DOI:10.1002/biuz.201510574

Konflikte um eine nachhaltige Entwicklung der Biodiversität:

Spannungsfeld Forstwirtschaft und Naturschutz

Ernst-Detlef Schulze | Christian Ammer

Die Biodiversitätsstrategie der Bundesregierung sieht vor, dass in Deutschland 5 % des Waldes zum Schutze der Artenvielfalt nicht mehr zur Holzgewinnung genutzt werden sollen. Für eine große Zahl von Artengruppen zeigt sich jedoch, dass ihre Vielfalt einschließlich vieler seltener und gefährdeter Arten im nachhaltig bewirtschafteten Wald höher ist als in nicht mehr genutzten Wäldern. Im Wirtschaftswald ist seit mindestens 250 Jahren (Beginn der Aufzeichnungen über verschollene Arten in Thüringen) keine obligate Wald-Pflanzenart ausgestorben. Neben einem begrenzten Anteil unbewirtschafteter Wälder, die sich aber erst über Jahrhunderte zu wirklichen Urwäldern entwickeln werden, sind daher vor allem nachhaltig und unterschiedlich genutzte Wälder für die Biodiversität von Bedeutung. Für Arten mit besonderen Habitat-Ansprüchen könnten alternative Schutzprogramme nötig sein, um spezielle Lebensräume zu bieten.

Die mit einem grünen Pfeil markierten Begriffe werden im Glossar auf Seite 313 erklärt.

„Wer hat dich, du schöner Wald, aufgebaut so hoch da droben?“ beginnt ein Essay von Musil, das mit der Erkenntnis endet, dass es ein Förster war, der den Wald pflanzte und pflegte und in den jetzt zu verehrenden Zustand versetzte [1]. Bei aller Bewunderung für die erhabene Größe und das enge Nebeneinander von Gedeihen und Verderben in einem Wald, enthält das Essay von Musil ein Stück Wahrheit: In Mitteleuropa ist der Wald seit seiner Einwanderung aus eiszeitlichen Refugien vom Menschen geprägt worden [2]. Der Mensch hat die Tierwelt der Nacheiszeit dezimiert [3], den Ulmenwald in einen Eichenwald umgestaltet [4], die Landwirtschaft und Viehzucht eingeführt [5]. Historisch gibt es in Mitteleuropa keinen Wald ohne direkte menschliche Einflüsse (Abbildung 1). Erst seit wenigen Jahrzehnten werden Wälder aus der Bewirtschaftung genommen. Hinzu kommen die indirekten Einflüsse durch Luftverschmutzung und Schwefel-Einträge in der Vergangenheit sowie durch Stickstoff-Depositionen, steigende Kohlendioxid-Konzentrationen und den Klimawandel in heutiger Zeit.

In dieser Situation gewinnen Anstrengungen an Gewicht, die sich um den Erhalt der zurzeit hier lebenden Organismen bemühen. Es gibt warnende Stimmen [6], die von dem 6. Massensterben der Evolution in der Erdgeschichte sprechen, [7, Seite 32]. Für Deutschland wurde 2008 eine „Nationale Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt“ konzipiert mit dem Ziel innerhalb von zwei Jahren, „bis 2010 den Rückgang der heute vorhandenen Vielfalt wildlebender Arten aufzuhalten“ [8, Seite 27].

In diesem Beitrag greifen wir die Frage auf, ob die Bewirtschaftung von Wäldern eine Gefährdung für die Artenvielfalt darstellt, und ob forstwirtschaftliche Ziele mit jenen des Naturschutzes vereinbar sind. Wir beschäftigen uns schwerpunktmäßig mit der Pflanzenwelt unter der Annahme, dass nach Scherber et al. [9] andere Organismen in ihrer Vielfalt wesentlich von der Vielfalt der Pflanzenarten bestimmt werden.

Beurteilung von Gefährdung und Unterschutzstellung im Naturschutz

Im Augenblick stehen in Deutschland 1177 Gefäßpflanzen unter naturschutzfachlicher Beobachtung, d.h. sie sind aktuell und potenziell gefährdet oder geschützt, oder Deutschland hat für deren Erhaltung eine Verantwortung übernommen. Dies sind über 40 % aller Gefäßpflanzen („echte“ Arten ohne Zählung von Hybriden und Apomikten). Unterteilt man diese Zahl in verschiedene Schutzkategorien (Abbildung 2a) so verbietet der gesetzliche Naturschutz die Zerstörung und den Handel von 370 Farn- und Blütenpflanzen [10]. Die Rote Liste der IUCN (International Union for the Conservation of Nature), die basierend auf Experten-

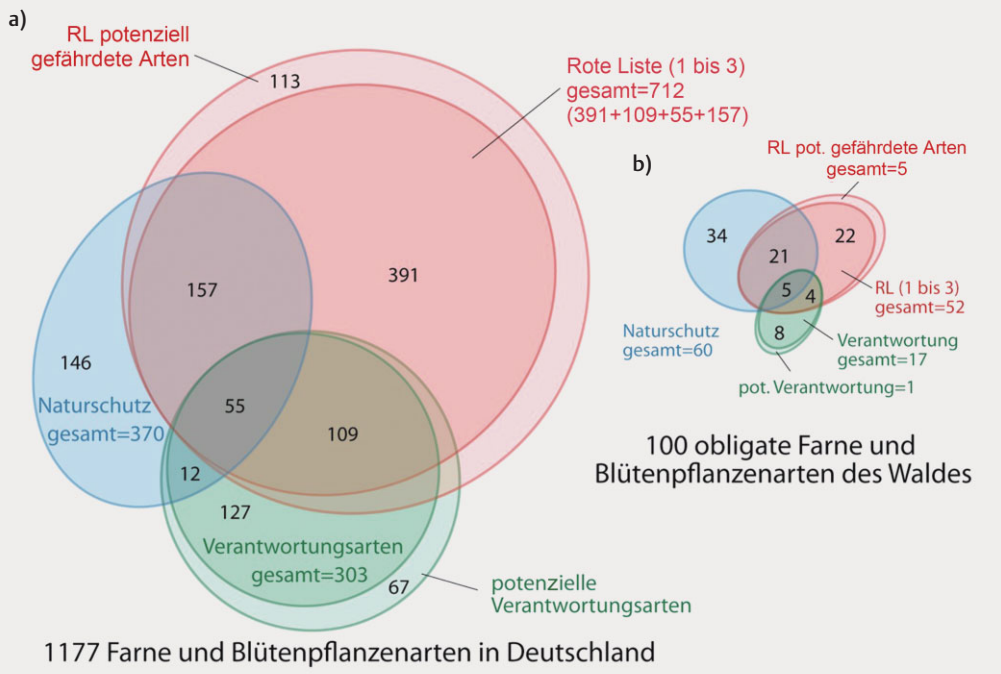
Online-Ausgabe unter: wileyonlinelibrary.com

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ABB. 1 **Anblicke von Wäldern mit unterschiedlicher Bewirtschaftung. a) Urwald-Reservat Havesova in der Slovakei. Es handelt sich um einen sehr dichten Buchenbestand mit allen Altersklassen auf relativ kleiner Fläche. Es gibt keine Mischbaumarten. Wegen des hohen Wildbestandes gibt es keine Verjüngung, das dichte Kronendach lässt auch keine krautigen Arten aufkommen.**
b) ▸ Plenterwald Langula in Thüringen mit einer Struktur, die dem Urwaldrelikt in Havesova ähnelt. Es dominiert ebenfalls die Buche. Wegen des lichteren Kronendaches gibt es aber Mischbaumarten, Verjüngung und eine Bodenflora.
c) ▸ Altersklassenwald in Geney bei Leinefelde, Thüringen. Es handelt sich um einen 120-jährigen Buchenbestand, in dem in historischer Zeit alle Mischbaumarten genutzt wurden. Das offene Kronendach lässt Verjüngung und Bodenflora aufkommen.
d) ▸ Niederwald Tännreisig bei Stadtilm, Thüringen. Bei intensiver Nutzung in der Vergangenheit hat dieser Waldtyp den größten Art- und Habitatreichtum mit sehr viel Totholz und Baumhöhlen.

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ABB. 2 | ÜBERBLICK ÜBER VERSCHIEDENE SCHUTZKATEGORIEN



Anzahl und Überlappung von geschützten und gefährdeten Pflanzenarten und von Pflanzenarten [10], für die Deutschland Verantwortung übernommen hat [11]. a) Gesamtflora der Gefäßpflanzen [12], b) obligate Waldarten [13]. Zahlen kennzeichnen die Artenzahl in den jeweiligen Sektoren.

Wissen den Grad der Gefährdung für einzelne Arten feststellt, nennt 712 gefährdete Gefäßpflanzen (Grad 1 stark bis 3 schwach gefährdet). Hinzu kommen ca. 113 potenziell gefährdete Arten [10].

