

Produktivität der Wälder

Die Kohlenstoffinventur 2017 liefert nicht nur Zahlen zum Kohlenstoff, der in Wäldern oder Holz gebunden wurde, sondern auch aktuelle Ergebnisse zur Leistung der Wälder bezüglich der Holzproduktion. Trotz der gegenüber der BWI 2012 deutlich geringeren Stichprobendichte, können einige Kennzahlen für Baumarten und Altersklassen zum Zustand 2017 und zur Entwicklung in der Periode 2012 bis 2017 vorgestellt werden. Sie bestätigen größtenteils die Trends der letzten Jahre. Sie beinhalten jedoch nicht die Schadereignisse der letzten zwei Jahre.

Petra Hennig, Sebastian Schnell, Thomas Riedel

Für einen Vergleich von Baumarten hinsichtlich Fläche und Produktivität, werden die realen Bestände (Mischbestände) in Deutschland analog Ertragstafeln ideell in „rechnerische Reinbestände“ zerlegt. Dazu werden alle gleichaltrigen Buchen, Fichten, Eichen etc. des Hauptbestandes sortiert und virtuell nebeneinander geschoben. Bäume des Nebenbestandes bleiben unberücksichtigt. Die dann eingenommene Fläche einer Baumart und Altersklasse ist die (ideelle) Fläche eines rechnerischen Reinbestandes. Die Zerlegung der begehbaren bestockten Holzbodenfläche in Reinbestandsflächen erfolgt über die Standflächenanteile der Bäume [1, 3]. Hektarbezogene Kennzahlen

Schneller Überblick

- Die Flächen der zuwachsstärksten Altersklassen 21 bis 60 Jahre sanken gegenüber 2012 um 7 %, die Flächen mit Bäumen älter als 120 Jahre stiegen um 12 %. Das hat zu einem Rückgang des Zuwachses von 11,3 auf 10,7 Vfm/ha/a beigetragen
- Die Fläche der Laubbäume ist um 2 % gewachsen, der Laubbaumanteil ist um 0,4 %-Punkte auf 45 % gestiegen
- Die Nadelbäume leisteten je Hektar und Jahr mehr als Laubbäume: Zuwachs 1,6-fach, Nutzung 2,2-fach, CO₂-Absorption 1,2-fach
- Das Älterwerden der Wälder führt zu einer Abnahme der Holzzuwächse, genauso wie der Umbau von Nadel- zu Laubbäumen. Mit der Abnahme des Zuwachses der Bäume wird auch weniger CO₂ aus der Atmosphäre absorbiert

