verwertung der ligninhaltigen Ablauge in der Zellstoffindustrie, die jedoch von der Förderung durch das Ökostromgesetz ausgeschlossen ist.

Ein Defizit besteht bisher bei der statistischen Erfassung von Biomassepotenzialen, die auf den einzelnen Stufen der Holzver- und Bearbeitung anfallen. Trotz der wachsenden Bedeutung wird auch die Produktion von Waldhackschnitzeln bisher nicht in der Holzeinschlagsmeldung erfasst. Um das in Österreich vorhandene Biomassepotenzial bestmöglich zu nutzen, sollten diese Lücken in der Statistik geschlossen werden. Daneben wäre auch zu prüfen, inwieweit sich Flurholz und Altholz als zusätzliche Biomassepotenziale heranziehen lassen. Die Holzindustrie könnte einen Beitrag zur Förderung der kaskadischen Nutzung leisten, indem sie bei der Herstellung von Holzprodukten darauf achtet, dass diese nach der Verwendung ohne Schadstoffbelastungen energetisch verwendet werden können.

Nebenprodukte, die bei der Be- und Verarbeitung von Holz anfallen, haben einen hohen Anteil an den als Biomasse zusammengefassten Energieträgern. Bei der Planung einer langfristigen Biomasseversorgung sollte daher auch die weitere Entwicklung der Holz- und Papierindustrie in Österreich sowie der Rundholzimporte berücksichtigt werden.

Die Forstwirtschaft hat trotz der verstärkten Vermarktungsmöglichkeiten für Biomasse weiterhin die Produktion höherwertiger Holzsortimente als vorrangiges Ziel und richtet die Waldbewirtschaftung auf dieses Ziel hin. Die Biomassenutzung beeinflusst die Waldbewirtschaftung daher nur in geringem Maße, kann aber in manchen Fällen eine Nutzung rentabel machen, bei der ansonsten kein positiver Deckungsbeitrag zu erzielen wäre. Dabei können sich in einigen Bereichen Konflikte, aber auch Synergieeffekte mit dem Naturschutz ergeben. Das größte Biomassepotenzial bietet mit 5,2 Millionen Festmeter der ungenutzte Holzzuwachs in den Wäldern Österreichs. Die geographische Einordnung dieses Potenzials zeigt, dass gerade in den Wäldern außerhalb des Alpenraums weitaus weniger Holz geerntet wird, als jährlich zuwächst. Aufgrund der geographischen Lage ist davon auszugehen, dass ein Großteil dieses Potenzials technisch und wirtschaftlich realisierbar wäre. Zugleich ist in diesen Regionen mit zusätzlichem Nutzungspotenzial ein überproportional hoher Anteil an naturfernen Wäldern zu finden. Auch aus naturschutzfachlicher Sicht wäre eine verstärkte Nutzung nicht nur zu vertreten, sondern sogar wünschenswert, wenn damit eine Umwandlung hin zu naturnahen Mischwäldern aus standortgerechten, heimischen Baumarten verbunden wäre. Besonders eine Umwandlung sekundärer Nadelwälder erscheint angesichts der prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels auch im gesellschaftlichen Interesse, um weiterhin die Schutz- und Erholungsfunktionen dieser Wälder zu wahren.

Ähnliches lässt sich zu den Durchforstungsrückständen sagen. Auch diese finden sich größtenteils außerhalb des Alpenraums und wären somit technisch und wirtschaftlich realisierbar. Die Höhe dieses Biomassepotenzials lässt sich nicht beziffern, da die Durchforstungsrückstände – zumindest im Bereich der Bundesforste – seit der Datenerhebung durch die Waldinventur bereits abgebaut wurden. Fachgerecht ausgeführte Durchforstungen bewirken durch den ver-

stärkten Lichteinfall zwar nur kurzfristig einen Anstieg der Biodiversität, langfristig erhöhen sie vor allem die Stabilität sowohl des Einzelbaumes als auch des Bestandes insgesamt. Diesem Aspekt kommt eine hohe Bedeutung zu, da angesichts der Klimaänderung von einer Häufung extremer Witterungsereignisse ausgegangen wird. Im Gegensatz zu dem jährlichen Holzzuwachs sind Durchforstungsrückstände allerdings als temporäres, nicht nachhaltig nutzbares Biomassepotenzial einzustufen. Sie können jedoch dazu beitragen, kurzfristige Engpässe zu beheben, bis die Logistik der Biomasseversorgung auf nationaler Ebene optimiert ist. Bei dem Abbau der Durchforstungsrückstände sollte deshalb die Erhöhung der Bestandesstabilität und die Förderung der Vielfalt im Bestand vorrangiges Ziel sein.

