

Markus Neumann

Auswirkungen des Klimawandels auf Baumartenzusammensetzung und Holzsortimente



Der Mensch beeinflusst das globale Klima. Ein wesentlicher Faktor dieser Beeinflussung ist der Ausstoß von klimawärmenden Treibhausgasen, vor allem durch den Verbrauch fossiler Brennstoffe in der Industrie, im Verkehr und in den Haushalten. Dieser anthropogene Treibhauseffekt hat seit dem Jahr 1880 die Temperatur weltweit um 0,85 Grad Celsius steigen lassen, in Österreich aufgrund der überproportionalen Erwärmung im Alpenraum sogar um nahezu 2 Grad Celsius. Besonders ausgeprägt ist dieser Anstieg seit den 1980er-Jahren, da aufgrund der weltwirtschaftlichen Entwicklungen die globalen Treibhausgasemissionen drastisch zugenommen haben. Ein weiterer Temperaturanstieg wird erwartet, das Ausmaß

hängt aber entscheidend von der zukünftigen Entwicklung der Treibhausgasemission ab: In Österreich könnte es, ausgehend von aktuellen Werten, bis 2050 um 1,4 Grad Celsius wärmer werden.

Die Entwicklung der Niederschläge ist deutlich schwieriger vorherzusagen, und die Verteilung der Niederschläge ist außerdem jahreszeitlich sehr unterschiedlich, wie das Beispiel der Steiermark zeigt (Abb. 1). In den vergangenen 150 Jahren nahmen die Niederschläge in Westösterreich zu, im Südosten Österreichs hingegen ab. Klimamodelle prognostizieren erhöhte Niederschlagsmengen im Winter und trockenere Sommer; deshalb könnten in Ost- und Südösterreich im Sommer zunehmend Trockenperioden auftreten.

Auswirkungen auf den Wald

Der skizzierte Klimawandel wird auf den Wald unterschiedliche Auswirkungen haben. Sein Wachstum wird neben den Bodeneigenschaften ganz wesentlich von der verfügbaren Niederschlagsmenge und der Temperatur gesteuert. So bewirkt – vielleicht für viele überraschend – ein wärmeres Klima eine Steigerung der Wuchleistung, solange die Wasserversorgung ausreichend bleibt. Größere Verbesserungen der Wachstumsbedingungen sind daher in höheren Lagen zu erwarten. Die Waldgrenze würde sich in Folge nach oben verschieben. In tieferen Lagen, speziell im Osten, könnten hingegen Trockenperioden und ein verändertes Risiko – insbesondere durch biotische Schadfaktoren, wie z. B. Borkenkäferbefall, – die Zusammensetzung der Baumarten und folgend auch den Sortimentsanfall grundlegend verändern. Auch ist davon auszugehen, dass eine höhere Temperatur einerseits die Vegetationszeit verlängert, andererseits dadurch aber auch die (Früh-)Frostgefährdung steigt.

Die Prognose von Sturmereignissen ist derzeit noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Eines steht jedoch fest: Extreme meteorologische Ereignisse werden in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen. Der Wald der Zukunft muss also zahlreichen Anforderungen gewachsen sein, und die räumliche Baumartenverteilung wird in Zukunft anders als heute aussehen. Auch die Forstwirtschaft wird sich an geänderte Produktionsbedingungen anpassen müssen.