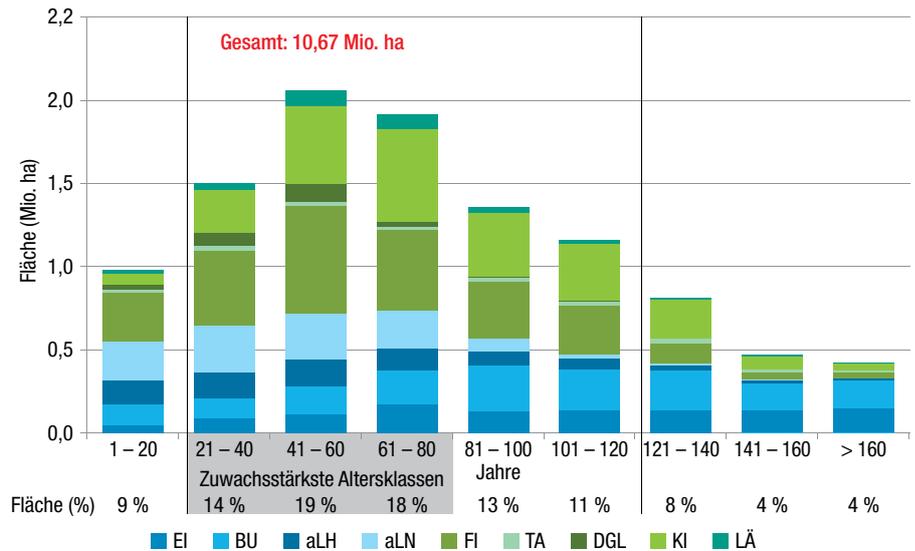


Abb. 1: Fläche der Altersklassen und Baumartengruppen

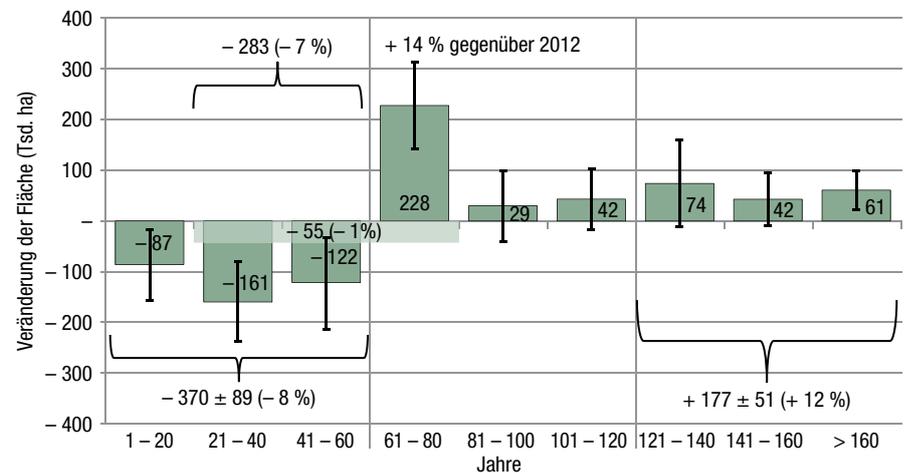


Abb. 2: Veränderung der Flächen nach Altersklassen (mit 95 %-igen Vertrauensintervallen)

von rechnerischen Reinbeständen beziehen sich auf deren ideale Standfläche der Baumart (Tab. 1) und/oder Altersklasse. Bei realen Beständen hingegen beziehen sich auf die Holzbodenfläche [3, 4].

In diesem Artikel werden Ergebnisse für rechnerische Reinbestände vorgestellt. Sie berücksichtigen keine Unterschiede bezüglich Region, Standort, Wetter bzw. Klima, Bestandesdichte oder Baumartenmischung

in realen Beständen. Die Periodenwerte für 2012 bis 2017 basieren auf der Schnittfläche des begehbaren vergleichbaren Holzbodens.

Weniger Flächen zuwachsstärkiger Altersklassen

Die Flächen der Altersklassen waren 2017 ungleich verteilt. 16 % der bestockten Fläche waren älter als 120 Jahre (Abb. 1). Bis 20 und ab 121 Jahren dominierten

