

## Eine Kultur- und Wirtschaftsgeschichte

# Die Buche

E.-D. SCHULZE | D. HESSENMÖLLER | C. SEELE | J. WÄLDCHEN | N. VON LÜPKE



Die deutsche Biodiversitätsstrategie sieht eine Ausweitung von Schutzgebieten in Wäldern vor. Vor allem Buchenwälder sollen als Welt-naturerbe der UNESCO einer natürlichen Entwicklung überlassen werden. Aber gibt es überhaupt „natürliche“ Buchenwälder? Die Baumart ist eng an die Entwicklung und Wirtschaft des Menschen gekoppelt – und damit ist die Buche zur Zeit weniger gefährdet als Ahorn, Esche, Eiche und andere Begleitbaumarten.

Ziel nicht erreichbar, und die Buche würde als Wirtschaftsbaumart ausfallen. Im Folgenden möchten wir diese Situation anhand der parallelen Entwicklung von menschlicher Wirtschaft und der Verbreitung der Buche untersuchen.

### Zur Ökologie der Buche

Die Buche ist die dominierende Baumart der sommergrünen Wälder Mitteleuropas. Sie hat spitz-eiförmige Blätter, die unauffälligen Blüten sind windbestäubend. Die ölhaltigen Früchte sind dreikantige Nüsschen (Bucheckern). Die Rinde ist glatt und silbergrau, erst im Alter entsteht eine raue Borke. Die Wur-

Die nationale Strategie der Bundesregierung zur Erhaltung der biologischen Vielfalt [2] sieht vor, dass 5% der Waldfläche bis 2020 unter Schutz gestellt werden sollen. Dieser Anteil wäre verteilt über alle Baumarten und Standorte sicher sinnvoll und umsetzbar. Anscheinend soll sich der Schutzstatus aber auf den Buchenwald konzentrieren, wobei vor allem an den Schutz von Altbeständen (>150 Jahre) gedacht ist [6]. Deutschland fühlt sich im Sinne des Artenschutzes für die Buche „verantwortlich“ und beantragt bei der UNESCO die Anerkennung der Buchenwälder als Welt-naturerbe.

Unabhängig von diesen Bemühungen, dem Arten-schwund in Deutschland Einhalt zu gebieten, ist Buchen-holz ein wichtiges Wirtschaftsprodukt, Ausgangsmaterial für eine Vielzahl von Gebrauchsgegenständen und ein wichtiger Energieträger. Sofern sich die 5%-Strategie der Bundesregierung auf die Buche konzentriert, entsteht der „klassische“ Konflikt zwischen Schutz und Nutzung, denn nur noch 15% der Waldfläche Deutschlands sind Buchenwald. Auch wenn man alle Altbestände (>120-jährig) unter Schutz stellt, wäre das 5%

zel ist mäßig tiefgründig. Die Buchen haben im Bestand lange, gerade Stämme, die höher werden als die der Begleitbaumarten. Das harte rötliche Holz (daher der Name Rotbuche) ist zerstreutporig mit feinen Gefäßen und auffälligen Markstrahlen.

Die Gattung Buche, mit ältesten Fossilnachweisen aus dem mittleren Eozän (vor etwa 40 Millionen Jahren) im westlichen Nordamerika und Ostasien, wanderte im Oligozän (vor circa 30 Millionen Jahren) über Südsibirien bis Europa (*Fagus castanifolia*). Die Art spaltete sich im Pleistozän (vor circa 2 Millionen Jahren) in mehrere neue Arten auf. Es entstand die Rotbuche (*Fagus sylvatica*). [14]. Die heimische Buche ist damit ein relativ junger Neoeindringling der Zwischeneiszeiten, der nach der letzten Eiszeit aus einem Refugium in Slowenien das nacheiszeitliche Mitteleuropa kolonisierte. Das heutige Verbreitungsgebiet der Buche ist deutlich kleiner als das der begleitenden Laubbaumarten aus *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Quercus*, *Ulmus*, und *Sorbus* (Abbildung 1).

Die Konkurrenzkraft der Buche wird oft mit ihrer Schattentoleranz begründet. Vergleichende Untersu-

chungen zeigen aber, dass im Jugendstadium Ahorn, Esche, Ulme und Linde der Buche auch im Schatten ebenbürtig, beziehungsweise überlegen sind (Abbildung 2a). In frühen Altersstufen erreichen Ahorn und Esche eine Höhe, die vergleichbar und größer ist, als die der Buche. Noch im mittleren Alter ist das Höhenwachstum der Buche niedriger als bei Begleitbaumarten (Abbildung 2b). Nur die Eiche hat ein langsames Wachstum. Die Buche entfaltet ihre Konkurrenz-kraft erst im Alter mit einem fast gleichbleibenden Höhenwachstum. Die Buche vermag zusätzlich starke Seitenäste auszubilden und schließt damit Bestandes-lücken besser als andere Baumarten. Die Buche erreicht in der Slowakei Baumhöhen von 56 m Höhe und im Hainich fast 47 m (Tabelle 1). Nur die Esche konkurriert dann noch mit der Buche. Der höchste Ahorn wird um 5 m und die höchste Kirsche um 15 m von der Buche übergipfelt.

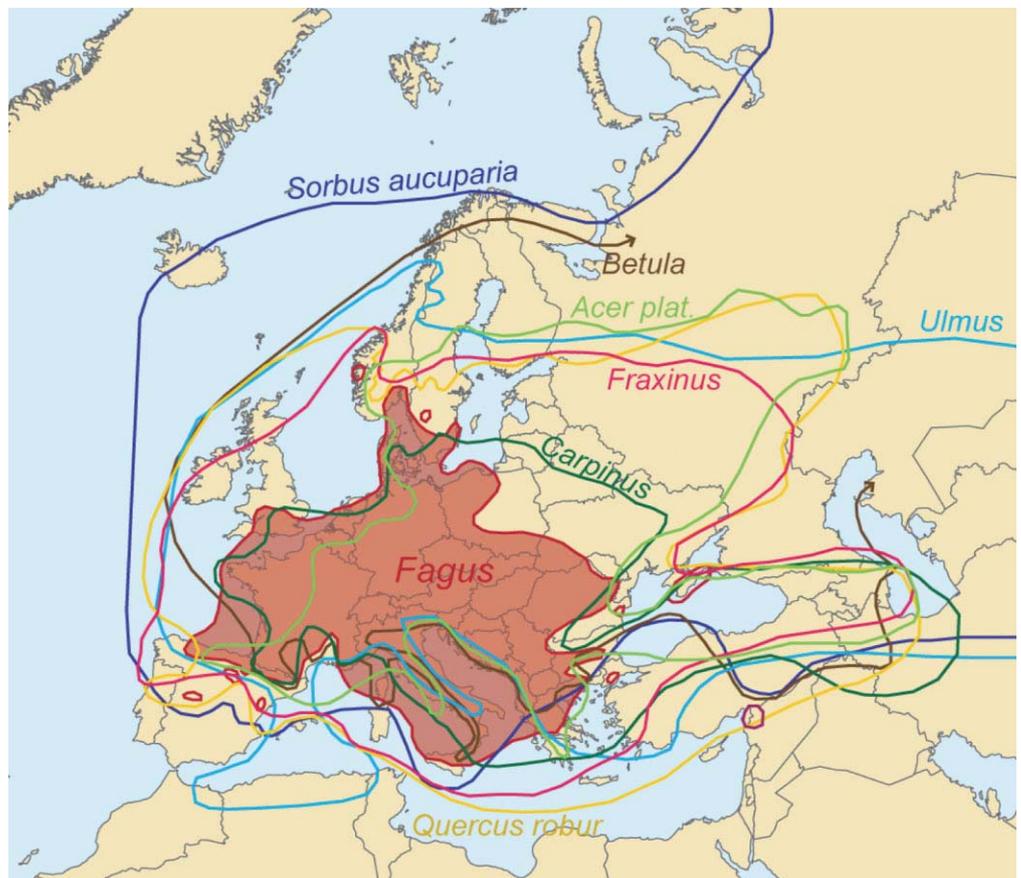
Die Beobachtung gilt für Kalkstandorte, wo die so genannten Edellaubhölzer (Ahorn, Esche, Linde, Kirsche) mit der Buche im Wettbewerb stehen. Auf saurem Substrat und auf montanen Standorten sind es Zitterpappel, Gemeine Birke und Vogelbeere, die mit der Buche konkurrieren. Bis auf die Vogelbeere benötigen diese Baumarten mehr Licht als die Buche. Daher ist auf saurem Substrat die Buche im Schatten des herrschenden Kronendaches den Mitbewerbern meist überlegen [14].

## Die Nutzung der Laubwälder in der Vergangenheit und Gegenwart

Die wirtschaftliche Nutzung der Buche durch den Menschen hing von den Besitzverhältnissen, den Werkzeugen und Transportmöglichkeiten und letztlich von den maschinellen Möglichkeiten zur Weiterverarbeitung ab.