Die Nutzung von Wipfeln und Ästen, die bisher im Bestand verblieben, ist dagegen aus ökologischer Sicht kritisch zu bewerten, da sie im Vergleich zu der dadurch zusätzlich gewonnenen Biomasse mit einem überproportional hohen Nährstoffentzug verbunden ist. Der Nährstoffentzug kann zu einer Verschiebung des Artenspektrums führen, aber auch zu Zuwachsverlusten am verbleibenden Bestand. Noch kritischer hinsichtlich der Biodiversität wäre die Entnahme von Totholz zur Energiegewinnung zu beurteilen, weil damit der Lebensraum von bis zu einem Drittel der im Wald lebenden Arten beeinträchtigt würde. Der Großteil dieser beiden ökologisch kritischen Biomassepotenziale ist unter den gegenwärtigen Gegebenheiten auch wirtschaftlich nicht realisierbar. Zudem ist die Menge an Biomasse, die daraus gewonnen werden könnte, gering im Vergleich zu den Biomassepotenzialen, die aus dem ungenutzten Zuwachs oder den Durchforstungsrückständen zur Verfügung stehen. Die Menge des Wipfel- und Astmaterials, das pro Jahr bei Hiebsmaßnahmen anfällt, beträgt nur ein Zehntel des jährlichen, ungenutzten Zuwachses. Die Durchforstungsrückstände sind doppelt so hoch wie der gesamte Vorrat an stehendem und liegendem Totholz, der sich noch dazu überwiegend aus schwach dimensioniertem Material zusammensetzt. Es ist daher nicht anzunehmen, dass ein Verzicht auf die Nutzung dieser ökologisch bedenklichen Potenziale den Ausbau der Energieerzeugung aus Biomasse beeinträchtigen würde.

Das Biomassepotenzial, das aus dem ungenutzten Zuwachs und den Durchforstungsrückständen zur Verfügung steht, wäre technisch, wirtschaftlich und ökologisch realisierbar und könnte den prognostizierten Mehrbedarf abdecken. Der Großteil dieses Potenzials befindet sich im Kleinprivatwald. Gebräuchliche Indikatoren für die Biodiversität im Wald, wie beispielsweise der Totholzvorrat, weisen daraufhin, dass hier auch ein erhebliches Potenzial für ökologische Verbesserungen besteht. Maßnahmen zur Mobilisierung dieses Biomassepotenzials sollten daher mit einer fachlichen Beratung unter Einbeziehung ökologischer Aspekte einhergehen. Ein großes Potenzial liegt hier in der Kooperation forstlicher Dienstleister mit den Waldverbänden. Forstbetriebe, die sich als Dienstleister engagieren, können die ökologischen Standards im Kleinprivatwald heben, wenn sie die fremden Flächen nach denselben Grundsätzen wie die eigenen bewirtschaften. Zur Mobilisierung des Biomassepotenzials im Kleinprivatwald ist die Entwicklung verschiedener Konzepte notwendig, welche an die unterschiedlichen Interessen und Wertvorstellungen der Waldbesitzer angepasst sind. Weitere Schritte sind eine Verstärkung der gemeinschaftlichen Holzvermarktung sowie Öffentlichkeitsarbeit zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung.

Abschließend lässt sich sagen, dass eine verstärkte Biomassenutzung und die Erhaltung der Biodiversität im österreichischen Wald nicht im Widerspruch zueinander stehen müssen, wenn die im Folgenden aufgeführten Handlungsempfehlungen beachtet werden.