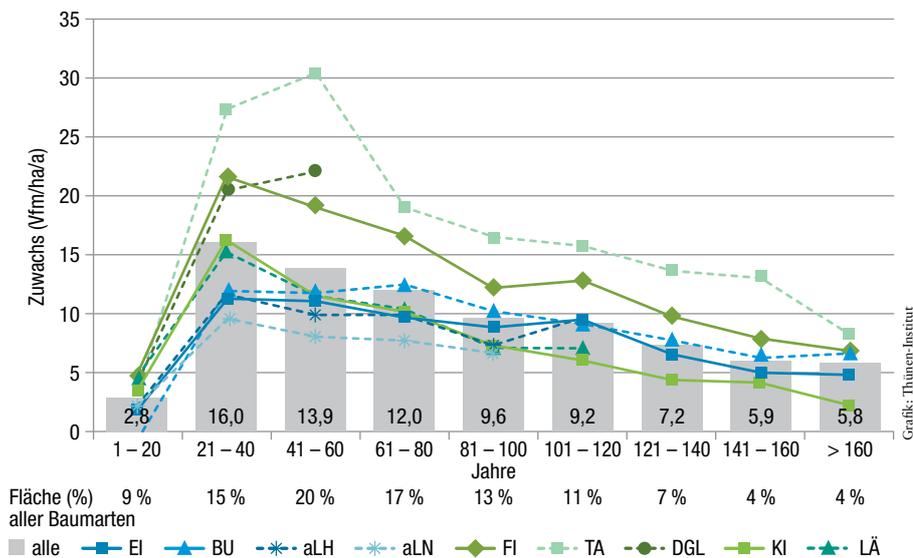


Abb. 3: Laufender Holzzuwachs der Baumarten nach Altersklassen (Kurven wurden abgeschnitten, wenn weniger als 20 Stichprobeneinheiten in den Klassen vorlagen)

die Laubbäume, dazwischen die Nadelbäume. In Altersklassen ab 121 Jahren hatten Buche (34 %), Eiche (25 %) und Kiefer (21 %) die höchsten Flächenanteile. Mehr als die Hälfte der Flächen (51 %) gehörte den Altersklassen II bis IV (41 bis

80 Jahre) an, wobei es weniger Fläche in der Altersklasse II als in der Altersklasse IV gab. Das sind die Zuwachsstärksten Altersklassen. Bäume dieser Altersklassen absorbieren auch das meiste CO₂ aus der Atmosphäre. Das Flächenverhältnis von

Nadelbäumen zu Laubbäumen war in den Altersklassen II bis IV 62 % zu 38 %. In ihnen dominierten Fichte mit 29 %, Kiefer mit 24 % und aLN mit 14 %.

Die intensiven Nachkriegsaufforstungen waren 2017 fünfzig bis siebzig Jahre alt. Sie werden in den nächsten 10 bis 30 Jahren in die zuwachsschwächeren Altersklassen V bzw. VI (81 bis 120 Jahre) wandern. Da die Flächen der Altersklassen I und II kleiner waren als die der Altersklasse III und IV, können parallel dazu nicht genauso viele Flächen in die Altersklassen III und IV einwachsen wie auswachsen. Das wird höchstwahrscheinlich zu einem weiteren Rückgang des Zuwachses führen.

Abb. 2 zeigt den Beginn dieser Entwicklung sowie die Fortsetzung der Trends der Vorgängerperioden: Die Flächen bis 60 Jahre wurden kleiner. Sie sind allein in der letzten Periode um 8 % zurückgegangen. Ebenso im Trend: Die Flächen mit Bäumen älter als 120 Jahre haben um 12 % zugenommen. Die größte Flächenzunahme gab es in der Altersklasse IV, einer zuwachskräftigen Altersklasse, die von der