IN KÜRZE

- *Die Biodiversitätsstrategie der Bundesregierung sieht vor, dass 5 % des Waldes **aus der Bewirtschaftung** genommen werden sollen, um den angenommenen **Artenverlust** zu stoppen. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme kann, zumindest mit Blick auf Pflanzenarten, kritisch hinterfragt werden.*
- *Die Flora im Wald enthält nur ca. 12 % der Pflanzenarten Deutschlands. Seit Beginn der Aufzeichnungen über Artverluste ist im Wald in den vergangenen ca. 250 Jahren trotz Bewirtschaftung **keine einzige an Waldhabitate gebundene Art** verlorengegangen.*
- *Im unbewirtschafteten Wald hat sich bislang **keine Pflanzenart gefunden**, die nicht auch im Wirtschaftswald vorkommt, umgekehrt gibt es auf vergleichbaren Flächen dagegen eine größere Zahl gefährdeter Arten, **die nur bei Bewirtschaftung** vorhanden sind.*
- *Bei der Fauna sind die Verhältnisse noch nicht abschließend geklärt, neuere Untersuchungen sprechen auch auf Landschaftsebene jedoch **gegen einen Artenrückgang** durch eine naturnahe und nachhaltige Waldbewirtschaftung.*
- *Da aus der Nutzung genommene Wälder durch die vielerorts hohen Schalenwildbestände, den ungebremsten Stickstoff- und Pestizideintrag sowie den Klimawandel nicht frei von menschlichen Einflüssen sind und sich daher nur bedingt „natürlich" entwickeln, werden **neben größeren nicht genutzten Flächen**, die die Habitatvielfalt berücksichtigen sollten, alternative **Schutzkonzepte** für nötig erachtet, um gezielt bestimmte gefährdete Arten in ihren Populationen zu stabilisieren.*

Im Zuge der Umsetzung der FFH-Richtlinie der EU hat Deutschland für den Erhalt von 303 Gefäßpflanzen die „Verantwortung" übernommen und 67 weitere potenzielle Verantwortungsarten ausgewiesen [11]. Für die „Verantwortungsarten" muss Deutschland nachweisen, dass sich deren Bestand nicht verschlechtert.

Für eine Diskussion um Naturschutz und Bewirtschaftung ist es wichtig zu erkennen, dass die drei Naturschutzkategorien nicht aufeinander abgestimmt sind (Naturschutz als Teil der Roten Liste und Verantwortung als Teil von Naturschutz und Roter Liste), sondern dass es sich um nahezu unabhängige „Achsen" des Naturschutzes mit einer relativ kleinen Überschneidungsmenge handelt. Nur 55 der 1177 naturschutzrelevanten Pflanzenarten sind in Deutschland geschützt, gelten als gefährdet und Deutschland übernimmt gleichzeitig Verantwortung für ihr Weiterbestehen. Im Gegensatz dazu gibt es 146 Pflanzenarten, die geschützt, aber nicht gefährdet sind; es gibt 500 gefährdete Pflanzenarten, die nicht geschützt sind, und es gibt 127 Arten, die weder geschützt noch gefährdet sind, für die Deutschland Verantwortung übernimmt. Fasst man die drei Kategorien (Schutz, Gefährdung, Verantwortung) zusammen so stehen fast 50 % der Pflanzenarten unter „naturschutzfachlicher Beobachtung", auch wenn viele davon durchaus häufig sind. Nur ein Teil der Schutzkategorien werden bei Verstoß durch Strafen geahndet (Naturschutzgesetz, Natura 2000), dennoch schürt die Situation Vorbehalte der wirtschaftenden Landnutzer gegen den Naturschutz. Dies führte unter anderem dazu, dass Flächen mit potenziellem Naturschutzwert umgewandelt wurden, weil eine Unterschutzstellung befürchtet wurde.

Für eine Einschätzung der Bedeutung des Waldes und dessen Bewirtschaftung für den Naturschutz erscheint es angebracht, die Zusammenhänge, die für die Gesamtflora dargestellt wurden, mit den Verhältnissen im Wald zu vergleichen (Abbildung 2b). Dabei konzentrieren wir uns auf die 346 Arten, die an Waldhabitate gebunden sind, die so genannten „obligaten" Waldarten (Kategorie 1 nach Schmidt et al. [13]). Nur 100 obligate Waldarten (8,4 % aller naturschutzrelevanten Arten) stehen unter naturschutzfachlicher Beobachtung. Die Überschneidungsmenge von Schutz, Gefährdung und Verantwortung im Wald umfasst nach den Angaben des

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

BfN (Bundesamt für Naturschutz) fünf Arten. Davon sind aber zwei Arten, nämlich *Asplenium adulterinum* (Serpentin-Streifenfarn auf Serpentinfeldern wachsend) und *Hymenoptera tunbergiensis* (Hautfarn in feuchten Felsschluchten wachsend), keine typischen „Waldarten". Somit bleiben nur die folgenden drei Arten als Überschneidungsmenge: *Pulmonaria collina* (Hügellungenkraut) mit Verbreitungsschwerpunkt in süddeutschen Laubwäldern und hellen Gebüschen, *Chimaphila umbellata* (Winterlieb) in trockenen, wärmeliebenden Kiefernwäldern und die blattlose Orchidee *Epipogium aphyllum* (Widerbart) in Buchen- und Nadelwäldern.

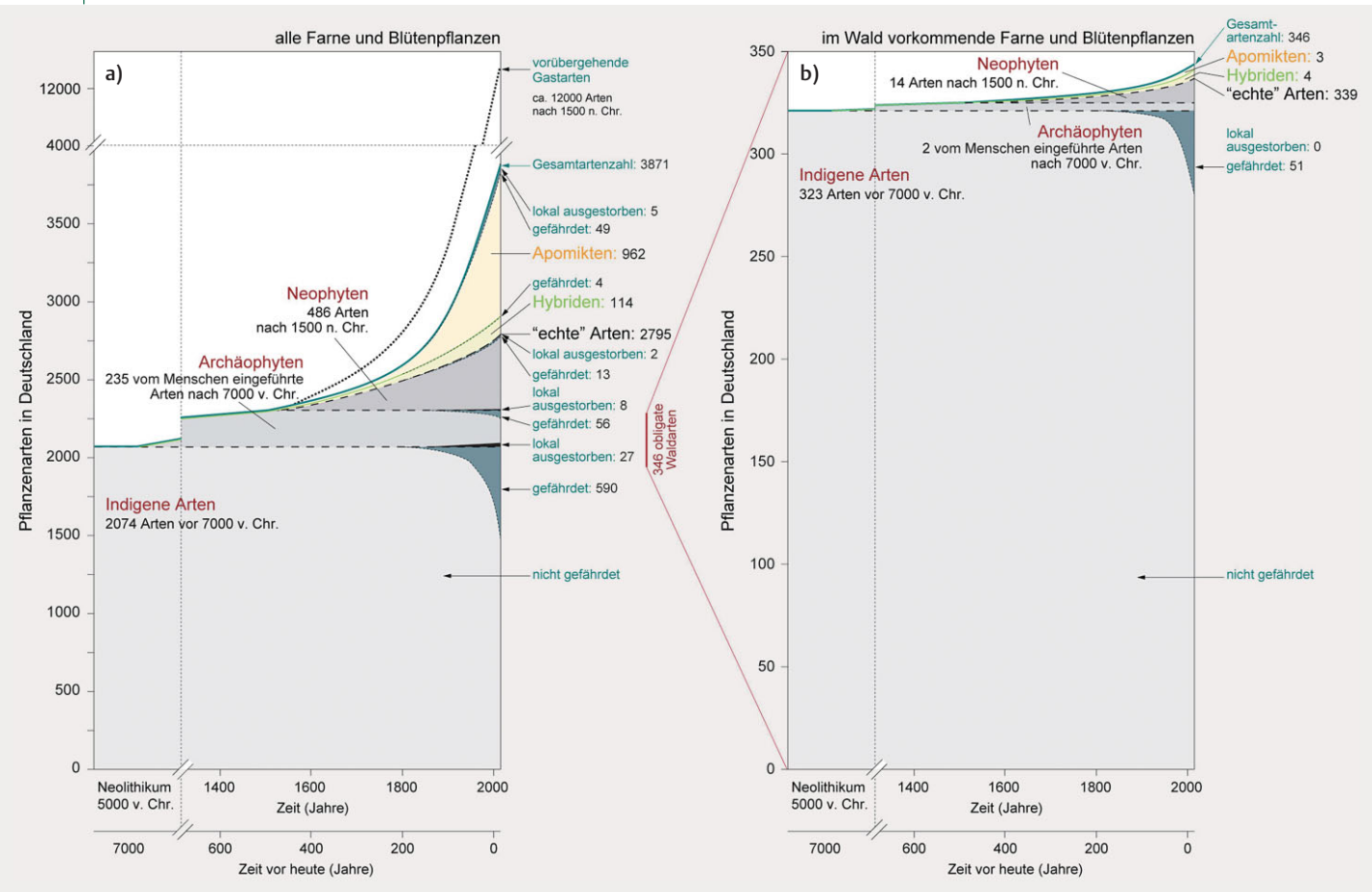
Zeitliche Entwicklung und das Aussterben von Pflanzenarten

Entsprechend der „Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands" [12] unterscheidet man zwischen „indigenen" Arten, die ohne einen merklichen menschlichen Einfluss nach der letzten Eiszeit Deutschland erreichten, den „Archaeophyten", die als Kulturbegleiter mit dem Anbau von Feldfrüchten zu uns gelangten, und den „Neophyten", die nach der Entdeckung Amerikas (1492) nach Europa kamen. In Abbildung 3a wurde die zeitliche Entwicklung dieser Einwanderung schematisch dargestellt. Dazu wurden die einzelnen Gruppen auf einer Zeitachse entsprechend ihrer Definition aufgetragen. Dies vernachlässigt die Tatsache, dass die Entwicklung in „Stufen" erfolgte, wenn man zum Beispiel an den Beginn der Landwirtschaft und an Rodungsperioden denkt. Die schematische Darstellung veranschaulicht dennoch die zeitliche Entwicklung.