6.1 Empfehlungen für die Forstwirtschaft

- Biomasse sollte bei Vornutzungen und aus Holzsortimenten schwächerer Dimension bei der Endnutzung gewonnen werden. Eine Verringerung der Umtriebszeit im Hochwald zum Zwecke der Biomassenutzung ist aus ökologischer und ökonomischer Sicht nicht zielführend.
- Durchforstungen bieten ein bedeutendes Potenzial zur Biomassenutzung, sollten aber im Sinne der Nachhaltigkeit den Aufbau stabiler, stufiger, strukturierter Waldbestände zum Ziel haben. Vornutzungen, die eine Homogenisierung der Bestandesstruktur oder andere Verschlechterungen der Biodiversität mit sich bringen, wirken diesem Ziel entgegen und stellen aus Sicht der Biodiversität keine Form einer nachhaltigen Biomassenutzung dar.
- Das Befahren des Waldbodens sollte sich auch bei der Biomassenutzung auf wiederauffindbare Erschließungslinien beschränken. Hierzu sind eine geeignete Ernte- und Bringungstechnik sowie ein angepasstes, dauerhaft markiertes Feinerschließungssystem in bereits erschlossenen Wäldern notwendig.
- Bei der Feinerschließung als auch insbesondere bei der Erschließung bisher unerschlossener Waldgebiete sollte eine Kosten-Nutzen-Abwägung unter Berücksichtigung des ökologischen Wertes dieser Gebiete vorgenommen werden.
- Biomassenutzung sollte sich an der Nährstoffverfügbarkeit der Standorte orientieren. Insbesondere auf nährstoffarmen Böden sollten Wipfel und Äste auf der Fläche verbleiben. Vor einer Ganzbaumnutzung ist eine Standortskartierung wünschenswert. Düngung führt zu einer Verschiebung des Artenspektrums und Artenverarmung und ist daher als Ausgleich für einen durch Biomassenutzung verursachten Nährstoffentzug aus ökologischer Sicht nicht vertretbar. Vor einer Rückführung der Asche aus Biomasseverbrennung sollten die Auswirkungen auf das Ökosystem Waldboden und dessen Biodiversität geprüft werden.
- Die Nutzung von Wurzelstöcken ist aus ökologischer Sicht nicht vertretbar, da sie neben einem unzulässig hohen Nährstoffentzug einer starken Schädigung des Waldbodens und dessen Biodiversität mit sich bringt.
- Im Zuge der Biomassenutzung ist auf einen in Menge und Qualität ausreichenden Bestand an Biotopbäumen und Totholz Rücksicht zu nehmen, da diese einen hohen ökologischen Wert hinsichtlich der Biodiversität im Wald aufweisen.
- Nieder- und Mittelwälder sollten als historische und selten gewordene Bewirtschaftungsformen erhalten und gepflegt werden, wozu die Biomassenutzung einen Beitrag leisten kann. In Hinsicht auf die Biodiversität sollten gefährdete Waldbiotoptypen nicht in Energieholzwälder umgewandelt werden.
- Laubbäume sind für die Biomassenutzung gut geeignet und dominieren die potentiell natürliche Vegetation der tieferen Lagen. Um deren Anbau und Nutzung zu verstärken, sollte die Nachfrage nach Laubschnitt- und Laubfurnierholz gefördert werden.
- Vorwälder aus Schnellwachsenden Pionierbaumarten können eine Biomassenutzung bereits im jungen Bestandesalter ermöglichen, wirken sich positiv auf den Zuwachs der Hauptbaumart(en) aus und fördern die Biodiversität. Möglichkeiten eines verstärkten Anbaus von Vorwäldern und deren Bestandesschonende Nutzung sollten deshalb unter Berücksichtigung des betriebswirtschaftlichen Aspekts geprüft werden.
- Eine frühzeitige, aktive Umwandlung sekundärer Nadelwälder ist vor allem in Regionen mit einem hohen Anteil dieser künstlichen Wälder in Erwägung zu ziehen. Die Biomasse-

nutzung kann hier zusammen mit staatlichen Förderungen für die Begründung naturnaher Mischwälder aus standortsgerechten, autochthonen Baumarten einen Beitrag zur Kostendeckung leisten.

- Schnittgut aus der Pflege von Waldrändern kann als Biomasse genutzt werden, wenn dabei die ökologischen Funktionen von Waldrändern beachtet werden. Auf Formen der Biomassenutzung, die zu einer Verschlechterung dieser ökologischen Funktionen führen, sollte verzichtet werden.