Zielmerkmal	Einheit	Eiche	Buche	andere Lb hoher Lebensdauer	andere Lb niedriger Lebensdauer	alle Laubbäume	Fichte	Tanne	Douglasie	Kiefer	Lärche	alle Nadelbäume	alle Baumarten
		EI	BU	aLH	aLN	alle Lb	FI	TA	DGL	Kiefer	Lärche	alle Nb	alle
Fläche	[ha]	1.116.557	1.721.159	791.196	1.139.257	4.768.169	2.700.828	197.303	259.354	2.442.300	300.436	5.900.222	10.668.391
	SE95 ±	79.377	120.748	64.659	82.011	204.233	156.339	34.766	42.809	165.745	38.210	254.045	340.705
Flächenanteil	[%]	10	16	7	11	45	25	2	2	23	3	55	100
Flächenanteil der Aikl. II-IV in der Baumartenfläche	[%]	34	29	56	69	44	59	34	84	53	69	57	51
	[m ³ /ha]	326	357	250	203	295	440	493	365	333	354	390	348
Holzzuwachs Vfm	[m ³ /ha/a]	8,0	8,8	8,4	6,9	8,1	15,2	16,5	19,1	9,2	10,6	12,7	10,7
	SE95 ±	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,5	1,8	1,6	0,4	0,9	0,3	0,2
Holzabgang Vfm	[m ³ /ha/a]	3,7	6,7	5,5	4,6	5,3	13,0	7,2	7,3	7,8	8,4	10,2	8,0
	SE95 ±	0,5	0,9	1,1	0,7	0,4	1,2	2,3	2,1	0,7	1,8	0,7	0,4
Holznutzung Efm	[m ³ /ha/a]	2,1	5,2	3,2	2,0	3,4	9,9	5,1	5,0	5,2	5,5	7,4	5,6
	SE95 ±	0,4	0,7	0,7	0,4	0,3	1,0	1,8	1,5	0,5	1,3	0,5	0,3
Veränderung Fläche	[m ³ /ha/a]	56.126	40.638	17.332	-24.306	89.789	-11.386	26.656	29.571	-31.956	3.033	15.918	105.707
	SE95 ±	21.969	27.733	28.605	32.105	45.411	36.204	12.605	14.649	27.036	12.327	44.190	35.356
Veränderung Holzvorrat Vfm	[1000 m ³]	32.094	21.526	8.819	13.276	75.715	39.086	10.424	16.865	19.003	4.314	89.691	165.407
	SE95 ±	6.875	12.074	6.459	6.454	17.775	21.043	4.320	4.963	11.753	4.167	26.015	32.513
	[m ³ /ha]	13	4	6	16	11	16	-17	26	12	11	14	12
Absorbiertes CO ₂ (Photosynthese)	[t/ha/a]	11,1	11,9	11,8	5,9	10,3	14,2	15,2	18,1	9,1	10,5	12,1	11,3
	SE95 ±	0,5	0,7	0,7	0,3	0,3	0,4	1,5	1,4	0,3	0,8	0,3	0,2

Tab. 1: Kennzahlen inkl. 95 %-iger Vertrauensintervalle (SE95±) für rechnerische Reinbestände

Flächenabnahme der Altersklasse III profitierte. Die Flächenabgaben von den noch zuwachsstärkeren Altersklassen II+III waren größer als die Flächenzunahme der Altersklasse IV. Das war ein Grund für den Beginn der Zuwachsabnahme.

Laubbaumfläche hat zugenommen, aber erst ab 61 Jahren

Bis zum Alter von 60 Jahren sind Flächen fast aller Baumarten, insbesondere der Kiefer (184 Tsd. ha) und Fichte (82 Tsd. ha), zurückgegangen. Nur die Flächen der Tanne und der Douglasie haben zugenommen. Ab dem Alter von 61 Jahren haben alle Baumarten Flächen gewonnen, Nadelbäume mehr als Laubbäume. Sowohl Laub- als auch Nadelbäume hatten die höheren relativen Flächenzunahmen ab 121 Jahren. Da die Flächenzunahme bei den Laubbäumen ab 61 Jahren größer war als deren Flächenabnahme bis 60 Jahre, hat die Laubbaumfläche um 2 % gegenüber 2012 zugenommen. Die Nadelbaumfläche blieb unverändert. Dadurch haben sich die Laubbaumflächenanteile um 0,4 %-Punkte auf 45 % erhöht.