Anpassungsfähigkeit und Stabilität

Da Bäume „sesshaft“ sind und Wälder sich nur langsam neue Lebensräume erschließen, werden sie von der Geschwindigkeit des Klimawandels gefordert. Daher müssen wir jetzt die Selbstregulierungsmechanismen des Waldes unterstützen und Baumarten an jenen Standorten pflanzen, an denen



© Landesforstpräsidium Sachsen, Bugwood.org

Infolge längerer Hitze- und Trockenperioden steigt die Gefährdung der Fichte durch Borkenkäferbefall.

sie auch künftig wachsen können. Auch das genetische Potenzial der Forstpflanzen ist entscheidend, da es die Anpassungsfähigkeit und Stabilität des Waldes in der Zukunft sichert. Mit steigender Seehöhe wird auch weiterhin mehr Nadelholz vorkommen können. Dabei sollte man beachten, dass sich die ökologischen Höhenstufen durch eine Temperaturerhöhung um einiges nach oben verschieben. Eine Erhöhung der Temperatur um 2 Grad Celsius würde durch eine Höhenveränderung um 200 Meter ausgeglichen. In tieferen und mittleren Lagen wird sich hingegen der Anteil von Laubholz, wie etwa Eiche und Buche, erhöhen.

Die Waldeigentümer und deren Beauftragte müssen sich des zunehmenden Risikos bewusst werden und entsprechend gegensteuern. Dies kann auf mehreren Wegen erreicht werden; einerseits durch eine adäquate Baumartenwahl: So kann die aus Nordamerika stammende Douglasie die in gewissen Regionen stärker risikobehaftete Fichte vielfach ersetzen. Diese Baumart hat sich seit hundert Jahren in Europa besonders auf für Fichte zu trockenen Stan-

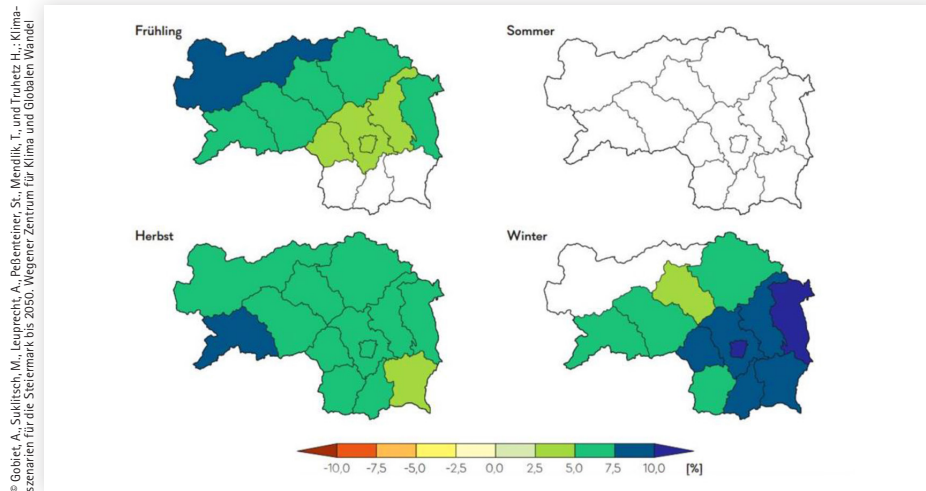


Abb. 1: Erwartete saisonale prozentuale Niederschlagsänderung in der Steiermark; 2021–2050 verglichen mit 1971–2000. Gebiete, in denen die erwartete Änderung nicht signifikant ist (5 % Signifikanzniveau), sind weiß dargestellt.

dor ten bewährt. Auch die Tanne bietet in vielen Fällen eine klimastabilere Alternative zur Fichte. Ganz wesentlich ist aber auch eine konsequente Pflege der Bestände, insbesondere zielgerichtete Durchforstungskonzepte zur Vermeidung von überdichten, schadensanfälligen Bestandesstrukturen.

Auswirkungen auf das Holzaufkommen

Generell kann davon ausgegangen werden, dass sich in Österreich das Baumartenportfolio zwar regional verändern wird, jedoch nicht vollkommen anders aussehen wird als heute. Eine Tendenz zur Zunahme von Laubholz ist wahrscheinlich – und nicht nur in Zukunft als natürliche Reaktion auf erhöhte Temperaturen. Vielmehr findet bereits jetzt ein Wechsel statt, wie die Erhebungen der Österreichischen Waldinventur zeigen (Tab. 1, Abb. 2). Die Ursachen sind eine zunehmende Orientierung an natürlichen Baumartenmischungen und auch eine Konsequenz einer geänderten Förderpolitik. In den vergangenen 25 Jahren hat

die mit Nadelholz bestockte Waldfläche um 10 %-Punkte abgenommen, diese Veränderung hat sich aber erst sehr gering auf die Vorratsverteilung ausgewirkt.