6.2 Empfehlungen für die Versorgungslogistik

- Systeme für effiziente Beladung und Transport von Waldhackgut sollten entwickelt werden, die an das bestehende Forststraßennetz im österreichischen Wald angepasst sind. Dies erscheint ökonomisch und ökologisch günstiger als der Verbreiterung von Forststraßen.
- Geeignete Logistiksysteme sollten entwickelt werden, um die Umladezeiten zu verkürzen und über längere Distanzen den Transport der Biomasse durch Bahn und Schiff wirtschaftlich zu ermöglichen.
- Die Versorgung mit Biomasse sollte lokal bis regional erfolgen, um Transportdistanzen zu minimieren.

6.3 Empfehlungen für Biomasseanlagenbetreiber

- Der Betrieb einer Biomasse-KWK-Anlage sollte wärmegeführt erfolgen. Die Entscheidung zwischen Ganzjahres- und Winterbetrieb sollte sich nach der Struktur der Wärmeabnehmer richten. Für einen Ganzjahresbetrieb sollte ein Bedarf für Prozesswärme im Sommerhalbjahr vorhanden sein.
- Es sollte ein Gesamtwirkungsgrad des Biomasse-Heiz(kraft)werks von über 80 % angestrebt werden. Dazu sollte die Abnahme der anfallenden Wärme sichergestellt und die Anlage optimal dimensioniert werden, um eine hohe Zahl an Volllaststunden zu erreichen. Spitzenlasten können durch den Einsatz von Pufferspeichern und Zusatzkessel aufgefangen werden.
- Kooperationen mit der Forst- und Holzwirtschaft können die langfristige Versorgung mit Brennstoff sicherstellen. Bei der Planung der Versorgung mit Biomasse sollte auf kurze Transportdistanzen Wert gelegt werden. In der Nähe von Standorten der Platten- und Zellstoffindustrie sollte in der Planung die Konkurrenz bei der Biomasseversorgung berücksichtigt werden.
- Durch einen zentralen Standort und eine hohe Anschlussdichte lassen sich die Fernwärmeleitungen kurz halten und Energieverluste und Kosten minimieren.
- Bei der Projektierung neuer Anlagen sollten die Erfahrungen aus dem Bau und Betrieb anderer Biomasse-Heiz(kraft)werke beachtet werden. Die Schaffung von Kommunikationsplattformen kann den Informationsaustausch zwischen den Betreibern verstärken. Durch Benchmark-Studien kann der Stand der Technik ermittelt und kommuniziert werden.