Hektar-Zuwachs gesunken, am stärksten bei Buche

Aus der Ertragskunde ist bekannt, dass der laufende Hektar-Zuwachs in der II. Altersklasse am höchsten ist und in höheren Altersklassen abfällt. Das zeigen auch die Ergebnisse der Kohlenstoffinventur. In der Periode 2012 bis 2017 lagen die Holzzuwächse in den flächengrößten Altersklassen II bis IV bei 16, 14 und 12 Vfm/ha/a. Danach sanken sie unter 10 Vfm/ha/a (Abb. 3, grau zurückgesetzte Balken). In den jeweiligen Altersklassen gab es allerdings große Unterschiede zwischen den laufenden Hektar-Zuwächsen der Baumarten. Die Zuwächse der einzelnen Baumarten sind in Abb. 3 als Linien über den grauen Balken abgetragen, wobei die durchgezogenen Linien die Hauptwirtschaftsbaumarten und die gestrichelten Linien Baumarten mit geringen Flächenanteilen darstellen. Die Brotbaumart Fichte wies eine sehr hohe Zuwachsleistung auf. Sie lag in den Altersklassen 21 bis 80 Jahre etwa ein Drittel über denen der Laubbäume und sank erst ab 121 Jahre unter 10 Vfm/ha/a. Der Zuwachs der Laubbaumarten lag schon ab 81 Jahren unter 10 Vfm/ha/a. Tanne und Douglasie leis-

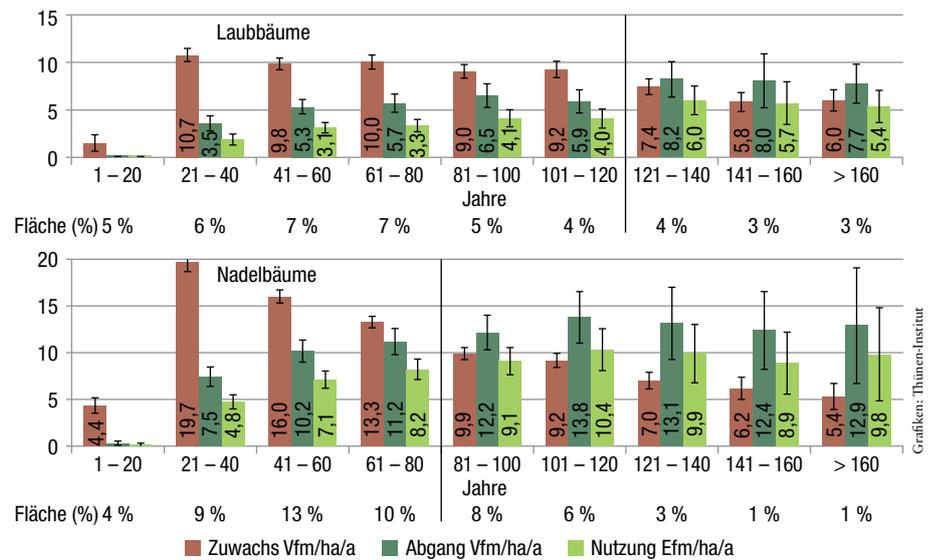


Abb. 4 Gegenüberstellung von laufendem Zuwachs, Abgang und Nutzung je Hektar nach Altersklassen (mit 95 %-igen Vertrauensintervallen)

teten noch mehr Hektar-Zuwachs als die Fichte. Der Zuwachs der Kiefer lag in der II. Altersklasse noch über dem Zuwachs aller Laubbaumarten; er fiel aber ab Altersklasse IV unter den der Buche und ab Altersklasse V unter den aller Laubbäume. Das Altern der Bestände, also die Veränderung der Flächen hin zu zuwachsschwächeren Altersklassen, führt zu einer Abnahme der Holzzuwächse genauso wie der Umbau von Nadel- zu Laubbäumen. Mit der Abnahme des Zuwachses der Bäume wird auch weniger CO₂ aus der Atmosphäre absorbiert. Je mehr Kohlenstoff im Holz gebunden wird, desto größer werden die Chancen, Kohlenstoff längerfristig in der Nutzungskette zu binden und andere Rohstoffe zu substituieren.