Vor 7000 Jahren (Neolithikum, Eichenmischwaldzeit) gab es in Deutschland vermutlich etwa 2074 Farn- und Blütenpflanzenarten. Mit der Agrarwirtschaft stieg die Artenzahl auf 2309 Arten, und in der Neuzeit auf 2795 „echte" Pflanzenarten (Artenzahl ohne Berücksichtigung von Hybriden und Apomikten). Der Artenschutz-Report 2015 [15] geht von 3062 Gefäßpflanzen aus. Die Rote Liste nennt 3319 Sippen [10]. Die Unterschiede in den Angaben beruhen auf der Zuordnung der Hybriden und Apomikten, und auf der Definition von Arten und Unterarten. Im Allgemeinen wird die unter naturschutzfachlicher Beobachtung stehende Pflanzenzahl (1177 Arten, Abbildung 2) mit den so genannten „echten" Pflanzenarten verglichen.

Zu der Zahl an „echten" Pflanzenarten kommen nach Wisskirchen und Häupler [12] 114 Hybriden und

ABB. 3 | ZEITLICHE ENTWICKLUNG DER GEFÄßPFLANZEN UND WALDARTEN SEIT 7000 JAHREN. NACH [14].



© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

962 Apomikten (auch als agamosperme Arten bezeichnete Arten mit obligat oder fakultativ asexueller Fortpflanzung). Die Apomikten repräsentieren Gattungen, die sich auch in jetziger Zeit evolutiv stark entfalten, und sich damit an Störungen der Habitate oder extreme Lebensbedingungen anpassen, denn Agamospermie ist oft mit Hybridbildung und Polyploidie gekoppelt. Obgleich nur relativ wenige Apomikten klassifiziert wurden, weist die Rote Liste 49 der Apomikten als gefährdet aus, 5 Apomikten sind lokal ausgestorben. Dies weist darauf hin, dass nach derzeitiger Kenntnis diese Arten eine relativ kurze Lebensdauer der Populationen haben. Sie wurden daher der Neuzeit (nach 1492) zugerechnet. Dies schließt nicht aus, dass Apomikten seit Bestehen der Gattung gebildet werden. So trennten sich bei *Rubus* verschiedene Unterarten und Aggregate bereits im Tertiär [16]. Unklarheiten bei der Zählung der Apomikten erschweren auch dem Naturschutz die Nennung einer konkreten Zahl gefährdeter Arten. Im Allgemeinen werden sie nicht gezählt (zum Beispiel Rote Liste Thüringens, [17 Seite 369, 10].

Inklusive der Apomikten und Hybriden hat Deutschland z. Zt. etwa 3871 Gefäßpflanzenarten, also deutlich mehr als der Artenschutz-Report 2015 [15] anerkennt. Die Zahl der gefährdeten Pflanzenarten ist mit 590 Arten geringer als die Zahl der Apomikten (962 Arten). Eine weitere Unsicherheit gibt es bei den Arten, die nur vorübergehend in Deutschland beobachtet wurden. Es handelt sich dabei um eine sehr große Zahl, nämlich vermutlich etwa 12.000 Arten, die als vorübergehende „Gäste“ ebenso wie Zierpflanzen nicht als Arten der Flora von Deutschland gezählt werden.

Ob mit oder ohne Hinzuzählung der Apomikten nahm die Zahl der Pflanzenarten in Deutschland seit der Einführung der Landwirtschaft zu. Die Zunahme an Arten beruht zum Teil aber natürlich auch auf einer besseren taxonomischen Beschreibung der Arten.

Im Vergleich zur Entwicklung der Gesamtflora zeigt die Abbildung 3b die Situation im Wald. Die typischen Waldarten repräsentieren mit 346 Arten etwa 15 % der „echten“ Pflanzenarten in der Flora, oder etwa 9 % aller Arten (inklusive Apomikten und Hybriden). Bei 64 Baumarten in Deutschland machen die krautigen und strauchigen Arten 81 % der Waldflora aus, d. h. die Krautflora und nicht die Baumflora ist für die Biodiversität im Wald besonders wichtig. Im Wald gibt es nur drei Apomikten gegenüber 962 im Offenland (Gattung *Rubus*). Die ca. 20 in Bayern neu beschriebenen *Sorbus*-Hybriden sind bei Wisskirchen und Häupler [12] noch nicht enthalten [18]. Auch im Wald hat die Gesamtzahl der Pflanzenarten kontinuierlich zugenommen, wobei Lücken, die durch Bewirtschaftung entstehen, positive Wirkungen entfalten können [19]. So kommt die zuvor erwähnte, gefährdete *Pulmonaria collina* vor allem auf Waldschneisen unter Starkstromleitungen vor [12].

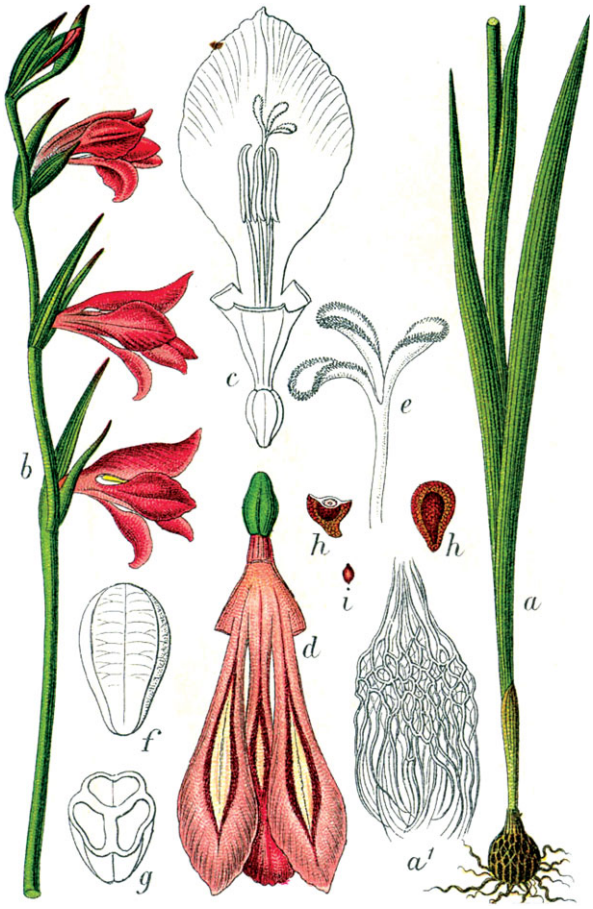


ABB. 4 ***Gladiolus palustris*, in Thüringen zum letzten Mal 1768 beobachtet. Es gibt noch Reliktstandorte dieser Art in Bayern.** Bild: aus Sturm, Deutschlands Flora in Abbildungen, 1796.

Bei der hohen Dynamik der Flora von Deutschland (siehe Zahl der Apomikten) ist es nicht erstaunlich, dass Arten auch aussterben. Nach der Roten Liste [10] sind in Deutschland 42 Arten und nach der BioFlor Datenbank 47 Pflanzenarten ausgestorben (11 in Segetal- und Ruderalgesellschaften, 17 in verschiedenen Grasländern, 12 in Feuchtgebieten und 7 in Wald- und Gebüschgesellschaften). Von den drei verschollenen obligaten Waldarten wurden zwei wiederentdeckt (*Rosa abietina* im Schwarzwald und *Carex depauperata* in Rheinland-Pfalz). Bei der dritten Art, *Veronica paniculata*, handelt es sich um eine fakultative Waldart, die schwerpunkmäßig in pannonischen Steppen vorkommt. Auf der Basis der Flora von Thüringen [17] ist *Gladiolus palustris* die Art, die in historischer Zeit als erste ausstarb (Abbildung 4). Sie wurde in Thüringen 1768 zum letzten Mal dokumentiert. Die Art kommt heute nur noch als Reliktart in Bayern vor. Unter den seither verschollenen Arten ist in Thüringen keine einzige obligate Waldart. Das bedeutet, dass im Wald trotz Bewirtschaftung seit ca. 250 Jahren keine einzige der

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

TAB 1. ANZAHL DER UNTER NATURSCHUTZBEOBACHTUNG STEHENDEN ARTEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN LANDNUTZUNGEN