7 Quellen

- ¹ Krajnc, N.; Slovenian Forestry Institute; 2005: Potential and chances of production of woody biomass in Slovenia. *in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2005, Tagungsunterlagen; Graz, Januar 2005*
- ² Soltes, J.; Slovak Energy Agency (SEA); 2005: Experience with biomass district heating in Slovakia. *in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2005, Tagungsunterlagen; Graz, Januar 2005*
- ³ Remrova, M.; BTG Central Europe s.r.o.; 2005: Bundling of small projects for joint implementation: A bioenergy portfolio for the Czech Republic. *in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2005, Tagungsunterlagen; Graz, Januar 2005*
- ⁴ Vityi, A.; Hungarian Biomass Association (HBA); 2005: Developments of biomass projects in Hungary. *in: Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2005, Tagungsunterlagen; Graz, Januar 2005*
- ⁵ Haberl, H.; Schulz, N.; Plutzer, C.; Erb, K. H.; Krausmann, F.; Loibl, W.; Weisz, H.; Sauberer, N.; 2001: Der Einfluss des Menschen auf die Artenvielfalt. Gesellschaftliche Aneignung von Nettoprimärproduktion als Pressure-Indikator für den Verlust von Biodiversität. Endbericht. IFF Soziale Ökologie, Abt. Vegetationsökologie, Wien.
- ⁶ Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2006: Eindämmung des Verlusts der biologischen Vielfalt bis zum Jahr 2010 – und darüber hinaus. Mitteilung der Kommission. Brüssel, 22.5.2006
- ⁷ Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2006: Annexes to the Communication from the Commission. Halting the loss of biodiversity by 2010 – and beyond. Technical Annex. Brüssel, 22.5.2006
- ⁸ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW); 2002: Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels – Klimastrategie 2008/1012. Vom Ministerrat angenommen am 18. Juni 2002
- ⁹ Austrian Energy Agency; 2004: Energieeffizienz und Erneuerbare 2010 - Eine Untersuchung zur Umsetzung der Ziele des Regierungsprogramms zur Steigerung der Energieeffizienz und des Anteils erneuerbarer Energieträger
- ¹⁰ Austrian Energy Agency; 2006: Basisdaten Bioenergie Österreich 2006
- ¹¹ Energieverwertungsagentur; 2004: Daten zu Erneuerbarer Energie in Österreich 2004
- ¹² Energieverwertungsagentur, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit; 2003: Erneuerbare Energie in Österreich
- ¹³ Statistik Austria; 2004: Wohnungen 2003 Ergebnisse der Wohnungserhebungen im Mikrozensus September 2003
- ¹⁴ Landwirtschaftskammer Österreich; 2005, *in: Österreichische Bauernzeitung* Nr. 43 vom 27. Oktober 2005
- ¹⁵ Österreichischer Biomasseverband; 2005: Heizen auf Sparflamme!
- ¹⁶ Holzkurier, Februar 2006: Gepresste Erfolgsstory. *in: Holzkurier* Nr. 7; Wien, 16. Februar 2006
- ¹⁷ Ehrensberger, K.; Fritz Egger GmbH & Co; 2005: Der Industrie- und Energieholzmarkt in Österreich – die aktuellen Entwicklungen aus der Sicht der Plattenindustrie. *in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005*
- ¹⁸ Forst, Platte, Papier (FPP); 2005: Außenhandel I-IX/05. *in: Holzkurier* 51/52; 22. Dezember 2005
- ¹⁹ [Fachverband Holzindustrie, in: Holzkurier](#)
- ²⁰ UMBERA, 2002: Empirische Untersuchung zum Rohstoffpotenzial für die Herstellung von (Holz)Pellets unter besonderer Berücksichtigung der strategischen Bedeutung innerhalb der FTE-Aktivitäten auf nationaler und EU-Ebene. UMBERA im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, St. Pölten
- ²¹ Holzkurier, Dezember 2005; Weniger ist mehr. 10. Salzburger Wald & Holzgesprächen am 1. Dezember in Salzburg. *in: Holzkurier* Nr. 49; Wien, 9. Dezember 2005
- ²² Landwirtschaftskammer Niederösterreich; 2005: Biomasse - Heizungserhebung 2004
- ²³ Nemestothy, K.; 2005: Vom Forst- und Landwirt zum Energielieferanten
- ²⁴ Holzforschung Austria, Energieverwertungsagentur; 2004: Methoden zur Übernahme von Energieholz – Endbericht. Wien
- ²⁵ Österreichischer Biomasseverband; 2006: Biomasseaktionsplan für Österreich unter Einbeziehung der Solarthermie, der Windenergie und der Wasserkraft. Wien, Mai 2006
- ²⁶ E-Control; 2004: Gutachten im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit zur Bestimmung der Förderbeiträge für Kleinwasserkraft und sonstige Ökoanlagen für 2005. Wien, Mai 2004
- ²⁷ Simader, G. R.; 2003: Technologische Aspekte der Biomassenutzung in KWK-Anlagen. *in: Energy – Zeitschrift der Energieverwertungsagentur* Nr. 3/2003
- ²⁸ Parlamentskorrespondenz/02/25.11.2005/Nr. 941