Aus der Kombination von Zuwachseleistung und Altersklassenverteilung ergab sich 2012 bis 2017 folgende Rangfolge der Baumarten bezüglich des laufenden Hektar-Zuwachses: Douglasie, Tanne, Fichte, Lärche, Kiefer, Buche, aLH, Eiche und aLN (Tab. 1). Seit 2017 liegen die Hektar-Zuwächse aller Laubbaumarten unter denen der Nadelbaumarten. Zuvor wies die Buche einen höheren Hektar-Zuwachs auf als die Kiefer. Der Flächenanteil der zuwachskräftigen Altersklassen II bis IV zur Periodenmitte war bei Fichte und Kiefer mehr als die Hälfte und bei Eiche, Buche und Tanne nur ca. ein Drittel (Tab. 1). Der auffällig hohe Zuwachs der Douglasie basierte u. a. auf ihrem besonders hohen Flächenanteil im Alter 21 bis 60 Jahre. Deshalb lag der Zuwachs der Tanne insgesamt unter dem der Douglasie, obwohl

dieser in den ersten Altersklassen über dem der Douglasie lag. Der Zuwachs der Nadelbäume war mit 12,7 Vfm/ha/a 1,6-mal höher als der von Laubbäumen mit 8,1 Vfm/ha/a.

Bei den meisten Baumartengruppen ist der Zuwachs je Hektar Baumartenfläche gesunken (Ausnahme Tanne und aLN). Wie schon oben ausgeführt, lag ein Grund im Älterwerden der Wälder. Am stärksten hat der Zuwachs bei der Buche von 10,2 auf 8,8 Vfm/ha/a (-13 %) abgenommen. Lediglich bei aLN (+6 %) waren geringe Zuwachssteigerungen je Hektar Baumartenfläche zu verzeichnen. Die Hektar-Zuwächse der Laubbäume sind stärker gefallen (-8 %) als die der Nadelbäume (-3 %). Der laufende Holzzuwachs des Hauptbestandes insgesamt ist von 11,3 auf 10,7 Vfm/ha/a gesunken. Er wurde um 0,2 Vfm/ha/a vom Nebenbestand komplettiert.

Gegenüberstellung von Zuwachs, Abgang und Nutzung

Die Nutzung der Nadelbäume war mit 7,4 Vfm/ha/a mehr als doppelt so hoch als die der Laubbäume mit 3,4 Vfm/ha/a. Abb. 4 zeigt nicht nur, dass der laufende Hektar-Zuwachs der Nadelbäume bis 100 Jahre – Abgang und Nutzung pro Hektar sogar in allen Altersklassen – größer waren als der der Laubbäume, sondern auch, dass die Endnutzungsphase der Bestände viel früher begann (Abgang größer als Zuwachs). Bei Nadelbäumen war der Abgang bereits ab Altersklasse V (81 bis 100 Jahre) höher als der Zuwachs, bei Laubbäumen (Eiche, Buche) erst ab Altersklasse VII (ab

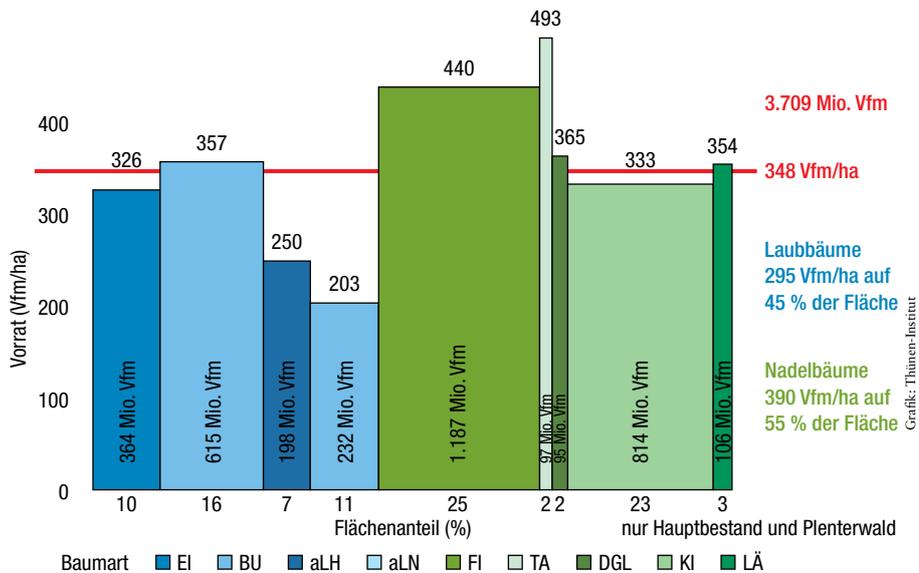


Abb. 5: Holzvorräte der Baumarten 2017

121 Jahre). Die anderen Laubbaumarten (aLH, aLN) wurden wie die Nadelbäume ab 81 Jahren stärker genutzt als sie zugewachsen sind. Die jährliche Hektar-Nutzung der Nadelbäume war schon ab Alter 41 höher als die der Laubbäume ab 121 Jahre. Der Abgang war bei allen Baumarten geringer als der Zuwachs, was zu einer Vorratsanreicherung geführt hat.

Hektar-Vorräte der Nadelbäume ein Drittel höher als die der Laubbäume

In Abb. 5 sind die Vorräte je Hektar Baumartenfläche grafisch dargestellt. Die Spaltenbreite symbolisiert die zugrunde liegende Fläche der Baumart (hier mit dem Flächenanteil an der begehbaren bestockten Holzbodenfläche in % beschriftet), die Balkenhöhe den Hektar-Vorrat (Vfm/ha) auf dieser Fläche und der Flächeninhalt der Balken die Vorratsmenge (Vfm). Die Tanne wies mit 493 Vfm/ha den höchsten Vorrat auf. Sie stand aber nur auf einer sehr kleinen Fläche (2 %) und trug deshalb zum Gesamtvorrat nur 97 Mio. Vfm bei. Der Vorrat der Kiefer war um ein Drittel geringer als der der Tanne. Die Kiefer stand aber auf einer zwölftmal so großen Fläche wie die

Tanne. Kiefern trugen somit mehr, nämlich achtmal so viel wie die Tanne, zum Gesamtvorrat bei. Die Fichte hatte mit 440 Vfm/ha den zweithöchsten Hektar-Vorrat und stand auf der größten Fläche (25 %). Deshalb trug sie am meisten zum Vorrat bei (1.187 Mio. Vfm). Die Douglasie hat die Lärche im Hektar-Vorrat überholt.

Nadelbäume hatten mit 390 Vfm/ha einen um ein Drittel höheren Hektar-Vorrat als Laubbäume mit 295 Vfm/ha. Die Buche war die einzige Laubbaumart mit höherem Hektar-Vorrat als die schwächsten Nadelbaumarten Kiefer und Lärche. Da die Nadelbäume die 1,2-fache Fläche der Laubbäume einnahmen und gleichzeitig den 1,3-fachen Hektar-Vorrat der Laubbäume aufwiesen, erreichten die Nadelbaumvorräte das 1,6-fache der Laubbaumvorräte. Im Mittel waren die Hektar-Vorräte des Hauptbestandes 348 Vfm/ha. Der Wert lag unter der Summe 358 Vfm je Hektar Holzboden, weil Bäume des Nebenbestandes nicht berücksichtigt wurden. Der Nebenbestand steuerte 4 % zum Holzvorrat, also 200 Mio. Vfm bzw. 10 Vfm je Hektar Holzboden, bei.