Artenzahlen	Agrarland	Wald	Wirtschaftsgrünland	Trocken- und Halbtrockenrasen
Obligate Arten	335	358	68	38
Fakultative Arten	788	871	476	443
Rote Liste (RL)	58	92	23	21
Geschützte Arten	0	95	11	8
Verantwortungsarten (V)	1	36	9	5
RL+Schutz+V	59 (17 %)	98 (27 %)	26 (38 %)	22 (58 %)
Neue Arten	12	0	0	2
Ausgestorbene Arten	6	0	2	1

Vergleich der obligaten und fakultativen Gefäßpflanzenarten in Agrarland, Wald, Wirtschaftsgrünland sowie Trocken- und Halbtrockenrasen zusammen mit der Zahl der gefährdeten Arten der Roten Listen, den unter Schutz stehenden Arten und den Verantwortungsarten. Ausgestorbene Arten nach der Roten Liste [10]. Neue Arten wurden aus dem Vergleich der Standardliste der Gefäßpflanzen von Wisskirchen und Häupler [12] und der BioFlor Datenbank (wwwz.ufz.de/bioflor) ermittelt. Obligate Arten im Wald entsprechen der Kategorie 1 von Schmid et al. [13]. Obligate Arten im Agrarland (Ruderal- und Segtalarten), Wirtschaftsgrünland und den Trocken- und Halbtrockenrasen sind die Arten, die nach der BioFlor Datenbank in keinen anderen pflanzensoziologischen Klassen vorkommen.

typischen Waldarten ausgestorben ist. Offensichtlich war die Bewirtschaftung im Hinblick auf den Erhalt von Pflanzenarten seit langer Zeit nachhaltig, denn Schutzmaßnahmen begannen erst in jüngerer Zeit.

Während diese Befunde von Seiten des Naturschutzes in der Regel nicht in Zweifel gezogen werden, werden großflächige Unterschutzstellungen zumeist mit Blick auf die Fauna gefordert. Neuere Untersuchungen legen jedoch nahe, dass der Artenreichtum an Tieren in bewirtschafteten Wäldern über verschiedene Taxa hinweg keinesfalls niedriger, auf Landschaftsebene sogar höher ist, als in Wäldern, die aus der Nutzung genommen wurden [33]. Dies erklärt sich vermutlich daraus, dass die Bewirtschaftung die Heterogenität zwischen den Flächen und damit den Nischenreichtum erhöht. Zudem ist bekannt, dass die Zahl der Tierarten ganz wesentlich von der Zahl der Pflanzenarten bestimmt ist [9, 20, 21], wobei die Wirkung einzelner Arten unterschiedlich sein kann [21].

Sofern Tierarten unabhängig von der Artenzahl der Pflanzen gefährdet sind, liegt der Verdacht nahe, dass es andere Faktoren als die forstliche Bewirtschaftung sind, die diese Arten in Bedrängnis bringen, und diese Faktoren werden durch Unterschutzstellung nicht zwingend ausgeschaltet. Zum Beispiel können Klimawandel, Pestizide und Stickstoffdeposition aus der Atmosphäre einen Einfluss auf die Tierwelt haben, der unabhängig von der Unterschutzstellung von Pflanzenarten ist. Gleichwohl gibt es im Wirtschaftswald bestimmte Strukturen (sehr alte Bäume, temporär hohe Totholzmengen) in geringerem Umfang als in Urwäldern, was darauf angewiesene Arten selten macht. Dem Erhalt dieser Strukturen wird jedoch, zumindest im öffentlichen Wald, seit einiger Zeit durch Alt- und Totholzkonzepte und durch Flächenstilllegungen in begrenztem Umfang Rechnung getragen (in den Staatswäldern sind dies, je nach Bundesland, bis zu 10 % der Waldfläche), die ihre positiven Wirkungen aber erst in vielen Jahrhunderten entfalten dürften.

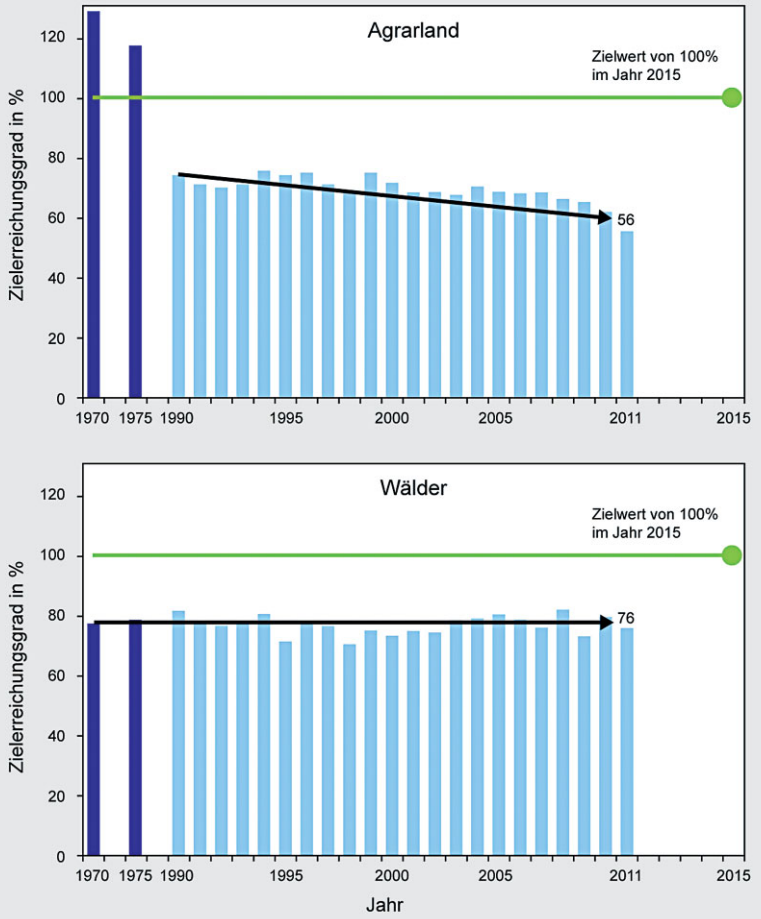
Beitrag der Forstwirtschaft zur Arterhaltung

Die Leistung der Forstwirtschaft zum Erhalt der Biodiversität im Wald wird erkennbar bei einem Vergleich der Anzahl der unter Naturschutzbeobachtung stehenden Arten bei unterschiedlichen Landnutzungen. Tabelle 1 vergleicht die wichtigsten Landnutzungsarten: Agrarwirtschaft (Ruderal- und Segetalarten), Forstwirtschaft und Grünlandwirtschaft sowie Trocken- und Halbtrockenrasen, die keiner oder nur extensiver Bewirtschaftung unterliegen. Es wird für die Pflanzen, die obligat in dem jeweiligen Nutzungstyp vorkommen, die Zahl der naturschutzrelevanten Arten ermittelt. Entgegen unserer Erwartung [vgl. auch 22] hat die Agrarwirtschaft bei einer hohen Zahl obligater Arten die vergleichsweise geringste Zahl an unter Schutz stehenden Arten und nur eine Verantwortungsart (*Bromus brachystachys*). Nur 17 % der obligaten Ruderal- und Segetal-Arten stehen unter Naturschutzvorbehalt. Es sind zwar sechs Arten ausgestorben, aber im Vergleich zur Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen [12] enthält die Bioflor-Datenbank im Jahr 2015 insgesamt 12 neue Arten, d.h. die Artenvielfalt hat scheinbar zugenommen.

Das entgegengesetzte Extrem sind die Trocken- und Halbtrockenrasen. Hier gibt es weniger obligate Arten als im Agrarland, von denen aber 58 % unter Naturschutzvorbehalt stehen, mit einem hohen Anteil gefährdeter Arten. Eine Art ist ausgestorben (*Ononis natrix*), und zwei Arten sind im Vergleich zur Standardliste von Wisskirchen und Häupler [12] hinzugekommen. Hier macht sich vermutlich ein systematischer Effekt der Flächenverfügbarkeit bemerkbar. Der Lebensraum des Trockenrasens ist seltener als der des Ackers. Folglich ist die Nische für Arten, die nur auf Trockenrasen vorkommen, seltener als für jene Arten, die an Ackerland gebunden sind. Eventuell wurden die Trockenrasen aber auch intensiver beobachtet. Zwischen diesen Extremen stehen der Wald und das Wirtschaftsgrünland, wobei der Wald einen geringeren Anteil an naturschutzrelevanten Arten hat als das Grünland. Der Wald

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

ABB. 5 | ZEITLICHE ENTWICKLUNG VON BIOTOP-INDIKATOREN



Zeitliche Entwicklung von Biotop-Indikatoren für Agrarland und für Wälder laut Indikatorbericht der Bundesanstalt für Naturschutz (BfN): Die Agrarwirtschaft bekam im Indikatorenbericht des BfN einen „Bonus" von ca. 20 %, d.h. der anzustrebende 100 %-Wert liegt bei ca. 80 % von 1970. Der Wald soll gegenüber 1970 20 % mehr ökologische Leistung erbringen. Während die Agrarwirtschaft sich verschlechterte, hat der Wald seit 1970 konstant seine Leistungen hinsichtlich der angestrebten Artenvielfalt erbracht [15].

ist aber im Vergleich zu allen anderen Nutzungsformen die einzige Nutzungsart, in der keine obligate Art ausgestorben ist. Da Naturschutzbemühungen später einsetzten als die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder, ist dieses Ergebnis nicht ein Erfolg von gezielten Maßnahmen des Naturschutzes.