-
- ²⁹ Bundesgesetz, mit dem das Ökostromgesetz, das Elektrizitätswirtschafts- und-organisationsgesetz und das Energie-Regulierungsbehördengesetz geändert werden (Ökostromgesetz-Novelle 2005); 1225 der Beilagen XXII. GP - Ausschussbericht NR - Gesetzestext
- ³⁰ energytech.at; 2000: TechnologiePortrait Feste Biomasse. Wien, August 2000
- ³¹ Holzmarktbericht der Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern – Dezember 2005: in: Holzkurier Nr. 51/52; 2005
- ³² Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); 2002: Bereitstellung von Waldhackschnitzeln; Merkblatt Nr. 10. Freising, November 2002
- ³³ Grill, H.; Lenzing AG; 2005: Die Rohstoffversorgung der österreichischen Zellstoff- und Papierindustrie bei steigender Energieholznachfrage.; in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ³⁴ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW); 2006: Nationaler Biomasseaktionsplan für Österreich. Begutachtungsentwurf. Wien, 21.9.2006
- ³⁵ Büchsenmeister, R., Gschwantner, T.; 2005: Biomasseressourcen im Wald?. in: BFW Praxisinformation Nr. 6 – 2005, Wien
- ³⁶ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW); 2005: Holzeinschlag 2004
- ³⁷ Österreichische Bundesforste AG (ÖBf); 2004: Waldbauhandbuch
- ³⁸ WWF, 2004; Dead wood – Living Forests. Gland, Schweiz
- ³⁹ Österreichische Waldinventur 2000 – 2002; Onlineergebnisse <http://web.bfw.ac.at/i7/oewi.oewi0002>
- ⁴⁰ Mehrani-Mylany, H.; Hauk, E.; 2004: Totholz – auch hier deutliche Zunahmen. in: BFW Praxisinformation Nr. 3 – 2004, Wien
- ⁴¹ Umweltbundesamt; 2003: Grundlagen für die Umsetzung des Ökosystemaren Ansatzes des „Übereinkommens über die biologische Vielfalt“; Berichte Band 153. Wien, Juni 2003
- ⁴² Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie; 1998: Österreichische Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt. Wien, 1998
- ⁴³ J. Hansen, R. Ruedy, M. Sato, and K. Lo; 2005: GISS Surface Temperature Analysis Global Temperature Trends: 2005 Summation. NASA Goddard Institute for Space Studies and Columbia University Earth Institute New York, USA
- ⁴⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); 2001: Climate Change 2001. Third Assessment Report
- ⁴⁵ Malcolm, J., Markham, A.; WWF; 2000: Global Warming and Terrestrial Biodiversity Decline. Gland, September 2000
- ⁴⁶ Krajick, K.; 2004: All Downhill From Here? in: Science Vol. 303, S. 1600- 1602. März 2004
- ⁴⁷ Burschel, P., Huss, J., 1997: Grundriß des Waldbaus. Berlin, Parey
- ⁴⁸ Kirchmeir, H., Jungmeier, M., Herzog, E., Grabherr, G.; 2000: Der Wald im Klimawandel – Am Beispiel des sommerwarmen Ostens Österreichs. Klagenfurt, Oktober 2000
- ⁴⁹ Bundesamt für Naturschutz (BfN); 2005: Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung
- ⁵⁰ Wolfslehner B., Vacik H., Würz A., Spörk J., Hochbichler E., Lexer M., Klumpp R.; 2004: Umsetzung und Relevanz der paneuropäischen Richtlinien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Endbericht an das BMLFUW. Wien, 29. Februar 2004
- ⁵¹ Köck, L.; Waldverband Niederösterreich; 2005: Besonderheiten der Energieholzbereitstellung im Laubwald. in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ⁵² Trautmann, P.; Bioenergie Burgenland Service GmbH; 2005: Die aktuellen Rahmenbedingungen für Kurzumtriebsflächen in Österreich. in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ⁵³ Zeilinger, J.; 2005: Erfahrungen mit Kurzumtriebsflächen in Österreich. in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ⁵⁴ Weih, M.; 2005: Langjährige Erfahrungen mit der Energieholzerzeugung auf Kurzumtriebsflächen in Schweden. in: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ⁵⁵ Umweltbundesamt (UBA); 2002: Rote Liste gefährdeter Biotoptypen Österreichs – Wälder, Forste, Vorwälder. Monographien Band 156. Wien, 2002
- ⁵⁶ Heinze, B.; 1998: Erhaltung der Schwarzpappel in Österreich - forstwirtschaftliche, genetische und ökologische Aspekte. FBVA Bericht 106. Wien