Ebenso muss sich die Forstwirtschaft auf eine gewisse Erhöhung des Schadholzanteils vorbereiten, einerseits durch „Käferholz“, aber auch durch Wind- und Schneebruchschäden. Das Holzaufkommen wird sich mengenmäßig in der nächsten Zeit nicht wesentlich verändern, allerdings könnten stärkere jährliche Schwankungen der angebotenen Menge zu volatileren Preisen führen.

Wenn die erwarteten Veränderungen zu den oben geschilderten Konsequenzen führen, ist davon auszugehen, dass Energieholzsortimente zulasten des Nutzholzes zunehmen werden. Allerdings gilt es zu bedenken, dass die forstliche Bewirtschaftung in den letzten Jahren einiges an Pflegerückständen aufgearbeitet hat und in Zukunft die Zielsetzung auf stabilere, das heißt stammzahlärmere Bestände ausgerichtet sein wird. Außerdem fällt ein Großteil des



© Feichtner

Im Zuge des Klimawandels und als Folge naturnaher Waldbewirtschaftung erhöht sich der Laubholzanteil in den österreichischen Wäldern.

Energieholzes als Koppelprodukt bei der Holznutzung und -verarbeitung an, sein Aufkommen ist also nicht unabhängig von der Nutzholzproduktion zu sehen.

erneuerbaren Energiequellen direkt von der Sonne abhängig. Solarthermie- und Photovoltaikanlagen nutzen die Sonnenenergie unmittelbar, Wind- und Wasserkraftwerke hingegen mittelbar. Die biogenen Energieträger sind ebenfalls auf die Strahlungsenergie der Sonne angewiesen, hier in der von den Pflanzen durch die Photosynthese fixierten Form. Die Photosynthese der

Energieholzaufkommen und -verwendung

Abgesehen von einem in Österreich unbedeutenden Anteil der Erdwärme sind alle

Tab. 1: Baumartenentwicklung im Ertragswald nach ÖWI (in 1.000 ha)					
	1986/90	1992/96	2000/02	2007/09	Flächenbilanz
Fichte	1.870	1.866	1.810	1.709	-161
Tanne	82	78	78	81	-1
Lärche	150	147	155	154	4
Weißkiefer	193	182	166	152	-41
sonstiges Nadelholz	44	46	46	42	-2
Summe Nadelholz	2.339	2.320	2.255	2.139	-200
Rotbuche	296	309	323	336	40
Eiche	68	67	66	69	1
sonstiges Hartlaubholz	195	229	269	275	80
Weichlaubholz	128	143	144	142	14
Summe Laubholz	687	748	802	821	134
Blößen	54	45	35	69	15
Lücken	151	172	195	240	89
Sträucher im Bestand	68	42	57	73	5
Strauchflächen	32	26	26	25	-7
Ertragswald	3.331	3.352	3.371	3.367	36

Quelle: Österreichische Waldinventur

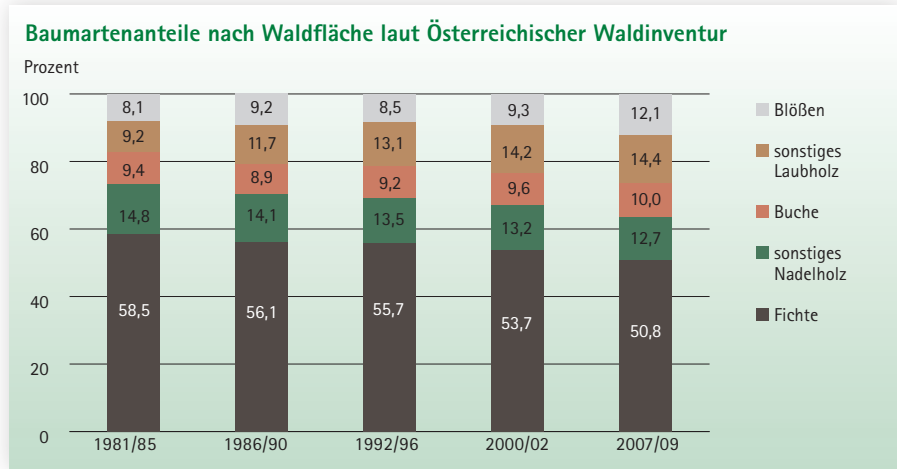
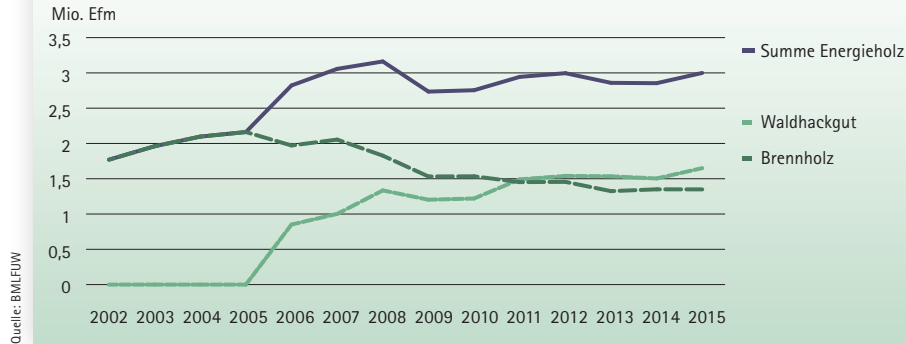


Abb. 2: Veränderung der Flächenanteile von Baumarten seit den 1980er-Jahren (Österreichische Waldinventur)

Entwicklung des für Energieholz verwendeten Nadelholzeinschlages in Österreich



Quelle: BMLFUW

Abb. 3: Aus dem Wald gewonnene Energieholzmengen bei Nadelholz laut Holzeinschlagsmeldungen zwischen 2002 und 2015 – der Rückgang bei Brennholz wird durch die Zunahme von Waldhackgut ausgeglichen.

Primärproduzenten verbindet Kohlendioxid der Luft mit Wasser unter Freisetzung von Sauerstoff zu Kohlehydraten (Zucker), die dann den Grundstoff für jede weitere Form der Biomasse (Zellulose, Lignin usw.) liefern. Auf diese Weise entziehen die heimischen Baumarten bei der Bildung von einem Festmeter Holz der Atmosphäre rund 900 Kilogramm Kohlendioxid. Durch Verbrennung (Oxidation) von Biomasse kann die enthaltene Energie genutzt werden, und

das gebundene Kohlendioxid wird wieder freigesetzt. 33 % der im Jahr 2014 in Österreich verbrauchten Energie stammten aus erneuerbaren Quellen. Nach der Wasserkraft nahm feste Biomasse mit einem Anteil von rund 30 % den zweiten Platz unter den erneuerbaren Energien ein.

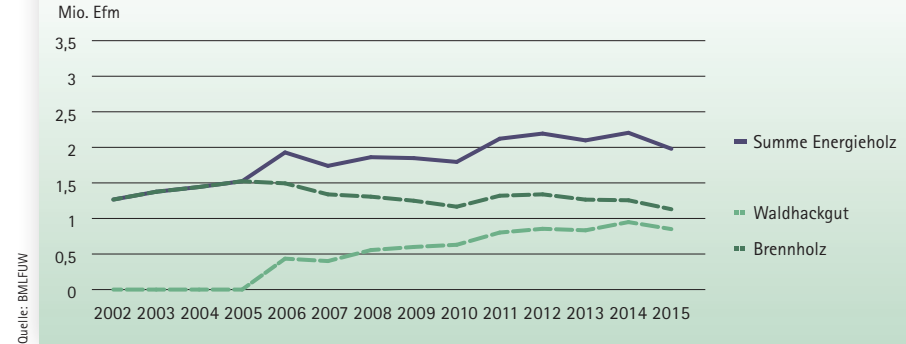
Seit einigen Jahren besteht erhöhte Nachfrage nach Energieholz infolge der stark zunehmenden Verwertung in größeren Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, aber



© Kurt Gadenz

Die Nachfrage nach Waldbiomasse ist in den vergangenen Jahren gestiegen.

Entwicklung des für Energieholz verwendeten Laubholzeinschlages in Österreich



Quelle: BMLFUW

Abb. 4: Die jährlich aus Laubwald genutzten Energieholzmengen liegen mit rund 2 Millionen Erntefestmetern etwa ein Drittel unter den Energieholzsortimenten aus Nadelholz.

auch in Heizwerken und Heizungsanlagen von Gewerbebetrieben und Haushalten. Dies ließ die Preise ansteigen und ermunterte die heimische Forstwirtschaft, neben der Nutz- und Industrieholzerzeugung zunehmend auch Waldbiomasse bereitzustellen. Die forstliche Produktion von Holz oder Biomasse im Allgemeinen weist einige Besonderheiten auf, die sie von anderen, beispielsweise industriellen Produktionsbetrieben, wesentlich unterscheidet:

- eine strikte Standortsgebundenheit mit großem Flächenbedarf
- Produkt und Produktionsmittel sind ident, das heißt, Holz entsteht aus Holz.
- der dezentrale Anfall und das relativ große Transportvolumen, das weite Transporte unwirtschaftlich macht (abgesehen vom Schifftransport).

Die Produktion von Biomasse aus dem Wald kann weder beliebig beschleunigt noch unbegrenzt vermehrt werden. Die Menge an Sägerestholz ist vom Volumen des eingeschnittenen Holzes abhängig. Gleiches gilt auch für Rinde und die Ablaugen aus Papier- und Zellstoffindustrie. So wünschenswert ein vermehrter Einsatz erneuerbarer Energie für den Klimaschutz wäre, so ist bei der Beurteilung der Ver-

sorgungslage auf die Naturgegebenheiten Bedacht zu nehmen und die zunehmend schwieriger werdende Importsituation zu bedenken. Eine kurzfristige Steigerung des Angebots erneuerbarer Energieträger, insbesondere von Brennholz, Hackschnitzeln und Restholz, ist nur auf Kosten anderer Holzsortimente zu erreichen und wäre mit Auswirkungen auf die Preisgestaltung verbunden. Eine Ausweitung der Waldfläche (zu Ungunsten anderer Kulturarten) und Produktionssteigerungen im Wald (durch verbesserte Waldbaumethoden und genetische Verfahren) sind zwar in beschränktem Umfang möglich und wahrscheinlich, werden aber nicht in näherer Zukunft wirksam werden.

Energieholzstatistik

Die Entwicklung der direkt aus dem Wald stammenden Energieholzmengen (Scheitholz und Hackschnitzel) zeigt seit 2005 für Nadel- wie für Laubholz eine geringe Abnahme des Scheitholzes, die durch die starke Zunahme der Hackschnitzel mehr als wettgemacht wird (Abb. 3 u. Abb. 4). Dieser Statistik zufolge wurden jährlich mehr als 5 Millionen Erntefestmeter aus dem österreichischen Wald für Energiezwecke genutzt. Dieses Volumen entspricht ungefähr



10 Millionen Megawattstunden, was etwa 75 % der Jahresleistung aller Donaukraftwerke zusammen oder einer Milliarde Litern Heizöl gleichkommt. Die Statistik Austria bezieht darüber hinaus Nutzungen auf außerforstlichen Flächen sowie den Einsatz von Altholz und Importe mit ein und kommt dadurch auf doppelt so hohe Werte.