Zur Umsetzung der „Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt" erstellt das Bundesamt für Naturschutz einen „Indikatorenbericht" [23]. Für unterschiedliche „Indikatoren" werden für terrestrische Ökosysteme im Allgemeinen die Jahre 1970 und 1976 als Basis mit dem aktuellen Beobachtungsjahr verglichen. Es gibt zwei Ausnahmen. Die Landwirtschaft (Agrarwirtschaft) bekam einen „Bonus" von ca. 20 %, d.h. der anzustrebende 100 %-Wert liegt bei ca. 80 % von 1970. Umgekehrt ist es beim Wald, der in Zukunft gegenüber 1970 20 % mehr ökologische Leistung erbringen soll (Abbildung 5). Es ist nicht gelungen, herauszufinden, wie dieses Plus von 20 % begründet wird, und wo dies verankert ist. Im Gegensatz zur Agrarwirtschaft, die sich auch gegenüber der um 20 % verringerten Ziellinie weiter verschlechterte, hat der Wald seit 1970 konstant seine Leistungen hinsichtlich der angestrebten Artenvielfalt erbracht. Somit war im Indikatorenbericht des Jahres 2014 die Forstwirtschaft die einzige Landnutzung, in der sich die Biodiversitätsindikatoren nicht verschlechterten. Wegen des 20 %-Übersolls verfehlte aber auch die Forstwirtschaft das „Biodiversitätsziel". Der Indikatorbericht untersuchte die Entwicklung von elf Vogelarten und nicht die von Ackermann et al. [24] dem BfN für den Wald empfohlene Liste an Indikatoren, wonach sich die Leistung der Forstwirtschaft sogar verbessert hätte.

Der Indikatorbericht des BfN stützt sich nicht auf Pflanzenarten. Dennoch wäre es wichtig zu wissen, ob es Pflanzenarten gibt, die nur im Naturschutzwald vorkommen, oder ob der Wirtschaftswald naturschutzrelevante Pflanzenarten enthält, die nicht im unbewirtschafteten Wald vorkommen. Einen Hinweis geben die drei Untersuchungsregionen der so genannten Biodiversitätsexploratorien auf der Schwäbischen Alb, im Hainich und der Schorfheide mit edaphisch und topographisch vergleichbaren Flächen. Dort gibt es weder eine geschützte oder gefährdete Gefäßpflanze noch eine Gefäßpflanze mit Verantwortungsvorbehalt, die nur im unbewirtschafteten Wald vorkommt. Es gibt aber 16 naturschutzrelevante Gefäßpflanzen, die nur im Wirtschaftswald vorkommen. Bei den Moosen gibt es zehn und bei den Flechten 47 Rote-Listen-Arten, die nur im Wirtschaftswald vorkommen und keine Rote-Listen-Art, die ausschließlich im ungenutzten Wald vorhanden ist. In letzter Konsequenz bedeutet dies, dass zumindest über viele Jahrzehnte, in denen sich unter Schutz gestellte Waldbestände schließen und ein dichtes Kronendach bilden, der Verzicht auf Nutzung ohne positive Effekte für die Artenvielfalt der Gefäßpflanzen bleibt [25].

Biodiversität und Bewirtschaftungsart

In der Öffentlichkeit herrscht der Eindruck vor, dass unbewirtschaftete Waldflächen (Waldflächen ohne Holznutzung) artenreicher sind als bewirtschaftete. Tatsächlich wurden in der Vergangenheit vor allem solche Flächen unter Schutz gestellt, die wegen ihrer Artenvielfalt gegenüber der Umgebung hervorstachen. Eine Nutzung „nach guter fachlicher Praxis" ist laut Naturschutzgesetz auch auf Flächen mit Naturschutzauflagen zulässig. Nur in Nationalparken und in den Kernzonen von Biosphärenreservaten ist eine Nutzung untersagt. In einer umfassenden Übersicht verglich ein Autorenkollektiv [26] in Westeuropa derartige ungenutzte Schutzgebiete mit angrenzendem Wirtschaftswald. Diese Arbeit zeigt, dass unbewirtschafteter Wald

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

und ▸ Altersklassenwald aus Laub- und Nadelwald mit einer abgestuften Folge gleichaltriger Flächen sich selbst hinsichtlich sensibler Gruppen, wie zum Beispiel der Totholzkäfer, nicht voneinander unterschieden. Eine negative Artenbilanz im Vergleich zum nicht-bewirtschafteten Wald haben dagegen der sogenannte ▸ Plenterwald und der naturnahe ▸ Dauerwald vermutlich wegen der dort gegebenen permanenten Kronendachbedeckung. Die Autoren bewerten aber auch diese Unterschiede als gering.

Die Ergebnisse der Arbeit von Paillet et al. [26] sind unerwartet, denn es wurden in der Vergangenheit vor allem artenreiche Gebiete aus der Nutzung genommen. Um dieses Ergebnis zu reproduzieren, wurde ein Artenvergleich auf Flächen unter standardisierten Bedingungen vorgenommen (den zuvor genannten Exploratorien der Deutschen Forschungsgemeinschaft). Tabelle 2 zeigt für die bislang publizierten Artengruppen, dass die durchschnittlichen Artenzahlen im Altersklassenwald mit Laub- und Nadelholz-Bestockung höher ist als im ungenutzten Wald. Selbst das Totholzvolumen, das als Habitat für eine Reihe von Käferarten wichtig ist, erreicht im Altersklassenwald größere Mengen als im seit einigen Jahrzehnten ungenutzten Wald. Plenterwald und „Naturnaher Wald", die bei Paillet et al [26] einen geringfügig negativen Effekt hatten, wurden leider nicht durchgehend untersucht. Tabelle 2 zeigt nur die so genannte Alpha-Diversität, es wird also nur der durchschnittliche Artenreichtum verschiedener Probeflächen verglichen. Inzwischen wurde gezeigt [33], dass zusätzlich die sogenannte Beta-Diversität, die als Habitat- und Strukturvielfalt die Heterogenität zwischen verschiedenen Beobachtungspunkten beschreibt, wesentlich zur Gesamtartendiversität eines Bewirtschaftungssystems beiträgt. Die Beta-Diversität erwies sich auf den Flächen der Biodiversitätsexploratorien in Wirtschaftswäldern höher als in den aus der Nutzung genommenen Wäldern.

TAB 2. WIEVIELE ARTEN LEBEN IN WELCHEM WALDTYP?

	Naturschutz	AK-Laubwald	AK-Nadelwald	Quelle
Kräuter	14,8	17,8	17,8	[27]
Lichtzeiger	0,9	3,1	0,1	[27]
Totholz (m^3/ha)	9,7	15,0	25,1	[28]
Moose	7,0	10,0	16,0	[28]
Flechten	5,1	4,6	4,9	[29]
Flechten RL	1,2	0,4	0,3	[29]
Ständerpilze	17	27	30	[30, 31]
Bodenbakterien	1221	1406	960	[32]

Vergleich der mittleren Artenzahlen verschiedener Organismengruppen im geschützten Wald (Naturschutz) und im Altersklassenwald (AK) von Laub- und Nadelwald.

Jagd

Neben den aufgezeigten positiven Einflüssen der forstlichen Bewirtschaftung auf die Artenvielfalt muss ergänzt werden, dass es im Wald Faktoren gibt, die eine starke Verarmung der Flora nach sich ziehen. Unzureichende Jagd führt bei fehlenden großen Raubtieren, zum Beispiel dem Wolf oder dem Luchs, zu überhöhten Wildbeständen. Diese verursachen einen Verlust an Baumarten mit gravierenden negativen Einflüssen vor allem auf die Diversität in der Gehölzverjüngung, d.h. der Wald der Zukunft wird, bei unzureichender Jagd, baumartenärmer. Es gibt inzwischen Waldgebiete, in denen sich die Hauptwirtschaftsbaumarten wegen Wildverbiss nicht ausreichend verjüngen [34, 35], obwohl dies nach den gültigen Wald- und Jagdgesetzen ohne Schutzmaßnahmen möglich sein sollte [36]. Bei fehlenden Prädatoren ist der Einfluss des Wildes dort am höchsten, wo am wenigsten gejagt wird bzw. die Jagd auf Trophäen ausgerichtet ist [21]. Zusätzlich fördern hohe Schwarzwildbestände vermutlich die Ausweitung bestimmter Arten, zum Beispiel des Bärlauchs, *Allium ursinum*. Hohe Wildbestände sind der wichtigste Faktor, der auch die Krautflora auf großer Fläche negativ beeinflusst [19].

Naturschutz im Wald: Rechnen wir richtig?