-
- ⁵⁷ FAO; 2004: Preliminary review of biotechnology in forestry, including genetic modification. Forest Genetic Resources Working Paper FGR/59E. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. Rome, Italy.
- ⁵⁸ APA/dpa, 14.12.05: Gentech-Bäume sollen besseres Papier liefern.
<http://science.orf.at/science/news/142700>
- ⁵⁹ Leitgeb, E., Englisch, M.; 2003: Ökologische Auswirkungen von Durchforstungseingriffen *in*: BFW Praxisinformation Nr. 2 – 2003, Wien
- ⁶⁰ Schaffner, S.; 2001: Realisierung von Holzvorräten im Kleinprivatwald – Typen von Kleinprivatwaldbesitzern und deren Verhalten bezüglich Waldbewirtschaftung und Nutzungsaufkommen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Forstwissenschaften. Technische Universität München, Studienfakultät für Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement. Freising, 2001
- ⁶¹ Center für Biomasse-Technologie; 1999: Holz als Energieträger – Technik, Umwelt, Ökonomie. im Auftrag der dänischen Energiebehörde. Kopenhagen, 1999
- ⁶² Sterba, H., Brunner, H., Gugganig, H., Hauser, B.; 2003: Stammzahlreduktion ja, aber nicht als Ganzbaumnutzung. *in*: Forstzeitung 10/03
- ⁶³ Kruys, N., Jonsson, B.; 1999: Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. *in*: Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For. 29(8): 1295-1299 (1999)
- ⁶⁴ Wittkopf, S., Hömer, U., Feller, S.; 2003: Bereitstellungsverfahren für Waldhackschnitzel - Leistungen, Kosten, Rahmenbedingungen. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); Freising, Mai 2003
- ⁶⁵ Limbeck-Lilienau, B., Stampfer, K.; 2004: Sind moderne Arbeitsverfahren auch pfleglich? *in*: Arbeit im Wald (AIW) 2/2004
- ⁶⁶ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; 2005: Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich – Österreichischer Waldbericht 2004. Wien, 2005
- ⁶⁷ Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); 2004: Biotopbäume und Totholz – Vielfalt im Wald. Merkblatt Nr. 17. Freising, Oktober 2004
- ⁶⁸ Mai, W.; 1999: Über Ammenstämme im Gebirgswald. *in*: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; LWF Aktuell Nr. 18. Freising, 1999
- ⁶⁹ Schmidt, O.; 1999: Waldschutz und Totholz. *in*: Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; LWF Aktuell Nr. 18. Freising, 1999
- ⁷⁰ Lechner, H., Lackner, M., Nemestothy, K., Ritter, H., Simader, G., Starzer, O., Veigl, A.; 2003: Machbarkeitsstudie „4 % Ökostrom bis 2008“ fokussiert auf den Beitrag von Biomasse-KWK-Anlagen (> 5 MWth) – Endbericht. Energieverwertungsagentur; Wien, Mai 2003
- ⁷¹ Papierholz Austria; 2005: Statistik 2004 – Holzeingänge. <http://www.papierholz-austria.at>
- ⁷² Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); 2003: Der Energieinhalt von Holz und seine Bewertung. Merkblatt Nr. 12. Freising, Dezember 2003
- ⁷³ Gschwandtner, T., Prskawetz, M.; 2005: Sekundäre Nadelwälder in Österreich. *in*: BFW Praxisinformation Nr. 6 – 2005, Wien
- ⁷⁴ Grabherr, G., Koch, G., Kirchmeir, H., Reiter, K.; 1998: Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Österreichische Akademie der Wissenschaften; Innsbruck, 1998
- ⁷⁵ Lexer, M., Hönninger, K., Scheifinger, H., Matulla, C., Groll, N., Kromp-Kroll, H., Schadauer, K., Starlinger, F., Englisch, M.; 2001: The sensitivity of the Austrian forests to scenarios of climatic change: a large-scale risk assessment. Umweltbundesamt; Monographien Band 132. Wien, 2001
- ⁷⁶ Präsidentenkonferenz der Landwirtschaftskammern; 2000: Gestaltung und Pflege von Waldrändern. Wien, März 2000
- ⁷⁷ Hauk, E.; 2005: Wald und Waldränder als Landschaftselemente. *in*: BFW Praxisinformation Nr. 4 – 2004, Wien
- ⁷⁸ Internetseite der EnBW Energie Baden-Württemberg AG
http://www.enbw.com/content/de/impulse/forschung_umwelt/biomasse/index.jsp;jsessionid=E7CC288EE59375ED9DB3B5DDEF51B0B9.nbw45
- ⁷⁹ Schadauer, K.; Institut für Waldinventur, BFW; 2005: Biomasseressourcen im Wald? Das Potential für die Energieholzerzeugung aus Pflegerückständen und Durchforstungsreserven. *in*: Kosten der Energieholzbereitstellung - Kurzumtrieb und Durchforstung; Tagungsunterlagen Wieselburg, 4. November 2005
- ⁸⁰ Eberl, W.; Landwirtschaftskammer Steiermark; 2005: Die Bedeutung von Serviceeinrichtungen für die Mobilisierung von Durchforstungsholz
- ⁸¹ von Bodelschwing, E., Bauer, J., Warkotsch, W.; 2005: WBV Logistikstudie: Impulse für die Mobilisierung von Rundholz im Kleinprivatwald. *in*: AFZ-DerWald /2005