Die Verteilung auf Säge-, Industrie- und Energieholz ist für Nadel- und Laubholz sehr unterschiedlich (Abb. 5). Im Mittel der vergangenen zehn Jahre konnten bei Nadelholz zwei Drittel als Nutzholz sowie jeweils nur ein Sechstel als Industrieholz und Energiesortimente verwertet werden. Beim Laubholz waren es hingegen zwei Drittel Energieholz und weniger als ein Sechstel sägefähiges Nutzholz. Während sich im Laufe der Jahre bei Nadelholz die relativen Anteile von Säge- und Industrieholz nur unwesentlich veränderten, nahm der Anteil des Schwachholzes zugunsten des Energieholzes etwas ab. Beim Laubholz war die Veränderung hingegen sehr deutlich: Die Anteile von Säge- und Industrieholz verringerten sich von 41 % auf 28 %, und der Energieholzanteil nahm entsprechend zu. Derzeit sind zwei Drittel der Laubholzernte Energieholz, etwa ein Sechstel Industrie-

holz und weniger als ein Sechstel Sägeholz, obwohl die Ausformung von deutlich mehr Sägeholz (theoretisch) möglich wäre. Derzeit besteht jedoch wenig Nachfrage nach sägefähigem Laubholz.

Biomassenutzung und Nährstoffentzüge

Der zunehmende Bedarf an energetisch nutzbarer Biomasse erzeugt heute wieder Nachfrage nach Sortimenten, die in jüngerer Vergangenheit im Wald verblieben sind und damit wieder dem Nährstoffkreislauf zugute kamen. Daraus ergeben sich Fragen nach der Nachhaltigkeit, im Besonderen der Nährstoffnachhaltigkeit.

Der über Jahrzehnte beobachtete Fichten-Pflanzweitereversuch am Hauersteig (Abb. 6) ermöglichte eine mengenmäßige Aufgliederung der kontinuierlich aufgezeichneten Nutzungen. Außerdem konnten für den Holz-, Rinden- und Kronenanteil die Gehalte an Hauptnährstoffen geschätzt werden. Im Zuge der frühen Eingriffe (Stammzahlreduktionen) wurden zwar viele Stämme entnommen, wegen ihrer schwachen Dimension erbrachten diese in Summe aber nur 4 % der über das gesamte Bestandesleben produzierten Biomasse. Rund

Gehalte an bei Holzerntemaßnahmen entzogenen Hauptnährstoffen

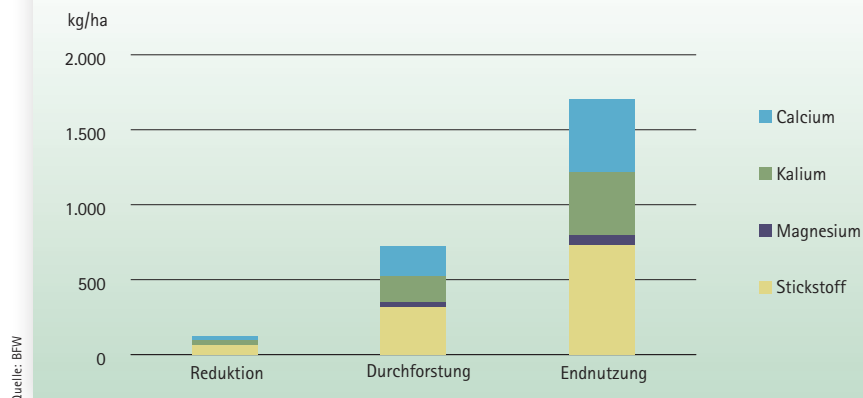


Abb. 6: Nährstoffgehalte in den jeweils angefallenen Aushiebsmassen des Fichten-Pflanzweitereversuchs am Hauersteig