Die nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt sieht vor: „2020 beträgt der Flächenanteil der Wälder mit natürlicher Waldentwicklung 5 % der Waldfläche". Nach den Ergebnissen einer bundesweiten Erfassung von Flächen mit dauerhaftem Nutzungsverzicht werden 2020 etwa 2,3 % der Wälder nicht mehr bewirtschaftet sein [37]. In dieser Bilanzierung sind jedoch kleine Flächen bzw. Einzelbäume nicht berücksichtigt, obwohl gerade diese Strukturelemente in einem dicht besiedelten Land und bei intensiver Bewirtschaftung zur Biodiversität beitragen. Die dritte Bundeswaldinventur von 2014 [38] zeigt, dass zur Zeit bereits 593.000 ha von 11.491.124 ha Waldfläche, das sind 5,1 % der Waldfläche, nicht genutzt werden. Dabei handelt es sich auch um kleinere Flächen, wobei es über die ökologische Bedeutung kleiner Flächen unterschiedliche Bewertungen gibt.

Nach den in der Welternährungsorganisation (FAO) gültigen und auf den Untersuchungen von Potapov et al. [39] basierenden Definitionen sind alle Nationalparks in Deutschland zu klein „um keinen signifikanten Einfluss des Menschen zu zeigen und die gesamte heimische Biodiversität, inklusive der Populationen von migrierenden Arten, zu enthalten" (übersetzt aus dem Englischen). Hinsichtlich des Artenschutzes gibt es „ikonenhafte" Relikte der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung [siehe zum Beispiel 40], und es gibt Gebiete mit höherer organismischer Vielfalt, aber diese Gebiete werden in ihrer Struktur durch Bewirtschaftung erhalten. Umso mehr wäre ein Bewahren von Habitaten auf großer Fläche wichtig. Im Grunde ist es eine Aufgabe des Försters, im Wirtschaftswald entsprechende Habitate zu erhalten. Eine Möglichkeit, die Biodiversitätssituation im Wirtschaftswald zu verbessern

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

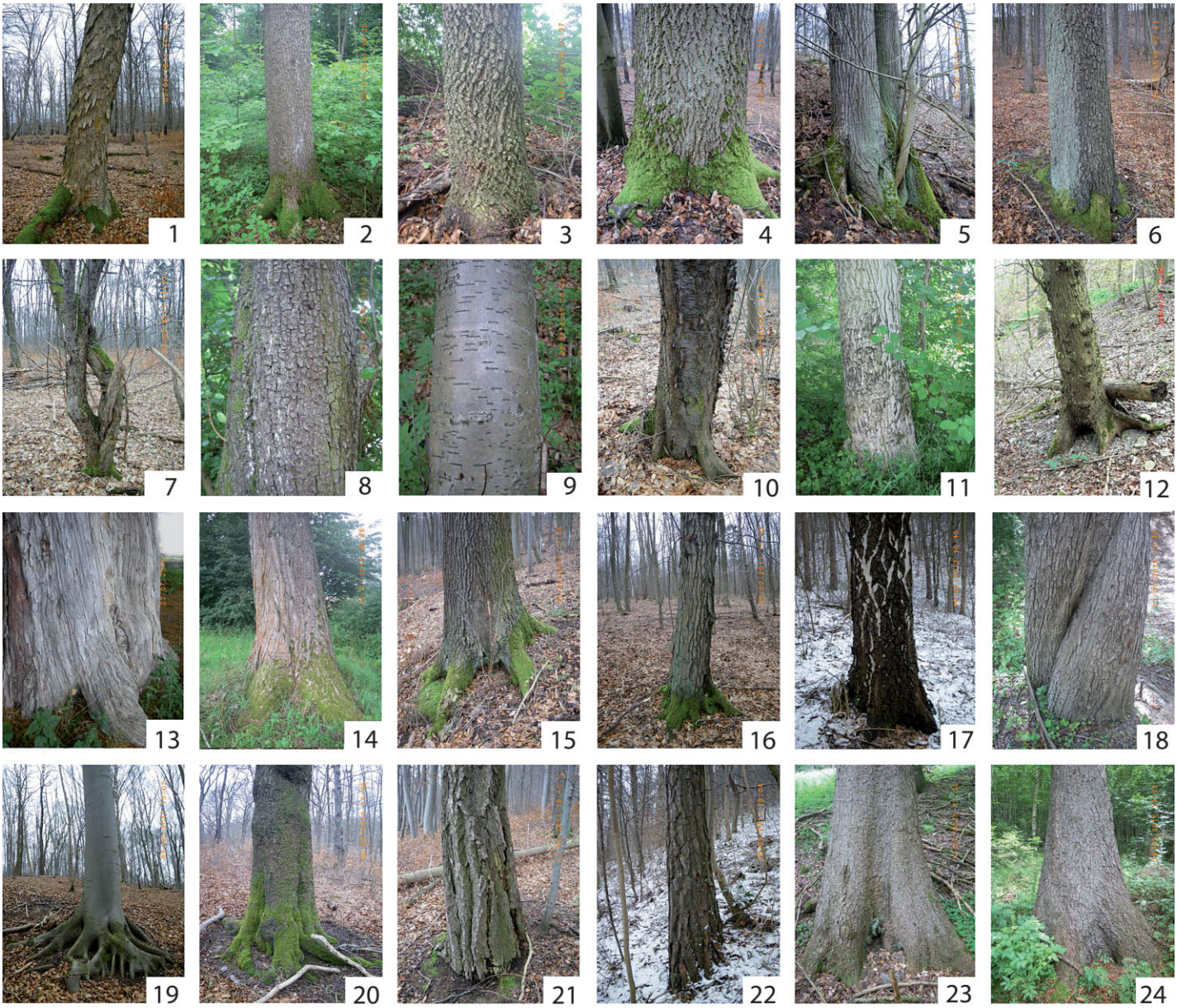


ABB. 6 Rinden-Rätsel. Ansichten der Rinde verschiedener Baumarten aus einem Bauernwald im Thüringer Forstamt Bleicherode. Erkennen Sie die Baumarten?

1: Bergahorn: *Acer pseudoplatanus*, 2: Spitzahorn: *Acer platanoides*, 3: Feldahorn: *Acer campestre*, 4: Esche: *Fraxinus excelsior*, 5: Linde: *Tilia* spec., 6: Elsbeere: *Sorbus torminalis*, 7: Wildapfel: *Malus sylvestris*, 8: Wildbirne: *Pyrus pyraster*, 9: Vogelbeere: *Sorbus aucuparia*, 10: Kirsche: *Prunus avium*, 11: Walnuss: *Juglans regia*, 12: Eibe: *Taxus baccata*, 13: Ulme: *Ulmus laevis*, 14: Pappel: *Populus x canadensis*, 15: Eiche: *Quercus robur*, 16: Hainbuche: *Carpinus betulus*, 17: Birke: *Betula pendula*, 18: Weißdorn: *Crataegus* spec., 19: Buche mit glatter Rinde: *Fagus sylvatica*, 20: Buche mit rauer Rinde: *Fagus sylvatica*, 21: Lärche: *Larix decidua*, 22: Kiefer: *Pinus sylvestris*, 23: Tanne: *Abies alba*, 24: Fichte: *Picea excelsa*

besteht in einer konsequenten Ausweisung eines Netzwerkes von Habitatbäumen (inklusiver bestehender Höhlen und Nistbäume). Über solche Habitatbäume wäre ein geographisches breites Netzwerk alter Bäume erreichbar. Die Vernetzung von Habitaten über Relikt- und Habitatbäume im Wald hätte vermutlich eine größere ökologische Bedeutung als die Einrichtung von Schutzgebieten mit unzureichender Größe.

Unter den gegebenen kulturhistorischen Bedingungen z. B. was den Fragmentierungsgrad der Landschaft angeht, einschließlich des Fehlens von Raubtieren ist die von IUCN geforderte „natürliche Entwicklung“ in vorhandenen Schutzgebieten nicht zu erwarten. Mancherorts übernehmen hohe Wildbestände die gegenteilige Funktion des Wirtschafters. López-Bao et al. [41] argumentieren sogar, dass für große Raubtiere eher die

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Entwicklung einer Co-Existenz mit dem Menschen und nicht eine „Wilderness“ nötig sei. Langfristig ist daher auf diesen Flächen, zumindest was die floristische Diversität angeht, mit einem Rückgang zu rechnen. Insofern müsste der Erhaltung und der Bewirtschaftung kleinerer Naturdenkmale größere Beachtung geschenkt werden.

Mögliche Auswirkungen eines Klimawandels

Deutschland übernimmt im Rahmen der Natura 2000-Richtlinie der EU die Verantwortung für eine größere Zahl von Organismen auf bewirtschafteten Flächen. Es wird anhand von Bewirtschaftungsvorschriften angestrebt, dass keine Verschlechterung im Zustand dieser Populationen in Zukunft eintritt, was grundsätzlich auch bei geänderten Klimabedingungen gilt. Dieses Verschlechterungsverbot gilt nicht für Nationalparks, denn diese unterliegen dem Gebot einer „natürlichen Entwicklung“, auch wenn diese vom Menschen beeinflusst bzw. bedingt ist.