Annex: WWF Forderungen an die Politik

- Eine Gesamtstrategie zur Steigerung der Energieeffizienz, Senkung des Energieverbrauchs und Ausbau der Erneuerbaren Energien muss entwickelt werden, in welche eine nationale Biomassestrategie eingebettet ist.
- Eine nationale Biomassestrategie muss eine Gefährdung der biologischen Vielfalt durch Biomassennutzung ausschließen.
- Eine nationale Biomassestrategie muss Energiebedarf und Biomasseangebot auf regionaler Ebene unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der bestmöglichen Effizienz sowie der ökologischen und sozialen Auswirkungen aufeinander abstimmen.
- Eine nationale Biomassestrategie sollte die energetische Nutzung der Abfälle aus der Holzverarbeitung vorrangig berücksichtigen.
- Eine nationale Biomassestrategie sollte durch eine optimale Planung der Biomasseversorgung mit Transportdistanzen minimieren.
- Bei der Auswahl von Biomasseressourcen muss die CO₂-Bilanz über den gesamten Lebenszyklus (Produktion, Verarbeitung, Transport, energetische Verwertung) berücksichtigt werden.
- Die Herkunft aus einer ökologisch und sozial verantwortungsvollen Bewirtschaftung muss durch eine verpflichtende glaubwürdige Zertifizierung für Biomasse sichergestellt werden.
- Maßnahmen zur Mobilisierung des Biomassepotenzials im Kleinwald sollten verstärkt gefördert werden. Hierzu zählen beispielsweise die gemeinsame Vermarktung über Waldverbände oder die Betreuung durch forstliche Dienstleister.
- Rechtzeitige, fachgerechte Durchforstungen sollten gekoppelt an ein waldbauliches Konzept durch Prämien gefördert werden.
- Die Erzeugung und Verwendung von Energie aus Biomasse sollte steuerlich begünstigt werden, etwa durch eine Umsatzsteuerermäßigung für Wärme aus Biomasse oder eine Streichung der Energieabgabe für Ökostrom.
- Österreicherweit einheitlich sollten Heizsysteme auf Basis von Biomasse mit mindestens 40 Prozent der Investitionskosten gefördert werden, der Anschluss von Objekten an Fernwärmenetze mit 40 Prozent der Anschlusskosten.
- Bei der Förderung von Biomasse-Heiz(kraft)werken sollte die Qualität der Planung und die Effizienz der Anlage entscheidend sein und nicht die Reihenfolge, in der die Anträge eingereicht werden. Die Förderung sollte standortbezogen auf Grundlage einer Energieraumplanung erfolgen und sich an der Wärmenachfrage und dem regionalen Biomasseangebot orientieren.
- Durch eine Novellierung des Ökostromgesetzes sollten stabile Rahmenbedingungen geschaffen und eine langfristige Kalkulierbarkeit ermöglicht werden. Die Struktur der Einspeisetarife sollte so gestaltet werden, dass ein wärmegeführter Betrieb der Biomasse-KWK-Anlage die rentabelste Lösung ist. Die Dauer der Gewährung garantierter Einspeisetarife sollte nach den Betriebsstunden bemessen werden und nicht nach einer festgelegten Frist. So werden auch Anlagen gefördert und effizient betrieben, die über keine ganzjährigen Wärmeabnehmer verfügen.
- Der öffentliche Sektor hat eine Vorbildfunktion. Deshalb sollte der Einsatz von erneuerbaren Energien bei der Energieversorgung öffentlicher Gebäude verstärkt werden.