### Waldweide

Seit der späten Steinzeit (vor 4000 bis 6000 Jahren) wurde der Wald zunehmend als Waldweide genutzt (Abbildung 3). Dazu gehörte das Abschneiden von Blättern und jungen Trieben (das Schneiteln) von Ulme, Esche und Vogelbeere (nicht aber von Buche) zum Gewinn von Laubheu. Der Einfluss der Waldweide auf den Wald hing von Vieh-art, Ernährungszustand und Herdengröße ab (siehe auch Kas-ten auf Seite 175). Buchentriebe wurden im Gegensatz zu den Edellaubhölzern von Haustieren nur geschädigt, wenn es nichts anderes zu fressen gab. Waldweide mit verschiedenen Tierarten führte zu einer parkartigen, of-fenen Waldlandschaft [13] mit Wiesen und Waldinseln, die von einem Kranz dorniger Büsche (Schlehe, Weiß-dorn) ummantelt waren (Abbildung 4). Die Regenera-tion der Waldbaumarten erfolgte im Schutz der Dorn-büsche, dies gilt insbesondere für die Stiel- und Trau-ben-Eiche. Schon von Carlowitz [3] weist auf das Problem der Weidenutzung hin, sofern die Holznutzung das primäre Ziel der Forstwirtschaft sei (Seite 247 §7)



**ABB. 1** Die Verbreitung der Buche (*Fagus sylvatica*) und der Begleitbaumarten Hainbuche (*Carpinus betulus*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Ulme (*Ulmus glabra*), Eiche (*Quercus robur*), Spitzahorn (*Acer platanoides*), Birke (*Betula verucosa*) und der Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*).



„Die Gebau (Anmerkung: die Schlagflächen) sollen auch mit keinem Vieh betrieben werden, und wo das Holz verbissen, soll es wieder abtreiben, denn das verbissene wächst noch einmal so langsam als unverbissene“. Daraus leitet Grebe [4] eine Schonzeit für den Wald ab: für Eiche, Esche, Ahorn und Tanne von 20 bis 40 Jahren. Im ►Mittelwald, wenn Kernwüchse zu schonen sind, von 10 bis 15 Jahren, im ►Niederwald von 6 bis 10 Jahren.

In der Vergangenheit hat somit die Waldweide das geschlossene Kronendach des Waldes aufgelöst und die Verbreitung von dornigen Sträuchern und frühen Sukzessionsarten gefördert. Die Waldweiderechte wurden erst im 20. Jahrhundert abgelöst, als die Viehwirtschaft durch Düngung des Grünlandes intensiviert wurde. Waldweide findet man heute nur noch gelegentlich in den Alpen.

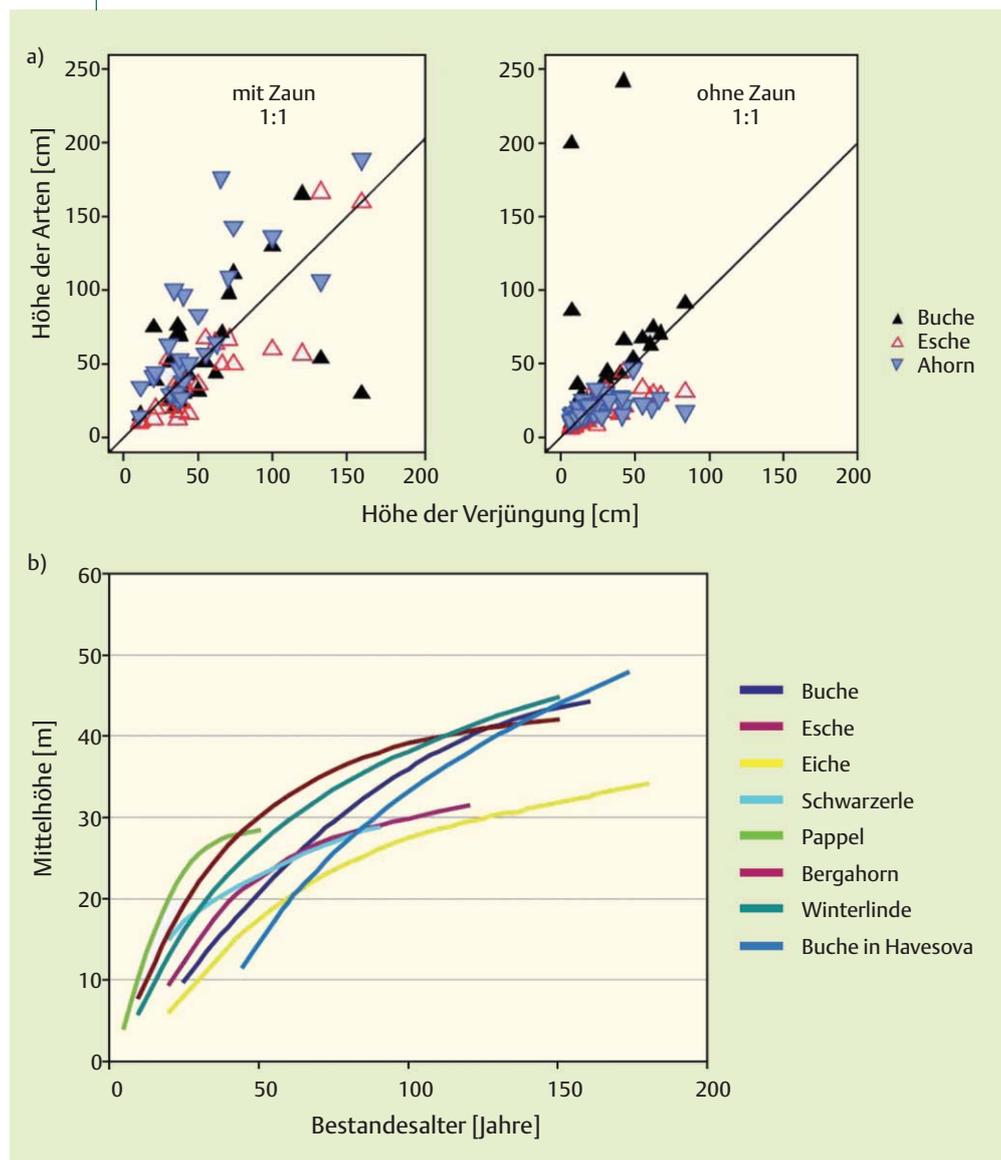
### Holznutzung

Die Menschen der Steinzeit hatten trotz einfacher Werkzeuge bereits eine hochentwickelte „Holzkultur“. „Ötzi“ hatte vor 5000 Jahren Material von 17 Holzgewächsen in Form von Werkzeug, Brennholz und Nahrung bei sich [11]: Eibe, Linde, Esche, Hasel, Lärche, Schneeball, Hartriegel, Birke, Weide, Felsenbirne, Erle, Fichte, Kiefer, Ulme, Wacholder, Ahorn und Schlehe, aber keine Buche, obgleich die Art den Nordalpenrand seit etwa 7000 Jahren besiedelte [14].

Die technische Nutzung von Holz beginnt in der Bronzezeit zunächst mit einfach zu bearbeitenden Arten. Linde war beispielsweise wegen der langen, geraden Schäfte bei relativ geringem Durchmesser und niedrigem Gewicht verhältnismäßig einfach zu transportieren und für die Verarbeitung im Hausbau ideal. Zusätzlich konnte der Bast für Gewebe genutzt wer-

Die mit einem grünen Pfeil markierten Begriffe werden im Glossar auf Seite 181 erklärt.

ABB. 2 | HÖHENWACHSTUM



a) Die Höhe einzelner Baumarten in Abhängigkeit von der Höhe der ►Verjüngung (Medianwerte aller Individuen in einer Untersuchungsfläche). Alle Plots haben eine Lichtverfügbarkeit von unter 10% gegenüber dem Freiland. Die Flächen wurden vor Wildverbiss mit einem Zaun geschützt (linke Teilabbildung) oder sie waren dem Einfluss von Wild ausgesetzt (rechte Teilabbildung). b) Das Höhenwachstum von Buche, Esche, Eiche, Schwarzerle, Pappel, Bergahorn und Winterlinde in Abhängigkeit vom Alter.

**ABB. 3**  
a) Waldweide von Rindern im Thüringer Wald.

Bild: EDSchulze.

b) Das Schälen von Rinde an Obstbäumen durch Pferde, Bucha bei Jena.

Bild: S. Klaus.

c) Das Verbeißen von Büschen durch Ziegen auf Kreta.

Bild: EDSchulze.



**ABB. 4**  
Waldinsel mit Eichen im Baumbestand und einem Kranz von Schlehen und Weißdorn in einem Gebiet mit Waldweide.

Crawinkel, Thüringen.

Bild: EDSchulze.



den. Die steinzeitlichen Pfahlbauten waren daher aus Linde gebaut.

Die Buche wurde vom Menschen in Siedlungsnähe vermutlich wegen ihrer ölhaltigen Früchte gepflegt. Siedlungsfern diente sie seit der Bronzezeit der Holzkohlegewinnung für die Metallverarbeitung. Wegen des hohen Kalium-Gehaltes war die Buche zur Gewinnung von Pottasche für die Herstellung von dunkelgrünem Glas beliebt. Die Sägeindustrie nutzte die Buche erst, seitdem geeignetes Werkzeug und Maschinen zur Verfügung standen, die eine Bearbeitung des harten Holzes möglich machten, womit die Buche ein gefragtes Nutzholz wurde. Bis ins 19. Jahrhundert wurde Buchenholz für Holzdielen, Giebelbalken, Fassdauben, Tröge, Kochlöffel, Teller, Kellen, Siebgestelle, Mörser, Druckschrau-

ben, Holzschuhe, Holzkästen, Werkzeuggriffe, Radachsen, Steuerräder, Eggen, Schlitten, Flaschenzugrollen, Walzen, Floßbau, Schiffsbau und als Brennholz genutzt. Die Blätter dienten als Viehfutter und als Einstreu, die Bucheckern dienten der Schweinemast und Ölgewinnung, die Asche als Düngemittel.