26 % entfielen auf die damals häufigen, aber schwachen Durchforstungseingriffe. Mit 70 % wurde der überwiegende Anteil der Gesamtbiomasse im Zuge der Endnutzung entnommen. Bemerkenswert ist, dass das bei der Endnutzung anfallende Kronenmaterial (Nadeln und Äste) mengenmäßig mehr als das Doppelte ausmachte als die gesamte Biomasse aus allen Stammzahlreduktionen zusammen.

Analog sind die Nährstoffentzüge bei einer Vollbaumnutzung im Rahmen von Stammzahlreduktionen sehr gering, während die Nutzung des Kronenmaterials bei der Endnutzung deutliche Nährstoffentzüge bewirkt. Zumindest teilweise werden diese Entzüge jedoch durch atmosphärische Einträge kompensiert. So würde der hier ermittelte Entzug von 1.100 Kilogramm Stickstoff pro Hektar (bei 100 % Vollbaumnutzung über die gesamte Umtriebszeit) mit jährlichen Depositionseinträgen von 10 Kilogramm pro Hektar weitgehend wettgemacht.

Energie einsparen

Die Produktion von Biomasse aus dem Wald ist nicht beliebig vermehrbar, und die Menge an Sägerestholz ist von der Menge des eingeschnittenen Holzes abhängig. Für die

Versorgung der Holz verarbeitenden Industrie in Österreich und das damit unmittelbar verbundene Aufkommen von Restholz sind umfangreiche Rohholzimporte notwendig. Zunehmende Bedürfnisse für energetische Nutzung können durch Kurzumtriebsflächen nur äußerst beschränkt und zulasten der traditionellen landwirtschaftlichen Produktionsfläche befriedigt werden.

Viel bedeutsamer wird sein, dass die österreichische Forstwirtschaft alle Quellen zur Holzproduktion ausschöpft und alle Möglichkeiten der Holzmobilisierung nutzt. Mögliche Konfliktsituationen in Hinsicht auf die produzierten Holzsortimente mit anderen Zielsetzungen und/oder Interessensgruppen sollten durch klare Vorgaben der Politik entschärft werden. Eine effiziente Energiepolitik darf sich nicht nur auf die Substitution durch erneuerbare Energiequellen beschränken, sondern muss auch die Energieeinsparung auf allen Ebenen forcieren.

Dr. Markus Neumann
 Leiter Institut für Waldwachstum und Waldbau,
 Bundesforschungszentrum für Wald,
 markus.neumann@bfw.gv.at



Verteilung des Holzeinschlags auf Sortimente bei Nadelholz und Laubholz

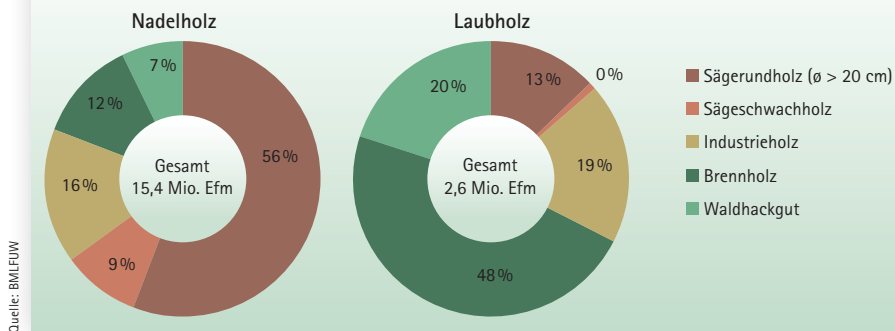


Abb. 5: Während aus Nadelbäumen überwiegend Sägeholz geformt wird, werden mehr als zwei Drittel der Laubholzernte zu Energieholzsortimenten.