Die Hektar-Vorräte aller Baumartengruppen, außer bei Tanne, sind gestiegen (Tab. 1). Durchschnittlich sind sowohl die Laub- als auch die Nadelbaum-Hektar-Vorräte um +4 % gegenüber 2012 gewachsen. Die höchsten Zunahmen der Hektar-Vorräte wiesen Douglasie (+8 %) und aLN (+9 %) auf. Der Zuwachs der Douglasie wurde weniger als bei allen anderen Baumarten abgeschöpft. Bei aLN hat der Zuwachs etwas stärker zugenommen als der

Abgang. Die geringste Steigerung wurde bei der Buche beobachtet. Die Hektar-Vorratsanreicherungen waren überwiegend das Ergebnis der verringerten Nutzungen. Bei Buche ließ der Zuwachs mehr nach als bei anderen Baumarten, deshalb ist die Vorratsanreicherung geringer.

Fazit

Wenn angestrebt wird, viel Holz zu produzieren und dabei viel CO₂ der Atmosphäre zu entziehen, sind hohe Holzzuwächse unerlässlich. Die höchsten Holzzuwächse finden in den Altersklassen II bis IV statt. Um eine hohe Flächenausstattung in diesen Altersklassen zu erhalten, müssen Flächen älterer Bäume bei gleichzeitiger Förderung der Verjüngung stärker genutzt werden.

Die Kennzahlen für die rechnerischen Reinbestände zeigen, dass die Baumarten bezüglich Holzleistung und Holznachfrage sehr unterschiedlich sind. Nadelbäume, insbesondere Fichte, Tanne und Douglasie, haben gerade in den Altersklassen II bis IV deutlich höhere Holzzuwächse als Laubbäume. Sie produzieren in viel kürzerer Zeit Holz, das derzeit auf dem Markt gefragt ist und der Nutzungskette für die längerfristige Bindung und Substitution anderer Rohstoffe übergeben werden kann. Die Abschöpfung des Zuwachses lag deutlich unter 100 % [4] und zeigt, dass mehr Holz in Deutschland genutzt werden könnte. Die Vorteile der Nadelbäume bezüglich ihrer Holzproduktivität sollten trotz aller Probleme hinsichtlich der geringeren Naturnähe, der Gefährdung durch Stürme, Schädlinge und den Klimawandel genutzt werden. Durch standortgerechte Bewirtschaftung und waldbauliche Maßnahmen können Nachteile reduziert werden. Die Intensivierung waldbaulicher Maßnahmen erfordert jedoch zusätzliche Ressourcen.

Weitere Ergebnisse finden Sie unter <https://bwi.info/?inv=THG2017> (Schlagworte: „Rechnerischer Reinbestand“ oder „ideell“).

Literaturhinweise:

- [1] RIEDEL, T.; HENNIG, P.; KROHNER, F.; POLLEY, H.; SCHMITZ, F.; SCHWITZGEBEL, F. (2017): Die dritte Bundeswaldinventur: BWI 2012; Inventur- und Auswertungsmethoden. Berlin: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 115 p. [2] SCHWITZGEBEL, F.; RIEDEL, T. (2019): Die Kohlenstoffinventur 2017 – Methodik, Durchführung, Kosten. AFZ-DerWald, 14/2019 S. 19-21. [3] RIEDEL, T., HENNIG, P. (2019): Wald- und Holzbodenfläche unverändert. AFZ-DerWald, 14/2019 S. 22-23. [4] HENNIG, P.; SCHNELL, S.; RIEDEL, T. (2019): Rohstoffquelle Wald – Holzvorrat auf neuem Rekord. AFZ-DerWald, 14/2019 S. 24-27.

Petra Hennig,
petra.hennig@thuenen.de,
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Thünen-Institut für Waldökosysteme mit den Arbeitsschwerpunkten Datenmanagement, Methodenentwicklung und Auswertung der Bundeswaldinventur. Dr. Sebastian Schnell ist wissenschaftliche Mitarbeiter im Thünen-Institut für Waldökosysteme mit den Arbeitsschwerpunkten statistisches Design und Auswertung. Dr. Thomas Riedel ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Thünen-Institut für Waldökosysteme, Arbeitsbereich Walddressourcen und Klimaschutz. Er leitet und koordiniert den Fachbereich Bundeswaldinventur.