Heute beschränkt sich die Nutzung der Buche auf die Herstellung von Möbeln aus ►Schäl- und Messerfurnier, diversen Gebrauchsgegenständen, Wand- und Deckenbekleidungen, Parkett und Paletten, Konstruktionsholz und die Verwendung als Zellstoff und Energieholz

Bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts war die Buche aber nur eine von mehreren Baumarten, die im bäuerlichen Betrieb erforderlich waren. Ein Heu-rechen hatte beispielsweise einen Eschenstiel, ein Birkenquerholz und Zinken aus Hasel; für einen Wagen brauchte man ein halbes Dutzend Baumarten. Ein bäuerlicher Betrieb war auf eine Artenvielfalt im Wald angewiesen, die unter verschiedenen Nutzungsformen gepflegt wurde (Abbildung 5). Daher ist im Bauernwald die Artenzahl deutlich höher als im ►Plenter- oder Altersklassenwald.

### Der Einfluss des Wildes auf die Zusammensetzung des Laubwaldes

Der Wald wurde seit Urzeiten nicht nur für Holz, Früchte und Blätter, sondern auch zur Jagd genutzt. Die „hohe“ Jagd vor allem auf Rotwild und Wildschwein war ein herrschaftliches Privileg. Sie diente der Versorgung der adligen Hofstatt, zur Ausrüstung der Soldaten mit Leder und zum Zeitvertreib des Herrschers. Den Bauern blieb die Wilderei. Seit der Ausrottung von Bär und Wolf im 18. Jahrhundert bestimmt die Jagd den Wildbestand.

Die ölhaltigen Früchte der Buche werden von allen Wildarten geschätzt. Etwa 30 bis 60% einer ►Buchenmast werden vom Wild gefressen. Bei dem Fraß von Knospen, Rinde und Blättern hat das Wild (Reh, Rothirsch, Damhirsch, Mufflon) aber andere Präferenzen. Auf Grund der Schmackhaftigkeit der Knospen und der Wuchsarchitektur wird die Gipfelknospe von Eschen und Ahornen deutlich öfter verbissen als die von Buchen. Alle Arten werden bei Verlust der Gipfelknospe

**TAB. 1 DIE MAXIMALE HÖHE VERSCHIEDENER BAUMARTEN IN DEUTSCHLAND**

Baumart	Baumhöhe (m)			
	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum
Buche	46,7	44,2	1,2	43
Esche	47,7	43,0	2,3	40,8
Ahorn	41,1	38,8	1,1	37,4
Eiche	38,0	36,2	1,1	34,8
Linde	39,9	35,9	1,8	34,3
Kirsche	30,9	25,5	2,8	22,4

Auf der Basis von etwa 5000 Stichprobeninventurpunkten im Hainich, der Schorfheide-Chorin und der Alb wurden für jede Baumart die zehn höchsten Individuen gesucht. Die Tabelle zeigt die Spannweite in der Höhe, den Mittelwert und die Standardabweichung.

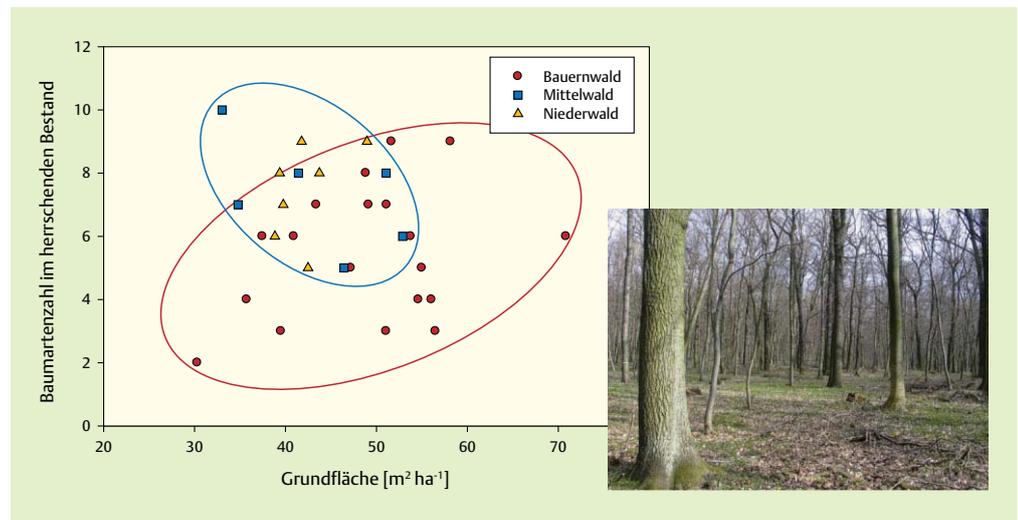


im Höhenwachstum beeinträchtigt und bekommen einen buschigen Wuchs (Abbildung 6a). Durch die hohe Zahl von Seitenknospen ist aber bei der Buche die Gipfelknospe seltener vom Verbiss betroffen. Die Buche wird daher bei Verbiss im Höhenwachstum seltener beeinträchtigt als Esche und Ahorn (Abbildung 6b). Darüber hinaus hat die Buche viele Seitenzweige, von denen das Wild einige verbeißt, ohne das Höhenwachstum zu stören. Daraus ergibt sich ein deutlicher Wachstumsvorteil für die Buche. Die Edellaubhölzer werden bei Wildverbiss von der Buche überwachsen und verschwinden aus dem Bestand. Abbildung 7 zeigt den Unterschied in der Vegetationsentwicklung auf einer vor Wild geschützten und umzäunten Fläche im Vergleich zum ungeschützten Wald. Wird der Bestand vor dem Wild geschützt, beispielsweise durch einen Zaun, dann sind der Ahorn und die Esche im Jugendstadium wüchsiger als die Buche (Abbildung 8).

Eine Erhebung zum Wildverbiss zeigte, dass in einem abgelegenen Totalreservat und im Nationalpark Hainich über 80% der jungen Eschen- und Ahornpflanzen ihren Wipfeltrieb verloren hatten. Nur 2 bis 8% der Buchen waren betroffen. Durch wiederholten Verbiss degenerieren die Edellaubhölzer zu „Bonsai-Formen“, die viele Jahrzehnte alt sind (Abbildung 9). Verbissschäden sind im bewirtschafteten Plenterwald und im Altersklassenwald deutlich geringer.

Trägt man die Baumartenvielfalt gegen die Bestandesgrundfläche als Maß für das Alter der Bestände auf, dann würde man unter natürlichen Bedingungen erwarten, dass die Artenzahl in jungen Beständen mit geringer Grundfläche wegen der Konkurrenzkraft der frühen Sukzessionsarten am größten ist, und mit steigender Grundfläche wegen des ungebremsten Wachstums der Buche im Alter die Zahl der Begleitbaumarten sinkt (Abbildung 10). Diesen Trend beobachtet man in den Urwäldern der Karpaten.

Bei Untersuchungen in Deutschland zeigt sich ein anderer Verlauf (Abbildung 11). Bei hoher Grundfläche sinkt die Artenzahl erwartungsgemäß mit weiter steigender Grundfläche ab (grüner Pfeil). Die Buche ist in sehr alten Beständen die einzige verbleibende Art. Im Gegensatz zu der Situation in den Karpaten sinkt in Deutschland die Artenzahl aber auch bei sinkender Grundfläche in zunehmend jungen Beständen (roter Pfeil). Diese Beobachtung ist nur so zu erklären, dass die



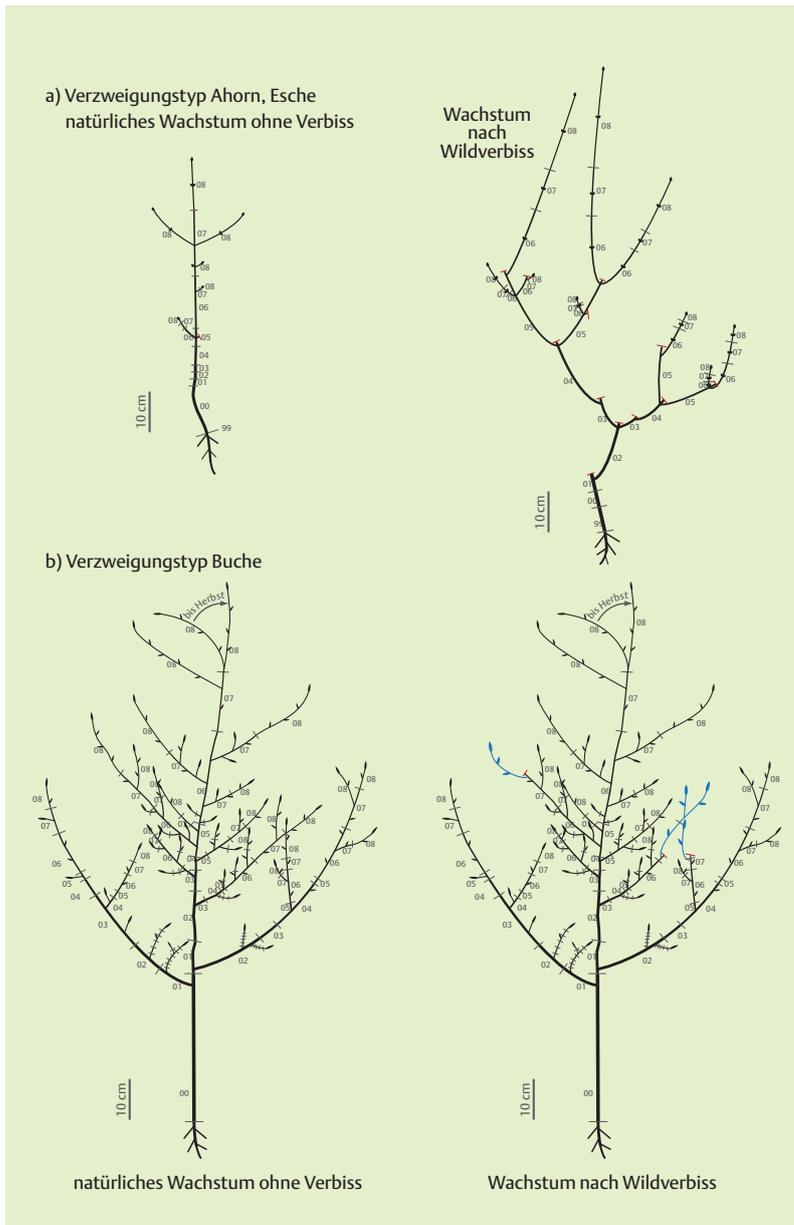
**ABB. 5 a)** Die Baumartenzahl im herrschenden Bestand in Abhängigkeit von der Grundfläche im kleinparzellierten Bauernwald, im Mittelwald und im Niederwald (Bild: Von Lüpke). **b)** Bauernwald bei Lengfeld nahe Mühlhausen. Der hohe Anteil von Eichen, die keine Stockausschläge sind, sondern sich als Keimling etablierten, zeigt, dass es sich um einen durchgewachsenen Mittelwald handelt. In diesem Wald fehlt die Buche. Hainbuche (48% der Stämme), Linde (25% der Stämme) und Eiche (20% der Stämme) sind die Hauptbaumarten zusammen mit Elsbeere, Esche und Feldahorn. Das Fehlen der Buche ist in diesem Wald eine Besonderheit. In anderen Bauernwäldern ist die Buche präsent, aber immer unter 50%. Bergahorn, Kirsche, verschiedene Ulmenarten, Vogelbeere, Hasel und sogar die Fichte können als weitere Begleitbaumarten hinzukommen. Auffallend ist die fehlende Verjüngung. Bild: EDSchulze.