Die Maßgaben der EU-Richtlinie können unter den Bedingungen des sich abzeichnenden Klimawandels vermutlich aber nicht erfüllt werden. Hickler et al. [42] zeigen anhand von Ausbreitungsmodellen, dass mit erheblichen Änderungen der derzeitigen Verbreitungsgebiete aller Arten zu rechnen ist. Mit diesen Änderungen wird es auch zu Artverlusten kommen, und dieser Vorgang ist auch durch Bewirtschaftung nicht aufzuhalten. Schutzgebiete (zum Beispiel Nationalparks, ▸ Naturwaldparzellen) können in diesem Zusammenhang als Referenz für Änderungen in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und Populationen dienen. Hier kommt dem flächendeckenden Netz der bestehenden Naturwaldreservate [43] eine besondere Bedeutung zu, da sie eine größere Vielfalt an Lebensräumen abdecken als die Nationalparke. Die Entwicklung auf diesen Flächen zeigt bereits am Beispiel der Eiche, dass aus nutzungsgeschichtlichen Gründen vor allem die Bewirtschaftung bestimmten Populationen bzw. Arten einen substanziellen Flächenanteil sichert. So zeigt sich z. B. in jenen Naturwaldreservaten, in deren Altbeständen die Eiche dominiert, dass die nachfolgende Baumschicht nahezu ausschließlich von der Rotbuche bestimmt wird [44]. Soll ein Bestand mit substanziellem Eichenanteil erhalten werden, sind forstliche Eingriffe zur Konkurrenzsteuerung im Zuge einer Bewirtschaftung unumgänglich.

Fazit und Schlussfolgerung

In der mitteleuropäischen Kulturlandschaft hat sich der Nutzungsdruck auf land- und forstwirtschaftliche Flächen spätestens seit Beginn der Energiewende und dem Ausbau der erneuerbaren Energien mit dem Schwerpunkt auf nachwachsende Rohstoffe stark erhöht. Gleichzeitig werden von Seiten des Naturschutzes weitere Stilllegungen von Waldflächen und ein entsprechender Verzicht auf Holznutzung insbesondere zum Schutz der Artenvielfalt gefordert, und damit ein höherer Import aus Drittländern in Kauf genommen.

Angesichts verschiedener Untersuchungen zum Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die Biodiversität spricht inzwischen jedoch sehr viel dafür, dass mit der Waldbewirtschaftung keine nennenswerten negativen Effekte auf die Artenvielfalt der Pflanzenwelt und deren Stabilität verbunden sind. Der Wirtschaftswald enthält Arten, die im Wald ohne Nutzung nicht vorkommen, wohingegen der „Naturschutzwald“ bei vergleichbaren Bedingungen keine Arten bietet, die im Wirtschaftswald nicht auch vorhanden sind. Allerdings könnten flächendeckend homogene „naturnahe“ Wirtschaftswälder mit konstanter Kronendachbedeckung auf Dauer eine eher negative Auswirkung auf die floristische Vielfalt haben. Negative Folgen sind durch überhöhte Wildbestände bei unzureichender oder fehlender Jagd und fehlenden Prädatoren im Hinblick auf die Gehölzdiversität in bewirtschafteten und in unbewirtschafteten Wäldern festzustellen. Insgesamt lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

GLOSSAR

Altersklassenwald: *Im Altersklassenwald werden Bestände als Bewirtschaftungseinheiten geerntet und verjüngt. Auch wenn sich dieser Vorgang bei Verzicht auf Kahlschläge über 20–40 Jahre hinziehen kann, entstehen dabei gleichaltrige Bestände. Natürliche Verjüngung kann unter dem aufgelichteten Kronendach des Altbestandes oder durch Pflanzung erfolgen. Für die Biodiversität ist der Wechsel in der Lichtverfügbarkeit am Boden wichtig.*

Dauerwald: *Entspricht in wesentlichen Zügen dem Plenterwald, d.h. es wird angestrebt, dass alle Altersklassen auf der gleichen Fläche vertreten sind. Wenn Lichtbaumarten (die mitunter durch Pflanzung eingebracht werden) beteiligt sind, werden jedoch auch stärkere Eingriffe notwendig. Angestrebt ist auch hier die Ernte von Bäumen nach Erreichen eines bestimmten Durchmessers.*

Naturwaldparzellen/Naturwaldreservate: *Dies sind ca. 100 ha große Parzellen, die im Staatswald freiwillig aus der Bewirtschaftung genommen wurden. Die Flächen repräsentieren die Vielfalt der Standortverhältnisse und Waldgesellschaften (vgl. [43]).*

Niederwald: *Ein Wald aus Stockausschlag. So bezeichnet man bei Bäumen Triebe, die nach Verlust der primären Sprossachse neu aus dem Stumpf austreiben. Der Niederwald ist eine historische Waldnutzungsform, die zur Gewinnung von Brennholz und Eichenrinde zum Gerben diente und die heute praktisch nicht mehr durchgeführt wird. Er entsteht durch das regelmäßige Fällen (ca. alle 20 bis 30 Jahre) aller Bäume auf einer Fläche. Der so genannte Niederwaldbetrieb ist nur mit Baumarten möglich, die zum Wiederaustrieb aus dem Wurzelstock befähigt sind. Niederwäldern wird ein hoher Naturschutzwert zugewiesen, weil sie viele wärmeliebende Arten beherbergen.*

Plenterwald: *In dieser Wirtschaftsform werden Bäume bei Erreichen eines bestimmten Durchmessers geerntet. Alle Altersklassen stehen dicht nebeneinander auf der gleichen Fläche, der Gesamtvorrat des Bestandes (die gesamte Biomasse) unter- und überschreitet bestimmte Grenzen nicht, weil dies mit einem Verlust der Bestandesstruktur verbunden wäre. Plenterwald ist in seiner ursprünglichen Form an schattentolerante Baumarten und an Naturverjüngung gebunden. Für die Biodiversität ist die konstante Beschattung des Waldbodens von Bedeutung.*

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Die Forstwirtschaft hat seit mindestens 250 Jahren (Beginn der Aufzeichnung in Thüringen) keine obligate Wald-Pflanzenart verloren.

Der klassische Altersklassenwald ist im Durchschnitt pflanzenartenreicher als der aus der forstlichen Nutzung genommene Wald und der dauerhaft biomassereiche „naturnahe" Wirtschaftswald. Es zeichnet sich aus neuesten Studien ab, dass dieser Befund auch für weitere Organismengruppen gilt. Da sich eine höhere Diversität in nicht mehr genutzten Wäldern vermutlich erst in vielen Jahrzehnten einstellt, wird eine weitere Unterschutzstellung von Wald nach aller Voraussicht die Situation mittelfristig hinsichtlich der Artenvielfalt nicht verbessern.

Unzureichende Jagd und die in den letzten Jahrzehnten stetig steigende Zahl an Schalenwild wirken sich im Wirtschaftswald und im unbewirtschafteten Wald negativ auf die Diversität der Pflanzenwelt im Wald aus.

Diversitätsverluste und die Evolution neuer Arten finden vor allem im Offenland statt.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die bisherige Waldbewirtschaftung in Deutschland ökologische und naturschutzfachliche Kriterien zunächst unplanmäßig, seit einiger Zeit aber gezielt berücksichtigt und damit eine Vielzahl an Waldfunktionen und Leistungen gefördert hat.

Zusammenfassung

Die Arbeit gibt einen Überblick über die zeitliche Entwicklung der Flora in Deutschland mit besonderer Berücksichtigung der an Waldstandorte gebundenen Arten. Die Zahl der Pflanzenarten hat über die Zeit kontinulierlich zugenommen. Dies ist vor allem eine Folge der Landnutzung, durch die auch einige gefährdete Arten erhalten werden. In forstlich bewirtschafteten Wäldern ist der Pflanzenartenvielfalt größer in als in Wäldern unter Naturschutz. Keine der obligaten Waldarten ist in den letzten 250 Jahren durch die Waldbewirtschaftung verloren gegangen. Für Arten mit besonderen Habitat-Ansprüchen sind alternative Schutzprogramme zu einer Nicht-Bewirtschaftung nötig, um spezielle Lebensräume zu erhalten.

Wir bedanken uns bei Anett Börner, Adelaide, www.dn.com.au/annett-boerner.html, für die Abbildungen, bei Angelika Thuille, Jena, für die Arbeit mit der BioFlor Datenbank und bei Steffen Boch, Bern, für die Bereitstellung der Florenlisten aus den Exploratorien.

Summary

Conflicts between forest management and nature protection

This study gives an overview of the change of the German flora over time with special emphasis on species growing in forest habitats. As a consequence of land use plant species numbers have continually increased. Land management has also maintained some endangered plant species. The plant diversity of managed forests is higher than that of unmanaged forests. Not a single obligate forest species has gone extinct over the past 250 years of forest management, the time span of formal records. For organisms with special habitat requirements alternative protection measures other than non-management are needed to maintain these habitats.

Schlagworte

Pflanzenarten in Deutschland, Pflanzenarten im Wald, geschützte Pflanzenarten, gefährdete Pflanzenarten, Verantwortungsarten, Einfluss von Landnutzung und Unterschutzstellung

Literatur

Das ausführliche Literaturverzeichnis zu diesem Artikel finden Sie unter www.biuz.de beim Link zum Artikel unter „Supporting Information".