Wälder, die heute eine Grundfläche von circa 30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> haben – das entspricht etwa 80-jährigen Beständen – unter anderen Bedingungen aufwuchsen, als die jungen Bestände, die heute eine Grundfläche von circa 10 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> haben, was etwa 20-jährigen Beständen entspricht. Rechnet man zurück von den circa 80-jährigen Beständen (30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche) mit hoher Diversität (sechs Baumarten) zu den circa 20-jährigen Jungbeständen (10 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche) mit geringer Diversität (eine Baumart), dann ging alle 10 bis 15 Jahre eine Begleitbaumart verloren, die sich in den Beständen mittleren Alters noch verjüngen konnte. Wir ordnen diesen Trend vor allem dem Einfluss des Wildes zu. Die 80-jährigen Bestände verjüngten sich in der Hungersnot nach dem ersten Weltkrieg, als die Wildbestände allgemein niedrig waren. Seither haben sich die Wildbestände erhöht. Offensichtlich können hohe Bestände an Schalen-

#### DER EINFLUSS VON HAUSTIEREN AUF DIE WALDWEIDE

Pferde zertreten den Jungwuchs und benagen die Rinde bis ins Holz. Wildpferde (Tarpan) gab es im Thüringer Wald bis ins 16. Jahrhundert. Rinder fressen vor allem Gras und Kräuter und verbeißen Holzpflanzen nur bei Hunger. Die Waldweide von schwer arbeitenden Zugochsen war im Mittelalter daher verboten. Schafe bevorzugen Edellaubholz und Pappel.

Die Ziege übertrifft das Schaf als „Holzverderber“ [4]. Die Ziegenweide wurde in Mitteleuropa daher hart bestraft und ist heute nur noch im Mittelmeerraum zu beobachten.



**ABB. 6** Verzweigungstyp von a) Ahorn und Esche und b) Buche im natürlichen Zustand ohne Verbiss (links) und nach Wildverbiss (rechts). Bild: C. Seele.



**ABB. 7** Vergleich der Vegetationsentwicklung zwischen einer umzäunten und einer freien Fläche im Plenterwald Langgula. Bild: C. Seele.

wild durch selektiven Verbiss eine Verschiebung in der Vegetation von einer Sukzession mit Edellaubholz hin zu reinen Buchenbeständen bewirken.

### Waldgeschichte

In der nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte [12] gibt es zwei Perioden, die schwer als natürliche Sukzession erklärbar sind: Die Ablösung der Ulmen-dominierten Laubwälder durch Eichenwälder vor

circa 4000 Jahren und die Ablösung der Eichenwälder durch die Buche vor circa 3000 Jahren. Forstlich ist eine natürliche Sukzession von einem dunklen, von Ulmen dominierten Wald zu einem lichten Eichenwald ohne Änderung der äußeren Gegebenheiten nicht erklärbar. Die Eiche regeneriert nicht unter einem geschlossenen Kronendach. Die Buche ist im Pollenspektrum als untergeordnete Mischbaumart vorhanden bis sie plötzlich, vor circa 3500 Jahren, dominant wird.

Die Vegetationskunde interpretierte den Vegetationswechsel durch Klimaänderungen [9]. Dabei wird von der rezenten Verbreitung der Arten auf das Klima der Vergangenheit geschlossen. Die Buche ist heute eine Art der kühlen Höhenlagen der Mittelgebirge und die Eiche eine Art der wärmeren tiefen Berglagen. Daraus folgerte man, dass das Klima am Ende der Ulmenzeit wärmer wurde, und damit die Eiche einwanderte. Gleichermaßen folgerte man, dass das Klima kühler wurde, als sich die Buche ausbreitete. Heute bietet die Spurengasanalyse in Eiskernen eine von den biologischen „Proxies“ unabhängige Beurteilung der Klimasituation.

Die klimawirksamen Spurengase geben keinen Hinweis darauf (Abbildung 12), dass es vor 3000 Jahren eine Temperatursteigerung am Ende der Ulmenzeit beziehungsweise einen Temperatureinbruch am Ende der Eichenzeit gab [10, 15]. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration nahm kontinuierlich zu. N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> zeigen am Ende der Eichenzeit eher eine Zunahme als eine Abnahme, was auf erhöhte mikrobiologische Aktivität, also auf erhöhte Temperaturen oder auf hohe Niederschläge und nicht auf niedrigere Temperaturen schließen lässt. In den letzten 2000 Jahren zeigen die Spurengase deutliche, durch den Menschen bedingte und zunehmende Schwankungen. Die rekonstruierten Temperaturen zeigen seit 6000 Jahren bis zum Anfang der Industrialisierung eine kontinuierliche langsame Abnahme ohne deutliche Schwankungen (nicht gezeigt in Abbildung 12). Die spontane Ausbreitung der Buche (erste graue Linie in Abbildung 12) erfolgte in einer Zeit ohne Klimaänderungen. Anscheinend haben nicht Klimaschwankungen die Vegetation geändert, sondern es hat der Mensch auf seine Umwelt eingewirkt.

### Der Einfluss des Menschen auf die nacheiszeitliche Waldentwicklung

Der Einfluss des Menschen auf die nacheiszeitliche Vegetation ist schwierig zu rekonstruieren, da es keine eindeutigen Marker gibt. Wir beziehen uns auf die Arbeiten von Küster [8] und Vera [13]. In der Nacheiszeit ist davon auszugehen, dass Herden von Großherbivoren Mitteleuropa durchzogen und anschließend der Mensch als Jäger, Sammler und Viehhirten an Bedeutung gewann. Im Neolithikum (vor 8000 bis 4000 Jahren) waren es Wisent, Auerochse, Wildpferd, Reh, Rothirsch, Elch, Wildschwein und Biber, die als Herbivore



**ABB. 8** a) Die Entwicklung von Ahorn und Buche im tiefen Schatten eines umzäunten Laubwaldes in Thüringen. Der Ahorn ist im Schatten dominant und vermag sogar die dichte Laubschicht des Bingelkrautes zu durchdringen. Bild: EDSchulze. b) Die weitere Entwicklung von Ahorn, Esche und Buche bei fehlendem Wildverbiss. Die Edellaubhölzer sind höher als die Buche. Bild: EDSchulze.

die Vegetation gestalteten. Mammut, Nashorn und Riesenhirsch waren bereits ausgerottet. Ziege und Schaf kamen mit der Landwirtschaft nach Mitteleuropa.

Offensichtlich breiteten sich die Ulmenwälder aus, als die Großherbivoren nicht mehr existierten und der Mensch nur lokale Spuren hinterließ. Nachdem es keinen Hinweis darauf gibt, dass Klimaänderungen die Ulmenzeit beendeten, gibt es unterschiedliche Hypothesen, um den Rückgang der Ulmen in der Zeit vor 8000 bis 7000 Jahren zu erklären. Diese reichen von dem Zusammenbruch der Ulmenwälder durch den Ulmensplintkäfer, den Auswirkungen frei lebender Großherbivoren auf die Ulme bis hin zur Einwirkung des Menschen. Nach Vera [13] reicht der Einfluss der Großherbivoren nicht aus, um die Ulme zurückzudrängen. In den relativ dunklen Wäldern der Ulme gab es nicht ausreichend Futter für große Herden von Auerochse und Wisent. Beide Arten ernähren sich vornehmlich von Gras. Ein Einfluss des Ulmensplintkäfers ist nicht auszuschließen, erklärt aber nicht, wieso die Eiche anschließend für so lange Zeit so dominant sein konnte. Anscheinend war es der Mensch als Viehhirte, der die Vegetation bestimmte.

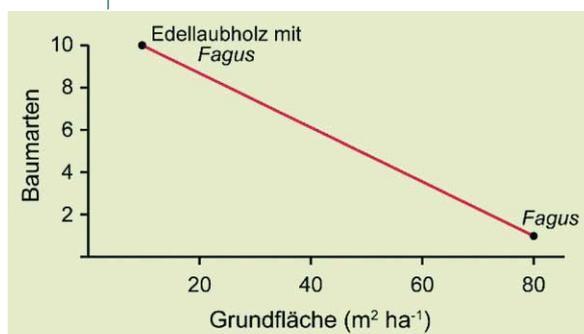
Die Menschen hatten bei niedriger Wilddichte ebenfalls Schwierigkeiten, sich von Wild zu ernähren. Vermutlich lockten unsere Vorfahren das Wild auf künstliche Lichtungen, wo Gräser und Stockausschläge ausreichend Futter boten; ein Verfahren, das heute noch in Sibirien praktiziert wird. Vera [13] folgert, dass der Mensch den geschlossenen Wald durch eine parkartige Weidelandschaft mit Waldinseln ersetzte. Dadurch wurde die Eiche gefördert. Auch die Haselpollen nahmen in dieser Zeit zu und sind Zeiger für einen offenen Wald. Der Einfluss des Menschen war großflächig und diffus, erzeugte aber ein perpetuiertes, frühes Sukzessionsstadium, in dem die Buche ihre Konkurrenzfähigkeit als späte Sukzessionsart nicht entfalten konnte.

In Dänemark gibt es aus der frühen Eichenzeit Hinweise auf Brand-Rodungen (Pollen von *Plantago*). Der



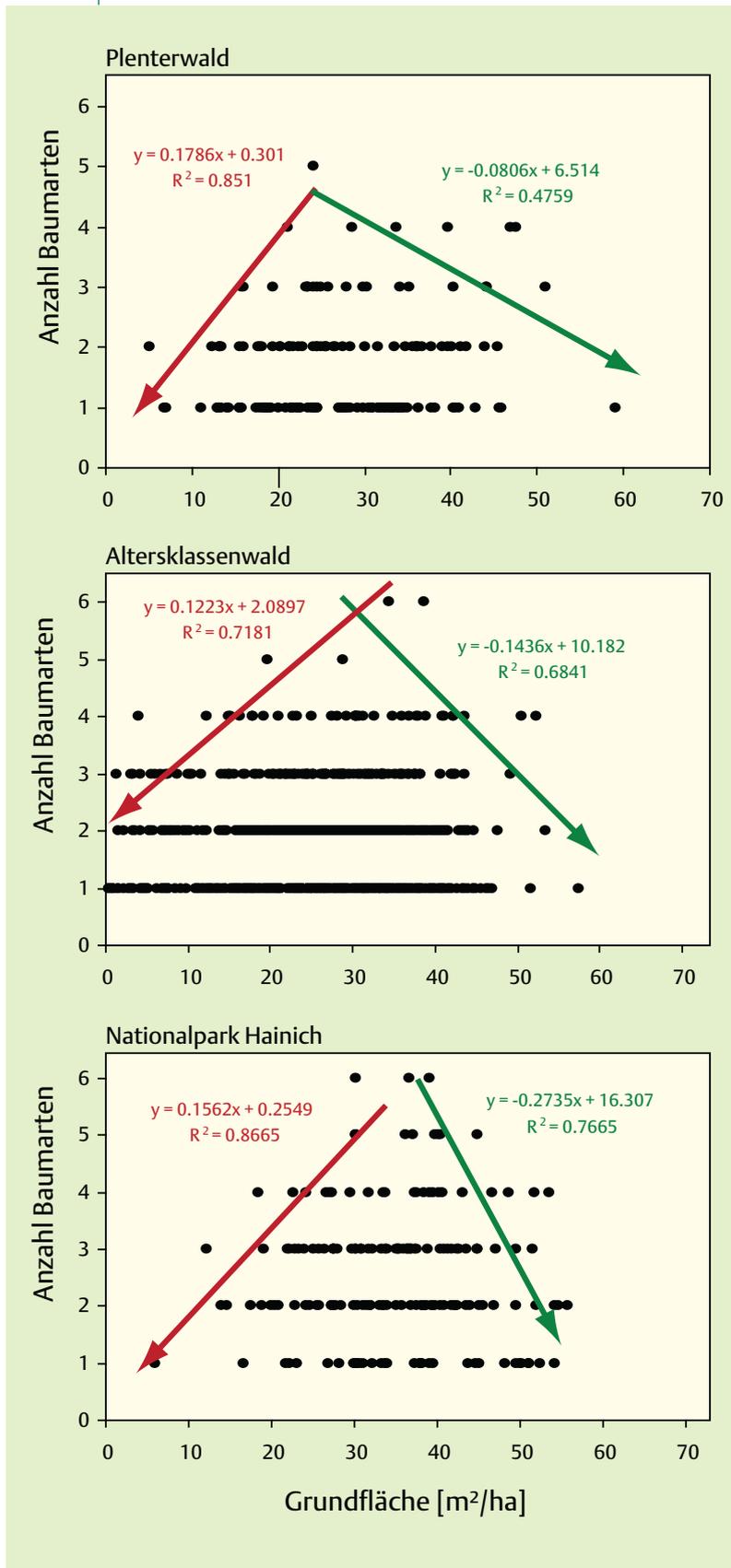
**ABB. 9** Eine durch Wildverbiss verkrüppelte Esche. Rehungen, Thüringen. Diese Esche ist 25 Jahre alt und könnte ohne Verbiss etwa 15 m hoch sein (siehe Abbildung 2b). Bild: EDSchulze.

**ABB. 10** HYPOTHETISCHE WALDENTWICKLUNG AUF EINER LICHTUNG IN EINEM LAUBWALD-URWALD



Die Biodiversität der Baumarten sinkt mit zunehmender Grundfläche (kumulative Fläche der Bäume in Brusthöhe pro Hektar). 10 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche entspricht etwa 20-jährigen Jungbeständen. 30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche entspricht etwa 80-jährigem Baumholz. Bei hoher Grundfläche ist die Buche die einzig verbleibende Baumart. Untersuchungen in rumänischen und ukrainischen Urwäldern bei einer niedrigen Wilddichte bestätigen diese Hypothese (O. Bouriaud und V. Lavnyy, mündliche Mitteilung).

**ABB. 11** ARTENZAHLEN BEI UNTERSCHIEDLICHER BEWIRTSCHAFTUNG



Mensch wechselte von einer Jagd- und Sammelwirtschaft zu einer Ackerbau- und Viehwirtschaft. Gleichzeitig begann die Herstellung von Keramik (Hallstatt-Zeit), und die Anlage von festen Wohnungen und Begräbnisstätten. Die Sesshaftwerdung des Menschen war ein langsamer, sich über Jahrtausende erstreckender Prozess. In der Bronzezeit (vor 3000 Jahren) gab es schließlich kaum noch „Jäger und Sammler“.

Für die Ernährung einer Siedlung mit 100 Personen waren etwa 35 ha Land zum Getreideanbau und weitere Flächen für Viehweide nötig [8]. Gleichzeitig musste aber auch der Wald für Bau- und Brennholz leicht erreichbar sein. Vermutlich wurden zunächst Stämme der Unter- und Mittelschicht des Waldes entnommen, um die Krautschicht für eine Beweidung zu fördern und um Laub-Heu durch Schneiteln zu gewinnen. Die Siedlungen waren aber nicht dauerhaft. Die Ertragsleistung der Böden ließ bald nach der Rodung nach, und es kam vermutlich zu einem Mangel an Bau- und Brennholz, denn Holz war schwer zu transportieren. Man muss daher annehmen, dass die Gruppe nach Art eines Wander-Feldbaus in periodischen Abständen (etwa alle 5 bis 10 Jahre) weiter zog.

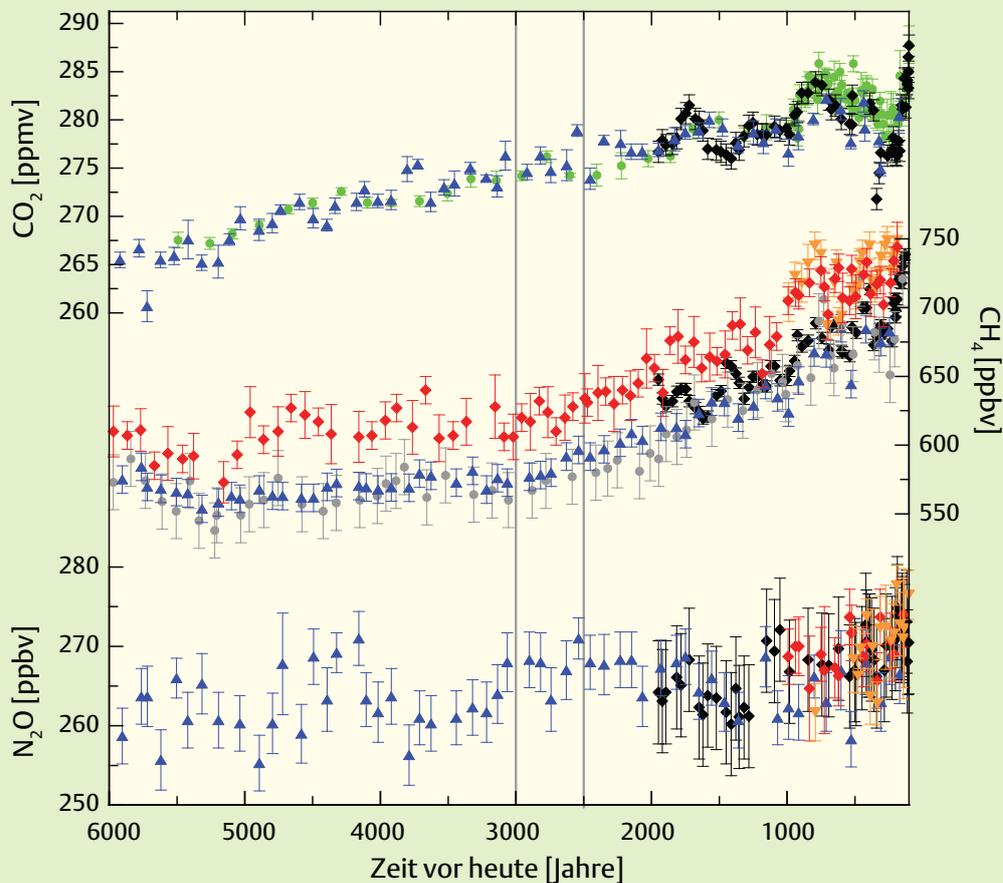
Mit zunehmender Sesshaftigkeit und der damit verbundenen Intensität der Bewirtschaftung auf relativ kleiner Fläche blieben gleichzeitig aber große Flächen unbewirtschaftet, die in den vorhergehenden Jahrtausenden vom Menschen durch diffuse Beweidung beeinflusst waren. Die Sesshaftwerdung könnte somit fernab von Siedlungen zu der Ausweitung eines geschlossenen Waldes, in dem die Buche als späte Sukzessionsart einen Vorteil hatte, geführt haben.

Auf die Sesshaftwerdung folgte die Rodung des Waldes auf größerer Fläche. Dieser Vorgang schritt in Südeuropa schneller voran als in Nordeuropa. Die großflächige Rodung des Landes war damals eine organisatorisch und technisch schwierige Aufgabe, verlangte gründliche Vorbereitung und zahlreiche Arbeitskräfte. Über diese Voraussetzungen verfügten nur größere Gemeinschaften. Damit waren die Träger der mittelalterlichen Rodungen in Deutschland die weltlichen und geistlichen Grundherren und in einigen Fällen auch dörfliche Gemeinschaften, aus denen sich später die

**ABB. 11** Die Artenzahl der Bäume im Kronendach in Abhängigkeit von der Grundfläche bei unterschiedlicher Bewirtschaftung. Bei hoher Grundfläche sinkt die Artenzahl mit weiterhin steigender Grundfläche entsprechend der ursprünglichen Hypothese (grüner Pfeil, siehe auch Abbildung 10). Anders ist das Verhalten bei abnehmender Grundfläche, bei der die Artenzahl mit der Grundfläche sinkt (roter Pfeil). 10 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche entspricht etwa 20-jährigen Jungbeständen. 30 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> Grundfläche entspricht etwa 80-jährigem Baumholz. Die Abnahme in der Artenzahl mit sinkender Grundfläche ist am ausgeprägtesten im Schutzwald des Nationalparks Hainich, sie ist am geringsten im Altersklassenwald.



ABB. 12



Die zeitlichen Veränderungen der atmosphärischen Spurengase CO<sub>2</sub>, Methan (CH<sub>4</sub>) und N<sub>2</sub>O in der Zeit von vor 6000 Jahren bis heute (nach [15]). Die erste graue Linie bei 3000 vor heute zeigt den Beginn der Hauptausbreitung der Buche. Die zweite graue Linie bei 2500 vor heute zeigt die Zeit, als kurzfristig die Gletscher vorrückten, es also lokal etwas kühler war.

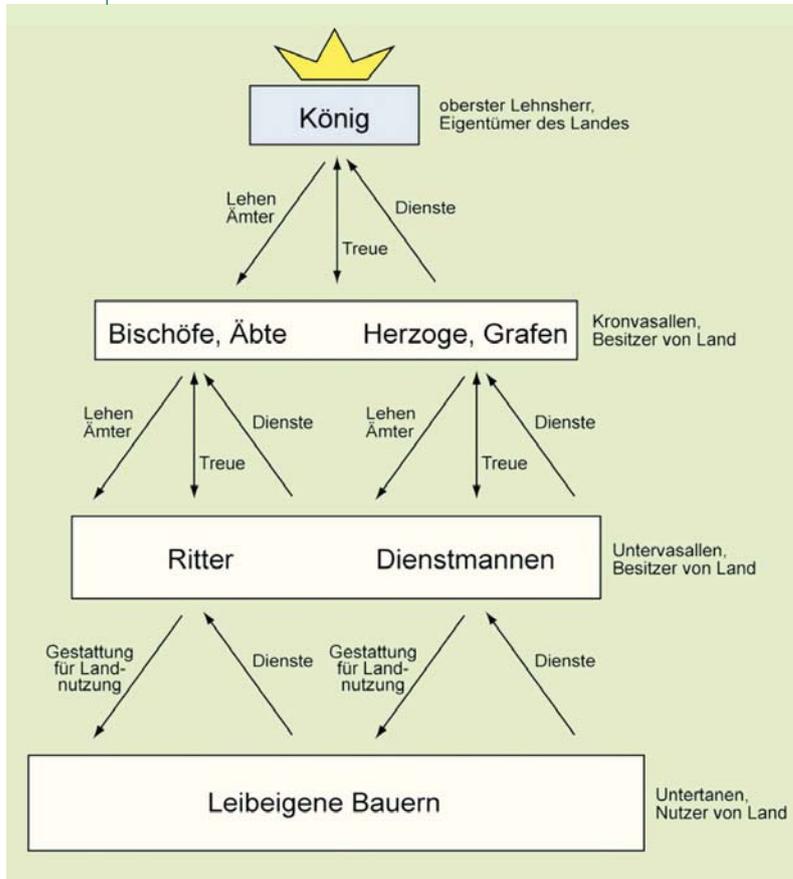
Markgenossenschaften entwickelten. Nur ausnahmsweise, beispielsweise im Gebirge, gestatteten die Grundherren einzelnen Bauern die Rodung.

Das Grundherrentum entstand in der Zeit der Karolinger. Karl der Große erklärte das von ihm beherrschte Territorium als kaiserliches Eigentum (siehe Kasten auf Seite 180). Mit der Einführung der Grafchaftsverfassung bildete sich ein Dienst- und Amtsadel aus weltlichen und geistlichen Herren (Herzöge, Fürsten, Grafen, hoher und niedriger Adel) heraus, die Teile des kaiserlichen Eigentums als Lehen verwalteten. Mit der Zeit gingen die Reichsforste in den Besitz von Adligen und Klöstern über [5]. An der Basis standen leibeigene Bauern als die eigentlichen Bearbeiter des Landes (Abbildung 13). Während sich die bäuerliche Landnahme der germanischen Stämme (300 bis 400 n. Chr.) zumeist auf Lößböden oder auf Zechsteinkalke beschränkte, wurden in der fränkisch-karolingischen Rodungsphase (500 bis 800 n. Chr.) die reichen Braunerdeböden der Buchenwälder in Ackerland und Weiden umgewandelt.

Die siedlungsfernen Forste (siehe Kasten auf Seite 180) dienten zunächst primär der königlichen Jagd, d.h. die Buche wurde durch Verbiss der Begleitbaumarten gefördert. Im späten Mittelalter stieg aber der Bedarf an Holzkohle für die Eisenverarbeitung stark an. Die Vergabe von Konzessionen an Köhler, Holzascher, Rußhersteller und Sägewerker war eine wichtige Einkommensquelle der Herrscher, ohne dass es eine forstliche Aufsicht gab. Diese Art der Bewirtschaftung drängte die Buche wiederum zurück und förderte die Ausweitung früher Sukzessionsarten.

Im 16. Jahrhundert waren die Wälder zu großen Teilen stark degradiert, wie die periodischen „Bereitungen“ der Herzöge von Weimar und Gotha bezeugen. In Bergbaugebieten, wie z.B. dem Thüringer Wald, waren nach diesen Berichten die Berge bedeckt von Dornengestrüpp. Brände und Viehverbiss verwüsteten den Wald auf großer Fläche. Gleichzeitig zur Exploitation des Waldes gab es riesige „Prachtjagden“, bei denen hunderte Vasallen mitwirkten, und tausende von Stücken Wild getötet wurden [7]. In dieser Zeit wurden

**ABB. 13 DIE VERWALTUNGSSTRUKTUR DER GRAFSCHAFTS-VERFASSUNG IM KAROLINGISCHEN REICH (NACH HASEL UND SCHWARTZ, 2000)**



auch die großen Beutetiere (Bär, Wolf, Luchs) auf großer Fläche ausgerottet.

Vor allem die Angst vor einer akuten Holznot ließ im 17. Jahrhundert eine Vielzahl von Wald- und Forst-

ordnungen entstehen, um den Verwüstungsprozess aufzuhalten. Die Forstordnungen waren der Beginn einer geordneten Waldwirtschaft. Ein endgültiges Ende der Prachtjagden des Barock und der Plünderung der Wälder durch unregelmäßige Nutzung kam aber erst mit Karl Theodor von Bayern (1724–1799) der verfügte: „In allen Differenzen hat das Jagdwesen dem Forstwesen nachzustehen“ [7].

Die Regeneration der verwüsteten Flächen führte aber nicht zu einer Förderung der Buche, sondern aus forsttechnischen Gründen der Etablierung von Wald auf degradierten Böden zu einer Ausweitung der Nadelbäume, insbesondere der Fichte. Mit der Säkularisierung nach den Napoleonischen Kriegen und mit dem Aufstieg Preußens kam es nach 1800 zu einer umfangreichen Änderung der Besitzverhältnisse und anschließend zu einer großflächigen Umwandlung von Mittelwäldern in Altersklassenwälder (Abbildung 14). Vor allem aus wirtschaftlichen Gründen wurde die Buche erst nach dem Zweiten Weltkrieg großflächig zugunsten der Fichte zurückgedrängt.

Die indirekte Förderung der Buche durch Wild wurde mit der Revolution von 1848 zunächst eingeschränkt. Der Bauer bekam mit dem Eigentum auch das Recht zur Jagd „Die Jagd steht jedem Grundbesitzer auf seinem Grund und Boden zu“ (§3 des Gesetzes zur Aufhebung des Jagdrechtes auf fremdem Grund und Boden und die Ausübung der Jagd vom 31. Oktober 1848). Dieses Recht wurde aber 1850 bereits wieder aufgehoben mit der Begründung des Großgrundbesitzes, dass das Wild auszusterben drohte. Für die Gestattung der Ausübung der Jagd wurden minimale Größen der Jagdbezirke festgesetzt (75 ha). Es wurden Jagdscheine vorgeschrieben und Schonzeiten festgelegt. Dennoch ist die kurze Periode einer Reduzierung des Wildes bei freier Jagd an der Regeneration der Edellaubhölzer noch heute erkennbar (150-jährige Ahorne

### DER WANDEL DER BEGRIFFE „FORST“ UND „WALD“ IM LAUFE DER ZEIT

Für das Verständnis der Waldentwicklung sind die Kenntnis und der Wandel von Begriffen wichtig. Das heutige Wort „Forst“, das einen Wirtschaftswald kennzeichnet, hatte ursprünglich eine andere Bedeutung [13]. Die „forestes“ bezeichneten die königlichen Liegenschaften der Karolinger. Es war das nicht-kultivierte Land und bestand nicht nur aus Baumbeständen, sondern auch aus Mooren, Grasländern und Gebüsch. Der frühere Sinn des Wortes „Forst“ klingt durch, wenn man heute noch von einer „staatlichen Forstverwaltung“ spricht. Im Gegensatz dazu bezeichnete das Wort „Wald“, das heute übergeordnet für Baumbestände verwendet wird, im frühen Mittelalter das Gebiet, in dem die Anlieger der „forestes“ für den Eigenbedarf Waldweide, Bau- und Brennholzgewinnung und Imkerei betreiben, Heumachen und Bäume schneiden durften. In Anlehnung an den ursprünglichen Gebrauch des Wortes „Wald“ spricht man auch heute noch vom „Waldbau“ als einer forstlichen Disziplin. Der Wald lag in den „forestes“, in denen große Gebiete der Jagd und nicht der Holznutzung vorbehalten waren. Der lateinische Begriff „silva“, berühmt durch Tacitus, bezeichnet nach Vera [13] eine offene Waldlandschaft im Gegensatz zum „lucus“, dem Hain, der durch eine geschlossene Baumvegetation gekennzeichnet ist. Nach Vera [13] waren die „silvae horridae“ des Tacitus keineswegs „schreckliche Wälder“ sondern offene Waldlandschaften, in denen Waldinseln von Dornengebüsch umgeben waren. Tacitus und auch Virgil beschreiben den Viehreichtum in „Germanien“. Es war anscheinend eine Landschaft, die von Waldweide geprägt war, über die Varus mit seiner Armee zog.



**ABB. Die Aufteilung und Nutzung des Waldes in Siedlungsnähe und in ortsfernen Gebieten.**



ABB. 14 WALDUMWANDLUNGEN IM HAINICH-DÜN-GEBIET VON 1800 BIS 2000

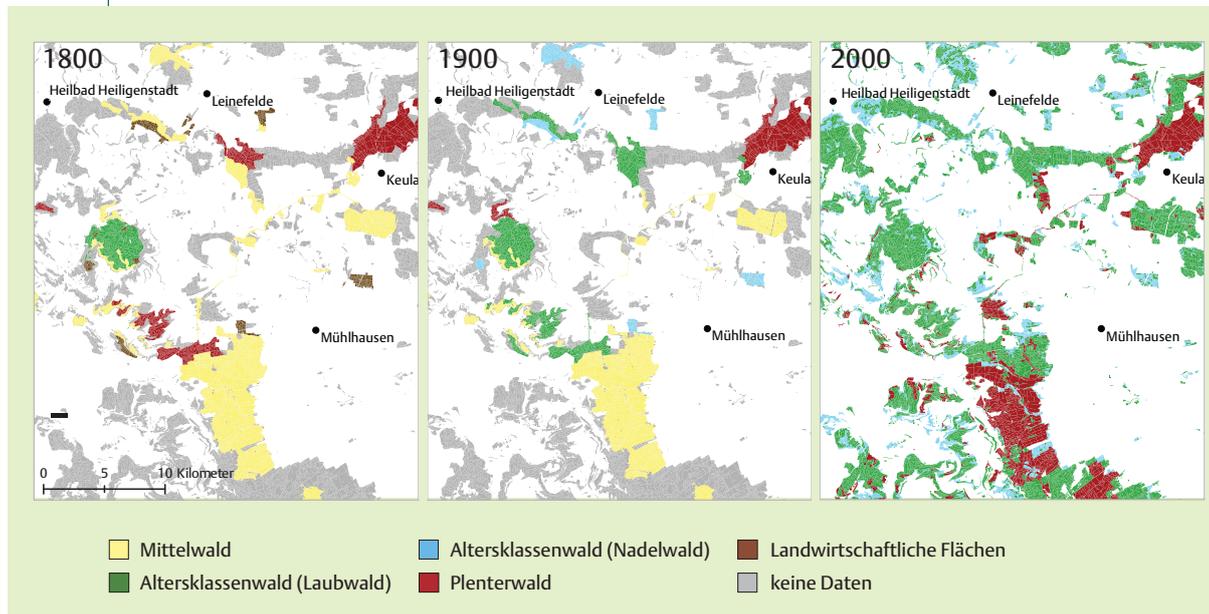


Bild: EDSchulze, J. Wäldchen

und Eschen). Es gab seit 1848 nur noch zwei Perioden, in denen der artenreiche Mischwald sich ohne den Druck überhöhter Wildpopulationen erholen konnte. Dies sind die Zeiten nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg. Im forstlichen Kleinbesitz bestimmt aber seither der Jagdpächter und nicht der Förster weitgehend über den Baumbestand.

Mit dem „Hitlergesetz X: Reichsjagdgesetz“ wurde 1935 die Jagd neu geregelt und mit der „Hege“ Vorstellungen des Dritten Reiches auf die Jagd übertragen, die bis ins Bundesjagdgesetz wirken. Die Wildbestände nahmen nach 1935 zu und die Jagdanlagen aus dem Dritten Reich sind in der Schorfheide und in den Nationalparks Jasmund und Kellerwald als Buchenreinbestände noch heute erkennbar (Abbildung 15).

Insgesamt sind die Wildschäden in Deutschland unangemessen hoch [1]. Wo noch Laubwald vorhanden ist, kommt es zu einer Ausweitung der Buche, insbesondere dort, wo nicht „Wald vor Wild“ sondern „Wald und Wild“ gilt.



ABB. 15 Laubwaldbestand im Nationalpark Jasmund. Auffällig ist das völlige Fehlen einer Verjüngung, bedingt durch überhöhte Wildbestände. Die Bewirtschaftung erfolgt nach dem Konzept „Natur Natur sein lassen“.

## GLOSSAR

**Altersklassenwald:** Im Altersklassenwald sind die Wälder nach dem Baumalter räumlich getrennt angeordnet. In einem nachhaltig bewirtschafteten Betrieb von z.B. 100 ha kann bei einer Umtriebszeit von 100 Jahren jedes Jahr eine Fläche von 1 ha geerntet werden.

**Buchenmast:** Die Buche blüht und fruchtet in periodischen Abständen von zwei bis sechs Jahren. Ein solches Ereignis, bei dem die Buche eine große Masse an Früchten bildet, wird Mastjahr genannt.

**Grundfläche:** Die Grundfläche ist die Summe aller horizontalen Stammflächen in 1,3 m Baumhöhe auf einem Hektar.

**Mittelwald:** Dies ist eine historische Bewirtschaftungsform des Waldes, die dem Niederwald ähnlich ist, aber zusätzlich einen lockeren Altholzschirm besitzt. Dieser Schirm wurde oft von Eiche dominiert, die gleichzeitig wichtig für die Schweinemast war. Der Unterwuchs war artenreich mit Holzgewächsen, die Stockausschläge bilden konnten. Nach der periodischen Ernte der Strauchschicht erfolgte oft eine Zwischennutzung mit Waldweide und in schlechten Zeiten auch mit Getreide.

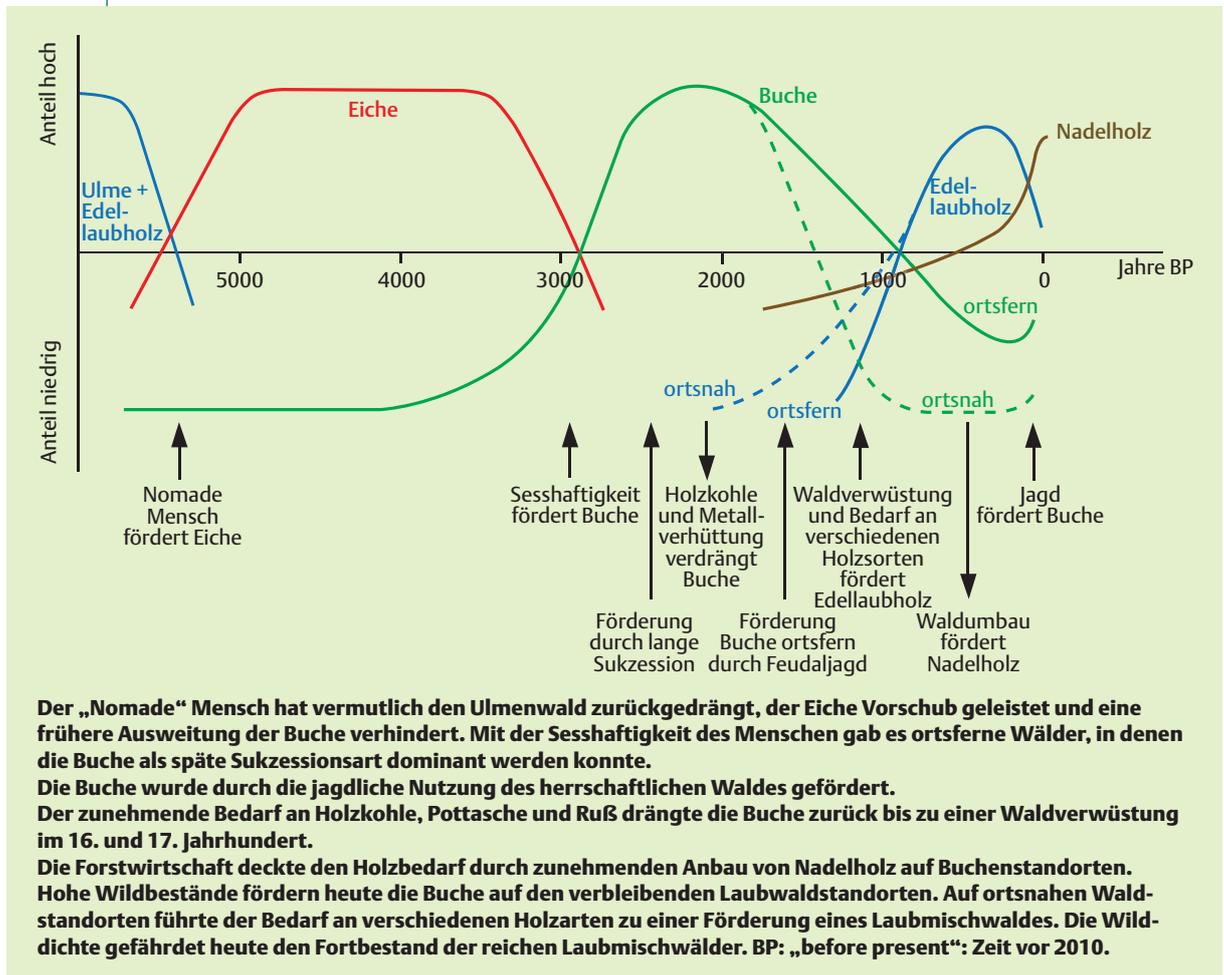
**Niederwald:** Dies ist eine historische Bewirtschaftungsform des Waldes, bei der der Wald ausschließlich als Energiewald genutzt wurde, d.h. er wurde alle 10 bis 30 Jahre geerntet. Der Niederwald war sehr artenreich mit Gehölzen, die zu Stockausschlägen fähig waren.

**Plenterwald:** Im Plenterwald finden sich Bäume unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Dimension auf kleiner Fläche. Einzelne Bäume werden nach Bedarf geerntet. Jeder Eingriff dient der Pflege und der Verjüngung des Waldes.

**Schäl- und Messerfurnier:** Furniere werden in der Möbelindustrie und für Sperrholz verwendet. Besonders wertvolle Stämme werden längs aufgeschnitten. Mit einem scharfen Messer werden anschließend wenige Millimeter dicke „Bretter“ radial abgeschnitten (gemessert). Bei Schäl-furnier dreht der runde Stamm wie auf einer Drehbank, und ein Messer schneidet tangential eine wenige Millimeter dicke Schale ab. Man kann Messer- und Schäl-furnier an dem Verlauf der Maserung erkennen.

**Verjüngung:** Die Verjüngung ist der Jungbestand in einem Wald unabhängig von der Art der Bewirtschaftung.

ABB. 16 | ZEITLICHER VERLAUF DER DOMINANZ VERSCHIEDENER BAUMARTEN



### Ausblick

Die Wechselwirkungen zwischen der Kulturgeschichte des Menschen und der Dominanz der Buche zeigen einen wellenartigen Verlauf, in dem der Mensch die Buche sowohl förderte als auch übernutzte (Abbildung 16). Der „naturnahe“ Wald wäre vermutlich ein Laubmischwald vergleichbar mit dem der „Ulmenzeit“.

Wenn es um die Erhaltung der Biodiversität in Deutschland geht, bedarf die Buche im Augenblick keines zusätzlichen Schutzes. Wildbestände und staatlich geförderte Programme zur Waldumwandlung fördern die Buche. Schutzbedürftig sind die Edellaubholzarten und die Eiche, die auf großer Fläche an Lebensraum verlieren. Noch wichtiger wäre es, Standorte mit langfristiger und ungestörter Habitattradition zu schützen.

Ein einseitiger Schutz der Buche und von Buchenaltbeständen würde in Verbindung mit einer unzureichenden Jagd sehr nachteilige Folgen für die große Artenvielfalt der Begleitbaumarten und deren assoziierten Faunen haben. Das Schutzkonzept des Bundesnaturschutzgesetzes „Natur Natur sein lassen“ fördert unter den jetzigen Gegebenheiten im Wald den Artenchwund und sollte modifiziert werden.

### Zusammenfassung

Diese Arbeit gibt einen Überblick über die Ökologie der Buche und ihrer Begleitbaumarten. Die historische Entwicklung der Buchenwälder wird in einem wirtschaftlichen und soziologischen Kontext der menschlichen Entwicklungsgeschichte dargestellt. Besondere Bedeutung hat dabei die Stellung der Jagd und der Einfluss des Schalenwildes auf die Baumarten in historischer Zeit. Die Diskussion, ob „Wald vor Wild“ oder „Wald und Wild“ hat bis heute eine politische Dimension, die mehr als die Ökologie der Arten die Baumartenmischung im Wald bestimmt.

### Summary

#### The Beech forests:

#### A cultural and socio-economic history

The German strategy of maintaining biodiversity aims at an establishment of wilderness areas. Mainly beech forests shall serve as UNESCO world heritage. Here we ask, if there are any “natural” beech forests. This tree species is closely linked to human development, and at present this species is less endangered than the accompanying species of *Acer*, *Fraxinus*, *Quercus* and other broad leaved species.



## Schlagworte

Buchenwald, Waldentwicklung, Weltnaturerbe, Biodiversität

## Danksagung

Wir danken der Max-Planck Gesellschaft für die Unterstützung dieser Untersuchung. Die Arbeiten wurden zusätzlich gefördert durch das EU-Projekt CarboEurope-IP GOCE-CT-2003n505572 und durch das DFG-Schwerpunktprogramm 1374 „Exploratorien“. Wir danken insbesondere Annett Börner für die Hilfe bei der Herstellung der Abbildungen.

## Literatur

- [1] C. Ammer, T. Vor, T. Knoke, S. Wagner, Der Wald-Wild Konflikt: Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Gutachten im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft, des Bundesamtes für Naturschutz, des Deutschen Forstwirtschaftsrates und der Hatzfeldt-Wilburg'schen Verwaltung, 2010.
- [2] BMU, Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, 2007. [www.bmu.de/naturschutz\\_biologische\\_vielfalt/downloads/doc/4033.php](http://www.bmu.de/naturschutz_biologische_vielfalt/downloads/doc/4033.php)
- [3] H. C. von Carlowitz, Sylvicultura Oeconomica, Leipzig, 1732.
- [4] C. Grebe, Die Forstbenutzung, 3. Auflage, Braumüller, Wien, 1882.
- [5] K. Hasel, E. Schwartz, Forstgeschichte, Verlag Kessel, Remagen, 2006.
- [6] H. D. Knapp, F. A. Emde, B. Engels et al., Naturerbe Buchenwälder: Situationsanalyse und Handlungserfordernisse, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Insel Vilm, 2008.
- [7] J. Köstler, Geschichte des Waldes in Altbayern, Beck'sche Verlagsbuchhandlung München, 1934.
- [8] H. Küster, Geschichte des Waldes, C.H. Beck, München, 1998.
- [9] G. Lang, Quartäre Vegetationsgeschichte Europas, Gustav Fischer, Jena, 1994.
- [10] M. E. Mann, Z. Zhang, M. K. Hughes et al. (2008) Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia, PNAS 2008, 105, 13252–13257.
- [11] K. Spindler, Der Mann im Eis, C. Bertelsmann, München, 1993.
- [12] E. Strasburger, Lehrbuch der Botanik, 36. Auflage, Spektrum, Heidelberg, 2009.
- [13] F. W. M. Vera, Grazing ecology and forest history, CABI, Wallingford, 2000.
- [14] H. Walentowski, H. Bussler, M. Blaschke et al., On the origin of beech forest species – eine Hypothese der inkorporierten Biodiversität in Buchenwäldern des mitteleuropäischen Tief- und Hügellandes (in Vorbereitung).
- [15] H. Wanner, J. Beer, J. Büttikofer et al., Mid- to late Holocene climate change: An Overview. Quaternary Science Reviews, 2008. DOI 10.1026/jquascirev.2008.06.013.

## Die Autoren



Ernst-Detlef Schulze ist Emeritus am Max-Planck Institut für Biogeochemie. Er hat dieses Institut aufgebaut.



Dominik Hessenmöller ist als Mitarbeiter am MPI für Biogeochemie zuständig für die forstlichen Inventuren, die im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms „Exploratorien“ durchgeführt werden.



Carolin Seele ist Doktorandin am MPI für Biogeochemie und beschäftigt sich mit Verbißschäden an der Verjüngung von Bäumen.



Jana Wäldchen ist Doktorandin am MPI für Biogeochemie und beschäftigt sich mit der Waldgeschichte im Hainich-Dün Gebiet.



Nikolas von Lüpke ist Doktorand an der Forstlichen Fakultät in Göttingen. Er beschäftigte sich im Rahmen seiner Masterarbeit mit den Bauernwäldern im Thüringer Becken.

### Korrespondenz:

Prof. Dr. E.-Detlef Schulze  
Max-Planck Institut für Biogeochemie  
Hans-Knoell-Strasse 10, 07745 Jena  
Email: dschulze@bgc-jena.mpg.de