Die Autoren

Ernst-Detlef Schulze, geboren 1941 in Berlin, Studium der Forstwissenschaften in Göttingen und der Botanik in Los Angeles, Göttingen und Würzburg, Lehrstuhl für Pflanzenökologie an der Universität Bayreuth, Direktor des Max-Planck-Institutes für Biogeochemie in Jena. Emeritus.

Christian Ammer, geboren 1962 in München, Studium Forstwissenschaften an der Ludwig-Maximilians-Universität. Seit 2007 Professur für Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen an der Universität Göttingen.

Korrespondenz
Prof. Dr. Ernst-Detlef Schulze
MPI Biogeochemie
Postfach 100164
07701 Jena
E-Mail: dschulze@bgc-jena.mpg.de

Prof. Dr. Christian Ammer
Abteilung Waldbau und Waldökologie
der gemäßigten Zonen Universität Göttingen
Büsgenweg 1
37077 Göttingen
E-Mail: Christian.Ammer@forst.uni-goettingen.de

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Literatur

[1] U. Bogner, Der Wald, ein Lesebuch mit vielen Bildern, Dephin Verlag, 1983, 300–304.

[2] H. Küster, Geschichte des Waldes; von der Urzeit bis zur Gegenwart, Beck, München, 2003, 267.

[3] S. K. Lyons, F. A. Smith, J. H. Brown, Of mice, mastodon and men: human-mediated extinctions on four continents, Evolutionary Ecology Res., 2004, 6, 339–358.

[4] H. M. Heybroek, The elm, a tree of milk and wine. I-Forest, 2015, 8, 181–186.

[5] A. Szécsényi-Nagy, G. Brand, V. Keerl et al., Tracing the genetic origin of Europe's first farmers reveals insight into their social organization, BioRxiv, 2014, 38, DOI: http://doi.erg/10.1101/008664.

[6] S. L. Pimm, C. N. Jenkins, R. Abell et al., The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection, Science, 2014, 344, 987–999.

[7] WBGU, Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre, Wissenschaftlicher Beirat für Globale Umweltfragen, Springer, 2001, 482.

[8] BMU, Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt, 2008, 178.

[9] C. Scherber, N. Eisenhauer, W. Weisser et al., Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. Nature, 2010, 468, 553–556.

[10] D. Korneck, M. Schnittler, I. Vollmer, Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta et Spematophyta*) Deutschlands, Schr.R.f. Vegetationskunde, 1996, 28, 21–187.

[11] G. Ludwig, R. May, C. Otto, Verantwortlichkeit Deutschlands für die weltweite Erhaltung der Farn- und Blütenpflanzen: Vorläufige Liste, BfN-Skript, 2007, 220, 102.

[12] R. Wisskirchen, H. Häupler, Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1998, 765.

[13] M. Schmidt, W. U. Kriebitzsch, J. Ewald, Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen, Moose und Flechten Deutschlands, BfN-Skript, 2011, 299, 109.

[14] E. D. Schulze, G. Aas, G. W. Grimm et al., Plant-diversity and Forest Management of European Beech forests, Eur J For Res, Submitted.

[15] BfN, Artenschutz-report 2015: Tiere und Pflanzen in Deutschland. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, , 2015, 49.

[16] M. Sochor, R. J. Vašut, T. F. Sharbel, B. Trávnícek, How just a few makes a lot: Speciation via reticulation and apomixis on example of European brambles (*Rubus* subgen. *Rubus*, Rosaceae), Molecular Phylogenetics and Evolution, 2015, 89,13–27.

[17] H. Korsch, W. Westhus, Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Pteridophyta et Spermatophyta) Thüringens. Naturschutzreport, 2011, 26, 366–390.

[18] N. Meyer, L. Meierott, H. Schuwerk, Beiträge zur Gattung *Sorbus* in Bayern, Ber. Bay. Bot. Ges., 2008, Sonderband, 216.

[19] M. Bernhardt-Römermann, L. Baeten, D. Craven et al., Drivers of temporal changes in temperate forest plant diversity vary across spatial scales, Global Change Biology, 2015, DOI 10.1111/bgc.12993.

[20] T. Jucker, O. Bouriaud, D. Avacaritei et al., Competition for light and water play contrasting roles in driving diversity–productivity relationships in Iberian forests, Journal of Ecology, 2014, 102, 1202–1213.

[21] E. D. Schulze, O. Bouriaud, J. Wäldchen et al., Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of silvicultural management in Central and Southeastern Europe, Annals of Forest Research, 2014, 57, 267–288.

[22] J. Storkey, S. Meyer, K. S. Still, C. Leuschner, The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora, Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 2011, rspb20111686.

[23] BfN, Indikatorenbericht 2014 zur Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt, 2014. www.bmub.de/fileadmin/Daten_BMU/download_pdf/Naturschutz/Indikatorbericht_2014_Biolog_Vielfalt_bf.pdf.

[24] W. Ackermann, M. Schweiger, U. Sukopp, D. Fuchs, J. Sachteleben, Indikatoren zur biologischen Vielfalt: Entwicklung und Bilanzen, Naturschutz und Biologische Vielfalt, 2013, 132, 1–229.

[25] A. Mölder, M. Streit, W. Schmidt, When beech strikes back: How strict nature conservation reduces herb-layer diversity and productivity in Central European deciduous forests, Forest Ecology and Management, 2014, 319, 51–61.

[26] Y. Paillet, L. Bergès, J. Hjältèn et al., Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: Meta-analysis of species richness in Europe. Conservation Biology, 2010, 24, 101–112.

[27] S. Boch, D. Prati, J. Müller, S. Socher et al., High plant species richness indicates management-related disturbances rather than conservation status of forests. Basic and applied Ecology, 2013,14, 496–505.

[28] J. Müller, S. Boch, S. Blaser, M. Fischer, D. Prati, Effects of forest management on bryophyte communities on dead wood, Nowa Hedwigia (accepted).

[29] S. Boch, D. Prati, D. Hessenmöller, E. D. Schulze, M. Fischer, Richness of lichen species, especially of threatened ones, is promoted by management methods furthering stand continuity. PlosOne, 2013, 8, e5564.

[30] S. Blaser, D. Prati, B. Senn-Irlet, M. Fischer, Effects of forest management on the diversity of deadwood-inhabiting fungi in Central Europe forests, For. Ecol. and Management, 2013, 304, 42–48.

[31] K. Goldmann, I. Schöning, F. Buscot, T. Wubet, Management significantly influences diversity and communities of soil fungi in temperate forests. Soil Biology and Biochemistry, submitted.

[32] K. Felsmann, M. Baudis, K. Gimbel et al., Soil bacterial community structure responses to precipitation reduction and forest management in forest ecosystems across Germany, PlosOne, submitted.

[33] P. Schall, M. M. Gossner, S. Heinrichs et al., Forest management promotes beta- and gamma-diversity in European temperate forests, Nature Communications, submitted.

[34] C. Ammer, Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. Forest Ecology and Management, 1996, 88, 43–53.

[35] D. Hessenmoeller, U. Haeger, S. Stiefel, Entwicklung der natürlichen Verjüngung in Thüringens Wäldern, Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 2014, 69 (11), 22–15.

[36] C. Ammer, T. Vor, T. Knoke, S. Wagner, Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge, Göttinger Forstwissenschaften, 2010, 5, 184.

[37] S. Wildmann, F. Engel, P. Meyer, H. Spellmann, J. Schultze, S. Gärtner, A. Reif, J. Bauhus, Wälder mit natürlicher Entwicklung in Deutschland. Definition und Flächen, Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 2014, 69, 28–30.

[38] BMEL, Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin, 2015, 51.

[39] P. Potapov, A. Yarochenko, S. Turubanova et al., Maping the world's intact forest landscapes by remote sensing, Ecology and Society, 2008, 13, 51–67.

[40] H. Walentowski, A. Zehm, Reliktische und endemische Gefäßpflanzen im Waldland Bayern – eine vegetationsgeschichtliche Analyse zur Schwerpunktsetzung im botanischen Artenschutz. Tuexenia, 2010, 30, 59–81.

[41] J. V. López-Bao, P. Kaczensky, J. D. C. Linell, L. Boitani, G. Chapron, Carnivore Coexistence: Wilderness not required, Nature, 2015, 348, 871–872.

[42] Th. Hickler, A. Bolte, B. Hartard et al., Folgen des Klimawandels für die Biodiversität in Wald und Forst. In: V. Moosbrugger, G. Brasseur, M. Schaller, B. Stribtny (Hrsg.), Klimawandel und Biodiversität: Folgen für Deutschland, WBG, Darmstadt, 2014, 164–22.

[43] P. Meyer, W. Bücking, U. Gehlhar, U. Schulte, R. Steffens, Das Netz der Naturwaldreservate in Deutschland: Flächenumfang, Repräsentativität und Schutzstatus im Jahr 2007, Forstarchiv, 2007, 78, 188–196.

[44] S. Sielhorst, R. Steffens, P. Meyer, N. Bartsch, Welche Standorte bleiben der Eiche? Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 2009, 64, 932–935.

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim