

# Das Wald-Jagd-Problem

## Der Einfluss des Schalenwildes auf natürliche Wälder in Nordrhein-Westfalen

Frank Christian Heute, Dirk Bieker

### Einleitung

Die Wälder Mitteleuropas sind durch Anpassungsprozesse an wechselnde Standortbedingungen entstanden. Diese Anpassungen an den Lebensraum sind niemals „zu Ende“, weshalb der Begriff „Klimaxgesellschaft“ als Vorstellung eines „fertigen“ Waldes von Vegetationskundler\*innen nicht mehr genutzt wird. Die nach der letzten Eiszeit entstandenen Wälder haben sich über einen Zeitraum von Jahrtausenden entwickelt. Erste Laubmischwälder aus Eichen, Ulmen und Eschen bildeten sich mit der plötzlichen Erwärmung des Klimas im Atlantikum vor ca. 7.500 Jahren (5.500 v. C.) aus. Erst nach Abkühlung und „feuchter werden“ des Klimas vor etwa 4.000 Jahren entwickelten sich die Eichenmischwälder der mittleren Böden hin zu von Buchen dominierten Wäldern.

### Natürliche Wälder

Kaum ein Quadratmeter Waldboden in Deutschland ist noch „ur“. Der Mensch hat den Wald über Jahrtausende massiv verändert. Manche Baumarten wurden gefördert (z.B. Eiche), manche vermutlich übernutzt (z.B. Ulme). Und dennoch haben sich bis heute diverse Waldgesellschaften ausgebildet, die innerhalb einer Klimazone und auf ähnlichen Standorten gleiche Artenzusammensetzungen aufweisen. Diese nennen wir „natürliche Waldgesellschaften“ (Kasten). Diese Waldgesellschaften, die sich seit dem Atlantikum gebildet haben, wurden von Pflanzensoziologen (u.a. Braun-Blanquet, Tüxen, Burrichter) v.a. in den 1950-er bis 1970-er Jahre akribisch beschrieben und systematisiert und beschreiben im Idealfall die „Ursprüngliche Natürliche Vegetation“ (UNV). Sie sind aufgrund der Nutzung aber nur noch auf Restflächen vorhanden: Natürliche mesophile

### Nacheiszeitliche Waldentwicklung

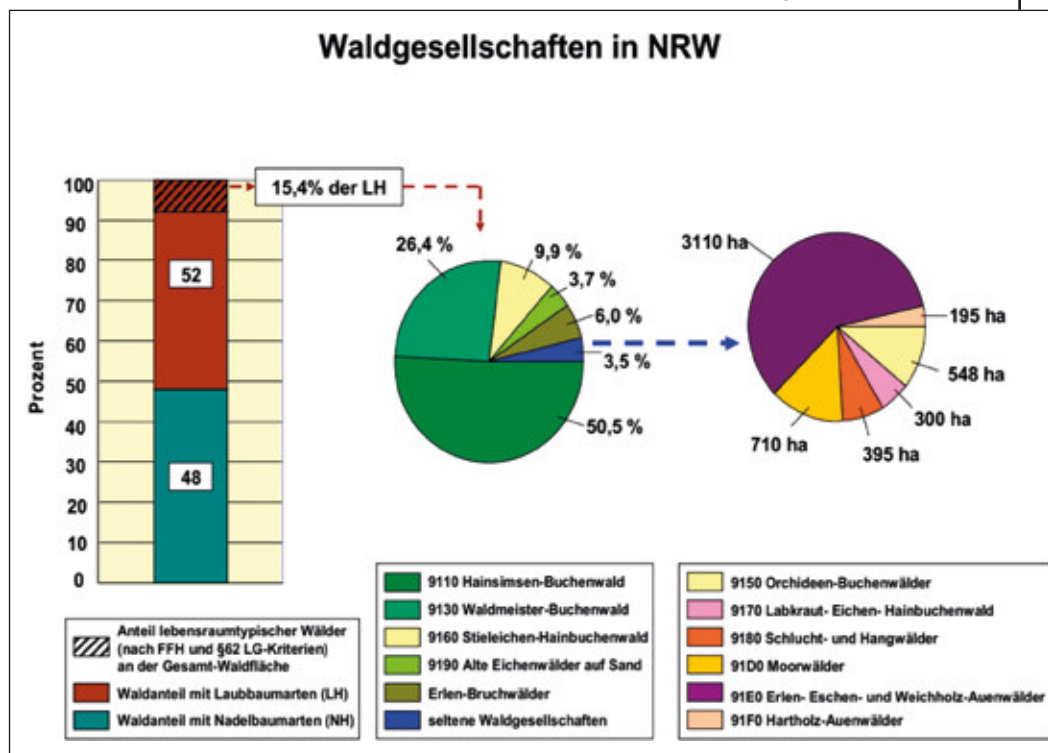
Unsere heutigen Wälder haben sich, seit der letzten Eiszeit, über einen Zeitraum von mehreren Jahrtausenden entwickelt. In dieser Zeit haben bereits geringe Temperaturunterschiede zu erheblichen Veränderungen der standörtlichen Pflanzengemeinschaften geführt.

Nach der noch kühlen ersten „Tundrenzzeit“ nach Ende der Eiszeit wurde es allmählich milder in Mitteleuropa und erste Birken-Kiefernwälder konnten sich ausbilden, später dann Hasel-Kiefernwälder. Von entscheidender Bedeutung war dann die plötzliche Erwärmung des Klimas im Atlantikum vor ca. 7.500 Jahren (5.500 v. C.). Der Ärmelkanal wurde geflutet, die Nordsee füllte sich und der Golfstrom erreichte die südliche Nordsee. Ein deutlich atlantisches Klima setzte ein. In dieser Zeit bildeten sich die verschiedenen Waldtypen mit ihren verschiedenen Biozöosen aus, die sich bis heute auf

ihren Standorten finden lassen. In dieser milden Zeit, möglicherweise phasenweise ein bis zwei Grad Celsius wärmer als heute (IPCC 2007), etablierten sich in Mitteleuropa fast überall Eichenwälder mit Ulmen und Eschen, weshalb das Atlantikum auch „Eichenmischwaldzeit“ genannt wird (s. Pollendiagramm; Kasielke 2014). In den wärmsten Phasen gesellten sich Linden hinzu. Auf trockenen und armen Böden dominierte die Eiche. Ebenfalls zu dieser Zeit kam es aufgrund des angestiegenen Meeresspiegels zu gewaltigen „Rückstaus“ der Tieflandflüsse und ehemaligen Urstromtäler in Nord- und Ostsee. Weite Bereiche Norddeutschlands versumpften – und Erlenbruchwälder bildeten sich (Küster 1998).

Nach Abkühlung und „feuchter werden“ des Klimas vor etwa 4000 Jahren entwickelten sich die Eichenmischwälder der mittleren Böden hin zu von Buchen dominierten Wäldern.

Abb. 1: Natürliche Waldgesellschaften in NRW



### Natürliche Waldgesellschaften

Unter „natürliche Waldgesellschaften“ verstehen wir Wälder, deren Pflanzenarten sich seit dem Atlantikum in typischer Weise auf den jeweiligen Standorten ausgebildet haben (Ursprüngliche natürliche Vegetation (UNV)). Es bezieht sich zunächst auf eine möglichst vollständige Artenausstattung und typische Zusammensetzung, nicht auf strukturelle Elemente wie Altersaufbau oder Schichtung bzw. den Ablauf bestimmter Prozesse (kein „Urwald“) (Vgl. Meyer 2012). Je näher die heutige Vegetation der UNV hinsichtlich der Artenzusammensetzung kommt, desto „naturnäher“ ist der Wald zu bewerten (vgl. Kowarik 2016). Im Gegensatz dazu beschreibt die potentielle natürliche Vegetation (PNV) diejenige Pflanzengesellschaft (rein hypothetisch), die sich unter den gegenwärtigen Standortbedingungen schlagartig einstellen würde, wenn der Mensch nicht mehr eingriffe.

Aufgrund veränderter Standortbedingungen und eines erweiterten Artenpools bedeutet das für viele Wälder, dass sich hier auch Arten etablieren (könnten), die nicht autochthon sind. Zum Beispiel: Auf einer geräumten Kyrrillfläche eines Hainsimsen-Buchenwald-Standorts läuft seit 2007 ungestörte Sukzession. Auf der Fläche (mit geringer Rehwilddichte) wachsen heute 18 verschiedenen Arten, darunter Nadelgehölze und Gartenflüchtlinge (Reale Vegetation (RV)) (Heute 2017). Wie naturnah diese Wälder bzw. Waldentwicklungsstadien sind, entscheiden neben dem Strukturreichtum auch der Anteil autochthoner Arten. Ob sich hier wieder ein Hainsimsen-Buchenwald einstellen würde, oder ob sich (mittelfristig) ein artenreicherer Mischwald mit Nadelgehölzen und Gartenflüchtlingen durchsetzen wird – das kann nur die Langzeitbeobachtung zeigen.

Buchenwälder (bessere Böden) gibt es in Deutschland noch auf 3,7 % der ursprünglichen Fläche (Welle et al. 2017). Von diesen Wäldern sind gerade einmal 1,5 % naturnah und alt (> 140 Jahre). Von den Buchenwäldern auf bodensauren Standorten sind heute noch 2,9 % vorhanden. In NRW wachsen natürliche Waldgesellschaften noch auf etwa 7,5 % der Waldfläche, d.h. 92,5 % sind mehr oder weniger naturfern (Werking-Radtke 2008). Nur noch in Fragmenten sind natürliche Orchideen-Buchenwälder, Schlucht-/ Hangwälder, Moor- und Auwälder vorhanden (Abb. 1). In den Hainsimsen- und Waldmeister-Buchenwäldern Nordrhein-Westfalens wachsen „natürlicherweise“ eine ganze Reihe begleitende Baumarten mit: Auf den besseren Standorten gesellen sich regelmäßig u.a. Esche, Traubeneiche und Ulme zu den Buchen (Tab. 1). In den bodensauren Buchenwäldern kommen Stiel- und Traubeneiche, Eberesche, Aspe, Sandbirke und Salweide vor. Diese Waldgesellschaften sind charakteristisch für weite Teile des Bergischen Landes, des Sauer- und Siegerlandes. Weite Teile

Tab. 1: Naturnahe Waldgesellschaften und deren Baumarten in NRW

	<b>Waldgesellschaft</b>	<b>Standort</b>	<b>Begleit-Baumarten</b>
<b>Buchen- und Buchenmischwälder</b>	Seggen-/ Orchideen-Buchenwald	steile, flachgründige Kalksteinhänge	Traubeneiche, Feldahorn, Elsbeere, Mehlbeere, Eibe, Speierling, Holz-Apfel
	Haargersten-Buchenwald	frische kalkhaltige Böden	Bergahorn, Esche, Berg-Ulme, Feldahorn, Elsbeere, Hainbuche, Traubeneiche, Kirsche
	Waldmeister-Buchenwald	kalkhaltige, mäßig saure Böden, teils nährstoffreich, oft lehmig	Bergahorn, Esche, Berg-Ulme, Traubeneiche
	Hainsimsen-Buchenwald	saure, oft tiefgründige Böden	Traubeneiche, Stieleiche, Eberesche, Aspe, Birke, Salweide
<b>Eichen-Hainbuchenwälder</b>	Labkraut-Hainbuchenwald	temporär trocken fallend	Elsbeere, Eberesche, Birke
	Sternmieren-Hainbuchenwald	Grund- oder Stauwasser beeinflusste sowie trockene sandige Böden	Esche, Berg-Ulme, Flatter-Ulme, Erle, Eberesche, Birke, Kirsche, Feld-Ulme, Feld-Ahorn
<b>Bodensaure Eichenmischwälder</b>	Birken-Stieleichenwald	ärmste Sandböden	Traubeneiche, Eberesche, (Kiefer)
	Buchen-Eichenwald	bodensauer, nährstoffarm	Traubeneiche, Stieleiche, Birke, Eberesche, Winter-Linde
<b>Schlucht-/ Hangmischwälder</b>	Eschen-Ahorn-Schatt-hangwald	schattige, feuchte Nordhänge und Schluchten	Berg-Ulme, Sommer-Linde, Buche
	Winterlinden-Hainbuchen-Hangschuttwald	warme, schuttreiche Hänge im Mittelgebirge	Sommer-Linde, Traubeneiche, Stieleiche
<b>Auenwälder</b>	Winkelseggen-Erlen-Eschenwald	Überflutungsbereiche von Flüssen und Bächen	Bergahorn, Winter-Linde, Berg-Ulme, Stieleiche, Hainbuche
	Hainmieren-Schwarzerlenwald	fruchtbarer Auenboden durch Ablagerung erodierter Bodenteilchen	Esche, Bruch-Weide, Bergahorn
	Eichen-Eschen-Ulmen-Auwald	„Hartholzau“ am Mittel- und Unterlauf größerer Flüsse	Feld-Ulme, Flatter-Ulme, Feldahorn, Bergahorn, Winter-Linde
	Silberweiden-Auwald	periodisch überschwemmte Bereiche rasch fließender Flüsse	Bruch-Weide, Schwarzpappel
<b>Bruchwälder</b>	Walzenseggen-Erlenbruchwald	Niedermoor und anmoorige Böden mit guter Nährstoffversorgung	Moor-Birke, Eberesche
	Birken-Moorwälder	Nährstoffarme, nasse Torfböden	Sandbirke, Eberesche, Aspe

dieser Standorte sind hier aber seit Ende des 18. Jahrhunderts durch die Pflanzung von Nadelholzreinbeständen „verfichtet“ worden.

### Biodiversität Natürlicher Wälder

Neben der Bedeutung natürlicher Wälder als Forschungs- bzw. Referenzflächen leisten diese einen sehr wichtigen Beitrag zum Erhalt der biologischen Vielfalt (Fischer & Walentowski 2008). Für Eichen-Buchenwälder im Spessart wurde die Bedeutung natürlicher Wälder für Fledermäuse nachgewiesen (Bußler 2007), die hier deutlich artenreicher vorkommen als im Mittel.

Für Bayern konnten Hacker und Müller (2006) feststellen, dass 70 % aller bekannten Schmetterlinge in Naturwaldreservaten vorkommen.

Schulte (2005) konnte für NRW die herausragende Bedeutung natürlicher, nicht mehr bewirtschafteter Wälder für Käfer nachweisen. In nur 18, stichprobenartig untersuchten Naturwaldzellen wurden allein 133 Käferarten bestätigt, die für Deutschland als Neu- bzw. Wiederfunde gelten! Auch Müller (2004) beschreibt die Bedeutung natürlicher Wälder für holzbewohnende Käfer: „Je näher die Baumartenzusammensetzung an der potentiellen natürlichen Vegetation, desto wertvoller die Artengemeinschaft!“ Auch die Untersuchungen von Winter et al. (2005) zeigen eindeutig, dass natürliche Buchenwälder eine höhere Strukturdiversität, einen höheren Totholzanteil, mehr saprophytische Pilze und Käfer sowie Brutvögel aufweisen. Forschungsergebnisse zeigen zudem, dass es eine positive Korrelation von Produktivität und Strukturdiversität (Danescu et al. 2016) sowie der Produktivität von Mischbeständen gegenüber Reinbeständen gibt (Liang et al. 2016).

### Die Fichte – im Westen nicht (mehr) heimisch

Während der Eiszeit gab es Zwischenwarmzeiten (Interglaziale), während deren die Temperaturen bei uns in etwa das heutige Niveau erreichten.

In diesen Interglazialen entwickelten sich zunächst Birken- und Kiefernwäldchen, mit zunehmender Temperatur folgten Hasel, Eichen, Linden und Ulmen. Innerhalb der Interglaziale gab es sogenannte Interstadiale, in denen die Temperaturen nicht so hoch waren, dass sich die anspruchsvolleren Laubbäume wie Linden, Ulmen oder Eichen nach Mitteleuropa ausbreiten konnten. In diesen kurzen Phasen konnte die Fichte in Mitteleuropa Fuß fassen. In den Warmphasen allerdings konnte sich

### Buchendominanz

Anders als die Fichte, die als konkurrenzschwacher Nadelbaum in ihrem montanen Habitat der östlichen Mittelgebirge verharnte (s. Kasten), breitete sich die Buche unaufhaltsam aus. Zunächst in den Gebirgen und später, erst vor etwa 3000 Jahren, auch im Hügel- und Tiefland (Kölling et al., 2005). Sie etablierte sich zur dominierenden Baumart, da sie bei uns auf allen mittleren Standorten ihr ökologisches Optimum ausspielt und sich hier konkurrenzstark durchsetzt: Neben der Fähigkeit, Schatten zu ertragen, ist auch ihr Wurzelwerk gegenüber konkurrierenden Arten meist überlegen (Leuschner 1998).

Exakt in die Wärmephase des Atlantikums mit seinen klimatisch bedingten Ausbildungen der Wälder und des Vordringens der Buche fällt in Deutschland die Sesshaftwerdung des Menschen, das „Neolithikum“. Die Menschen begannen Lichtungen in die Wälder zu schlagen und Ackerbau und Viehzucht zu betreiben (Vgl. Kasielke 2017). Manche Autoren nehmen an, dass sich die Buche überhaupt erst, wie „Unkraut“, auf diesen Lichtungen etablieren konnte (Vgl. Küster 1996). Gegen Ende des Atlantikums hatte sich die Viehhaltung mit

ihrer Waldweide (Hute) und Laubheugewinnung (Schneitelwirtschaft) über weite Teile Deutschlands ausgedehnt und ursprüngliche Wälder zurückgedrängt. Doch welche Wirkungen und in welchem Ausmaß der Mensch und sein Vieh tatsächlich auf die (natürliche) Waldentwicklung genommen haben, ist ab diesem Zeitpunkt unklar und umstritten, z. B. die Ursache für den „Ulmenfall“, den plötzlichen und starken Rückgang der Ulme am Ende des Atlantikums. Die Buche und die Hainbuche machten sich bei uns also erst breit, als der Mensch bereits den Wald bearbeitete. Und die Buche erlangte als Brennholz, Viehmast, Holzkohle und Pottasche rasch einen großen Stellenwert – einen weitaus größeren als heute, wo mit Buchen weniger Geld verdient wird als mit Fichte oder Douglasie. Doch trotz der rezent ungünstigen „Marktlage“ für Buchenholz: Kölling et al. (2005) belegen die „überragende gegenwärtige und zukünftige Rolle der Buche in den natürlichen Waldgesellschaften und ihre große Bedeutung für Naturschutz und Waldbau“. Denn ihrer herausragenden Konkurrenzkraft zum Trotz sind unsere Buchenwald-Gesellschaften keinesfalls so artenarm wie gerne herbeigeredet wird (Vgl. Harthun 2017; Schnell 2005).

### „Klimastabile“ Wälder

Bei der Summe an unsicheren Faktoren, besonders bezogen auf die Klimaprognosen bis über das Jahr 2100 hinaus, kann man heute nur schwer einschätzen, welche Baumarten langfristig die Waldfunktionen gewährleisten können, bzw. welche genetischen Eigenschaf-

ten innerhalb einer Baumart für die notwendigen Anpassungen sorgen. Bei den Planungen muss man sich von dem Gedanken verabschieden, dass wir auf einen stabilen Endzustand des Klimas hinarbeiten und diesen mit konkreten Modellen ermitteln können (Ibisch 2020). Die Vergangenheit hat gezeigt, dass die natürlichen Waldgesellschaften mit all ihren Tier- und Pflanzenarten sich an vielfältigste Veränderungen anpassen können und somit in der Lage sind, die Waldfunktionen auch unter variierenden Umweltbedingungen sicher zu stellen. Neue Untersuchungen zeigen, dass sich epigenetische Anpassungsprozesse im Saatgut und der Naturverjüngung deutlich schneller vollziehen als sich nach der Darwinschen Evolutionstheorie vermuten lässt. Diese epigenetischen Effekte können theoretisch dazu beitragen, dass Saatgut aus Jahren mit starken Hitzeperioden in der Folge deutlich hitzetolerantere Pflanzen hervorbringt (Hosius et al. 2019). Dabei ist jedoch auch zu beachten, dass sich diese Waldgesellschaften über einen langen Zeitraum fast ungestört entwickeln konnten. Heute dürften Traubeneichen aus deutschen Reliktbeständen – z.B. auf Steilhängen der Schwäbischen Alb – auf extrem trockenen Standorten genetisch bereits an

Trockenstressphasen wie in den vergangenen Dürrejahre angepasst sein (Vgl. Deter 2021; AWG 2021). Die natürliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der Eichen beträgt jedoch nur 200 bis 300 Meter pro Jahr. Durch künstliche Saaten oder Pflanzungen könnte die Ausbreitung dieser geeigneten Genotypen unterstützt werden („Assisted Migration“).

Die natürlichen Waldgesellschaften sollten demnach als das Fundament betrachtet werden, auf dem man Waldbaustrategien für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel entwickelt. Aktuelle Waldbau- und Wiederbewaldungskonzepte (MULNV 2018, MULNV 2020) orientieren sich strikt an den Wald-Standortfaktoren, jedoch kaum an der Artenausstattung natürlicher Wälder. Diese Wälder – mit einem Anteil von nur noch 7,5% – wachsen nicht nur in Wildnisentwicklungsgebieten, Naturwaldzellen oder im Nationalpark, in denen Sie weitestgehend von der Bewirtschaftung und aktiver Veränderung geschützt sind, sondern häufig in Wäldern ohne besonderen Schutzstatus. Den größten Flächenanteil der natürlichen Wälder in NRW nimmt der Hainsimsen-Buchenwald ein, wovon große Teile regulär bewirtschaftet werden dürfen, also keinem besonderen Schutz unterliegen. Diese sind durch die Bepflanzung mit Arten, die nicht der natürlichen Waldgesellschaft entsprechen oder gar „empfohlener, eingeführter Baumarten“ wie Riesenlebensbaum oder Atlaszeder gefährdet (Bild 1).

Die Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel ist eine komplexe Aufgabe. Einfache Lösungen (Austausch von

Baumart A gegen Baumart B) sind bequem, werden aber langfristig die Probleme nicht unbedingt lösen. Weltweit sind sich Wissenschaftler verschiedener Disziplinen darin einig, dass die Resistenz und Resilienz von Ökosystemen durch eine erhöhte Biodiversität und Naturnähe positiv beeinflusst werden (Zimmer und Helfer 2016, Brockerhoff et al. 2017). Thompson et al. (2009) kommen zu dem Schluss, dass die Resilienz des Ökosystems Wald entscheidend von drei Faktoren abhängt: der Diversität der Arten, der genetischen Diversität innerhalb der Art und dem regionalen Pool an Arten und Ökosystemen.

### Der Einfluss des Wildes

Der Einfluss des widerkäuenden Schalenwildes auf die natürliche Verjüngung der Wälder ist derzeit charakterisiert durch die Entmischung des Baumartenspektrums und durch den Verbiss von vitalen Individuen (Ammer et al. 2011). Dies kann im Extremfall zum vollständigen Ausfall der natürlichen Verjüngung führen. Aber auch die gezielte Selektion von Baum- und Straucharten, die stark reduzierte Stückzahl in der Naturverjüngung (und damit die Minderung der genetischen Vielfalt) sowie der Verbiss der vitalsten Individuen vermindern die Resistenz und Resilienz unserer Wälder. Mit dem Verschwinden einer Baumart entsteht ein umso größerer nachhaltiger Schaden, da eine ganze Kaskade an weiteren Änderungen in der Artzusammensetzung der Biozönose in Gang gesetzt wird, da die Tier- und Pflanzenarten, die an diese Baumart gebunden sind, mit ihr verschwinden. So kann z.B. der Ulmen-

zipfelfalter nur Fortbestehen, wenn das Überleben der Flatterulmen gewährleistet ist. Angepasste Wildbestände sind demnach die Grundvoraussetzung, damit die natürlichen Waldgesellschaften mit ihrem vollständigen Spektrum an Baum- und Straucharten erhalten bleiben und innerhalb einer Art die Möglichkeit zur Anpassung an klimatische Veränderungen durch eine hohe genetische Vielfalt gegeben ist. Mit dem Landesjagdgesetz von 2015 wurden in NRW rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen, die eine jagdliche Regulierung der Schalenwildbestände erleichtern. Diese wurden mit der Novellierung des Gesetzes in 2018 noch weiter verbessert.

### Natürliche Wälder und Schalenwild in NRW

2013 wurden im Landeswald NRW etwa 7.800 ha Wald als sogenannte Wildnisentwicklungsgebiete ausgewiesen. Ziel ist es, dass sich auf insgesamt über 16.000 Hektar (rund 11 %) der staatlichen Waldflächen (Wildnisentwicklungsgebiete, Kernzone Nationalpark Eifel, 75 Naturwaldzellen) ein „Urwald von morgen durch natürliche Entwicklung“ einstellt (LANUV 2021). Das entspricht einem Anteil von 1,7% der 935.000 Hektar Waldfläche in NRW.

Diese Wälder müssen sich natürlich verjüngen, um überhaupt fortbestehen zu können und um genetisch variabel zu bleiben. Seit geraumer Zeit, spätestens mit dem enormen Anwachsen der Schalenwildbestände in diesem Jahrtausend (vgl. Heute 2015), ist nicht nur die Verjüngung im Wirtschaftswald gefährdet: Auch die natürlichen Wälder werden akut durch den massiven Einfluss des wiederkäuenden Schalenwildes gefährdet (Bild 2). Im Landeswald wurde daher – mit reichlicher Verspätung – im Jahr 2014 ein Schadensmonitoring eingerichtet. Flächendeckende Verbissgutachten werden erst seit 2017 vorgenommen. Bis Ende 2019 wurde von den Landesförstern aber erst in weniger als 10% der über 8000 Jagdreviere in NRW eine Verbissaufnahme durchgeführt. Konkrete Ergebnisse zum Grad der Entmischung der Vegetation bzw. zur Vollständigkeit des Artenspektrums sind von den Verbissgutachten allerdings nicht zu erwarten. Die Methodik der Verbissaufnahmen sieht keine konkreten Aussagen zum Grad der Entmischung vor. Erkenntnisse zur Entmischung könnten nur durch Weisergatter/ Kontrollzäune gewonnen werden, von denen es in den meisten Jagdrevieren aber keine gibt und das landesweite Monitoring nur auf die geringe Waldfläche des Staatswaldes beschränkt ist.

Im vergangenen Jahrzehnt wurden trotzdem immer mehr Beispiele be-

**Bild 1:** Küstentannen und Douglasien wurden auf einer Kalamitätsfläche im Sauerland gepflanzt. Ohne Puffer zum angrenzenden, naturnahen Hainsimsen-Buchenwald. (Fotos © F. C. Heute)





**Bild 2: Schleichende Verfichtung eines Eichenwaldes auf Hainsimsen-Buchenwald-Standort im Bergischen Land**

kannt, in denen Wälder wissenschaftlich untersucht wurden – alle mit dem Ergebnis: Die Wälder verjüngen sich nicht mehr natürlich. Vier Beispiele:

### Naturwaldzellen in NRW

In einer Arbeit zur Naturwaldforschung in NRW konnte Striepen (2013) zeigen, dass Schalenwild die Waldgesellschaften in 75 % der 48 untersuchten natürlichen Wälder in den Naturwaldzellen, verteilt über ganz NRW, signifikant beeinflusst. In den artenreichen Buchenwäldern wachsen innerhalb der wilddichten Zäune durchschnittlich neun Gehölzarten, unter Schalenwildeinwirkung nur zwei Arten. „In den Buchenwäldern unterstützen überhöhte Schalenwilddichten die absolute Dominanz der Buche in der Naturverjüngung und fördern langfristig eine Verarmung des Folgebestandes hin zum Buchen-Reinbestand. (...) Auch aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Entmischung als äußerst problematisch zu bewerten, da die natürliche Vermehrung seltener und gefährdeter Baumarten, wie z. B. Elsbeere, Eibe oder Feldahorn, verhindert wird“ (ebd.). In den sauren und mäßig basenversorgten Buchenwäldern werden die Begleitbaumarten Eberesche und Bergahorn komplett heraus selektiert. Nur die Fichte kann dem „Äser entwachsen“.

### NWZ „Kerpener Bruch“

Die Naturwaldzelle „Kerpener Bruch“ in der Erftaue (südwestlich von Köln) ist eine ehemals überflutete Hartholzau mit Schwarzerle, Stieleiche, Esche und Ulme, in der seit 1972 keine Nutzung mehr stattfindet. Der Erhalt dieses Auwalds ist zentrales Schutzziel des Naturschutz- und FFH-Gebietes (LANUV 2013). Grundwasserabsenkung (Braunkohletagebau, Trinkwassergewinnung Köln) und Eutrophierung (Stickstoffein-

träge aus Luft und angrenzender Landwirtschaft) haben die Standortbedingungen des Waldes seit 1972 jedoch verändert. Neben diesen veränderten Standortbedingungen verhindert das Rehwild eine natürliche Verjüngung der typischen Gehölzvegetation. Nur weniger als 20 Jungbäume pro Hektar schaffen es, „aus dem Äser“ zu wachsen. Unter den vorherrschenden trockeneren Bedingungen ist für Auen – neben der Etablierung der Stiel-Eiche – mit dem Auftreten der weniger überflutungstoleranten Arten Winterlinde und Hainbuche zu rechnen. Doch die Arten verjüngen sich nicht. Bereits heute zeigt sich daher eine Waldentwicklung, die vom ursprünglichen Hartholz-Auwald hin zu einem brennesselreichen Ahorn-Eschenwald führt. Das seit einigen Jahren stark zunehmende Schwarzwild verhindert zudem „eine dauerhafte, wirksame Zäunung (...), so dass sich in Verbindung mit dem hohen Rehwildbestand auch im Zaun keine auenwaldtypische Naturverjüngung mehr entwickeln kann“ (Dölle et al., 2016).

### Davert

Auch am Beispiel der Davert zeigt sich, welche Auswirkungen bzw. Störungen von hohen Schalenwildbeständen ausgehen können. Die Davert ist ein großer Waldkomplex südlich der Stadt Münster in Westfalen. Seit 2001 stehen über 2.220 Hektar der Davert unter Naturschutz, als FFH-(Fauna-Flora-Habitat-) und als EU-Vogelschutzgebiet. Die großen zusammenhängenden Eichen-Hainbuchenwälder auf feuchten Standorten sind die größten ihrer Art im ganzen nordwesteuropäischen Raum. Sie verzahnen sich mit alten bodensauren Eichen- und Buchen-Eichenwäldern. Dazwischen liegen sumpfige Erlen- oder Birkenbrüche. Eine Besonderheit der Davert sind artenreiche Eichen-Eschen-Ul-

men-Auwälder mit großen Beständen an Flatterulmen. Wie bundesweit leiden die Eschen derzeit stark unter den Folgen des Eschentriebsterbens. Gerade für die Resistenzbildung der Eschen ist eine natürliche Verjüngung mit hoher Stückzahl aber ganz entscheidend. Ca. 1-5 % der Eschen verfügen über eine genetische Resistenz gegen das Eschentriebsterben (Rigling et al. 2016). Eine natürliche Verjüngung mit hoher Stückzahl wäre also die ideale Voraussetzung, damit sich über die Rekombination der Gene neue Resistenzen entwickeln können und somit die Esche als Waldbaumart gestärkt wird bzw. erhalten bleibt. Auch die Rote Liste Art Flatterulme, die mit über 2.000 alten Bäumen in der Davert kartiert ist und sich resistent gegenüber dem Ulmensterben zeigt, kann sich seit vielen Jahren nicht natürlich verjüngen. Dabei hat die Flatterulme das Potenzial, die absterbende Esche auf den feuchten Standorten zu ersetzen. In dem kompletten Waldgebiet, dessen besondere Bedeutung durch den europäischen Schutz anerkannt ist, kann sich derzeit aber weder Eiche, Esche noch Flatterulme natürlich verjüngen, da das 1954 ausgesetzte Damwild in Kombination mit dem vorhandenen Rehwildbestand die natürliche Verjüngung der Baumarten fast vollständig verhindert. Und auch bei den anderen natürlicherweise hier vorkommenden (und in der Baumschicht auch zu findenden) Baumarten sieht es nicht viel besser aus: Hainbuche, Vogelkirsche, Feldahorn (in Eichen-Hainbuchenwäldern), Traubeneiche (bodensaure Eichenwälder), Rotbuche, Sandbirke, Eberesche, Aspe, Salweide, Bergahorn (Buchenwälder) sowie Erle (Feuchtwälder) verjüngen sich (fast) nicht.

### Mennekes-Wildnis Heiligenborn

In dem 2014 ausgewiesenen Wildnisgebiet Heiligenborn des privaten Stifters und Naturschützers Dieter Mennekes (†2020) im Siegerland wurde die Jagd über Jahrzehnte herkömmlich ausgeübt. Das Revier liegt in dem großen Rotwild-Verbreitungsgebiet Siegerland-Wittgenstein-Hochsauerland, das gerade hier im Siegerländischen regelmäßig Dichten von zehn Hirschen pro 100 Hektar überschreitet. In dem Wildnisgebiet soll in einer Initialphase – nach dem Willen des Stifters und den Vorgaben des Landes – ein vollständiges, standorttypisches Waldökosystem geschaffen und damit ein artenreicher „Urwald von morgen“ entwickelt werden (Heute 2020). Die großflächigen „Kyrill- Windwurfflächen sollen der „natürlichen Wiederbewaldung überlassen werden“ (LANUV 2020). Doch im Heiligenborner Wald findet keine Verjüngung

von Wäldern – besonders auf Kyrillflächen und allen Flächen, die von Fichten befreit wurden – statt. Die Verjüngung der Buchenwälder funktioniert nur mit der Hauptbaumart Buche, keine einzige Begleitbaumart verjüngt sich. Diese fallen der Entmischung des Rot- und Rehwildes zum Opfer. Im Gebiet wurden 2014 Schälquoten von 98% bei der Fichte (19% Neuschäle) und 54% bei der Buche (5% Neuschäle) festgestellt (LWuH 2014) und zählte damit zu den am stärksten beeinträchtigten Revieren in NRW. Eine Entwicklung des Gebietes gemäß der definierten Schutzziele wird es erst geben, wenn der Einfluss des widerkäuenden Schalenwildes signifikant gesenkt wird.

### Was tun?

Doch wie kann sich ein „Urwald“ (genauso wie der „klimastabile“ Wirtschaftswald), wie von Politik und Gesellschaft gefordert, entwickeln, der sich nicht natürlich, also in seiner kompletten Artenvielfalt, verjüngt? Es gibt zwei Möglichkeiten, von der seit einigen Jahren eine im Mittelpunkt steht: Es gilt die offizielle Devise, die Schalenwildbestände mit jagdlichen Mitteln an den Lebensraum Wald anzupassen – wozu insbesondere die Förster im Staatswald beauftragt sind (Wiebe 2016). Das Bundesjagdgesetz wird derzeit zum ersten Mal seit 1977 gründlich novelliert, v.a. um „den Schutz des Waldes“ vor dem Rehwild zu verbessern (BMEL 2020). Die Erkenntnis, dass eine weitere klassische Wildbewirtschaftung und Hegejagd dringend beendet werden muss und nur die Anpassung der Wildbestände an den Wald erfolgreich sein wird, hat sich in der Politik durchgesetzt. Nach reiflichem Prozess. Denn die Probleme sind seit Jahrzehnten bekannt. Doch nach wie vor scheitern seit Jahren Forstämter und Eigenjagdbesitzer in etlichen Regionen an einer effektiven Anpassung der Reh- und Hirschbestände und damit dem Erreichen der Waldziele (Bild 3). Überall dort, wo die Jagd offensichtlich nicht funktioniert, muss die Jagdstrategie



**Bild 3:** Auf wechselfeuchten bis nassen, sauren Standorten wie hier bildet sich natürlicherweise ein Moorbirkenbruch aus. Das Rotwild in der Eifel verhindert die Wiederbegründung des Bruchwaldes (nach Kyrill) und lenkt die Sukzession in Richtung Pfeifengras-Fichten-Fläche.

lich entsprechend angepasst werden. Ansonsten müsste die zweite Möglichkeit angewendet werden, um artenreiche Wälder zu gründen: Der Bau wilddichter Zäune. Vor allem in den letzten Resten unserer natürlichen Wälder, um deren Erhalt zu sichern. Zumindest eine Generation muss hinter Zaun über Äserhöhe aufwachsen. Denn die Artenvielfalt im Wald kann nur mit dem Erhalt der diversen natürlichen Waldgesellschaften funktionieren. Ziel muss nach wie vor sein, dass durch Jagd angepasste Schalenwildbestände die teure Gatterung von Teilflächen überflüssig machen. Es darf jedoch auf keinen Fall unberücksichtigt bleiben, dass die beiden aufgezeigten Alternativen sich in Qualität und

Quantität bezogen auf die Gesamtwaldfläche massiv unterscheiden. Bezogen auf den Klimawandel besteht der Wert einer kompletten natürlichen Verjüngung vor allem in der stillen Reserve, die jederzeit und auf ganzer Fläche in der Lage ist, die Funktionen des Altwaldes im Fall einer Katastrophe oder Nutzung zu übernehmen. Dies kann durch Gatterung von kleinen Teilflächen nie erreicht werden. Eine komplette, flächendeckende Naturverjüngung ist daher natürlicher, wertvoller und günstiger als jedes Gatter im Wald. Mittlerweile zeigen bundesweit etliche Beispiele, dass es möglich ist, durch eine konsequent umgesetzte Bejagungsstrategie die Zielsetzung zu erreichen und eine artenreiche Verjüngung gemäß der potentiell natürlichen Vegetation zu ermöglichen (Heute 2017, Heute 2019, Straubinger 2016, ANW 2021).

### Fazit

Die Entwicklung der natürlichen Waldgesellschaften mit einer vollständigen Ausprägung des dazugehörigen Artenspektrums kann nur erfolgen, wenn die Bestände des wiederkäuenden Schalenwilds auf ein verträgliches Maß reduziert oder durch wilddichte Zäune ausgeschlossen werden. Das verträgliche Maß darf sich ausschließlich darüber definieren, ob eine natürliche Verjüngung aller Baumarten in hoher Stückzahl möglich ist.

Das Ziel Nordrhein-Westfalens, auf 16.000 Hektar natürliche „Urwälder von morgen“ zu entwickeln und gleichzeitig die Wälder an den zu erwartenden Klimawandel anzupassen, ist illusorisch, solange die Wälder an einer kompletten Verjüngung gehindert werden. Bei fortbestehendem Verbissdruck durch Schalenwild werden ganze Generationen von Verjüngungsjahrgängen dem Wild geopfert. Solange die Schalenwildbestände nicht an den Lebensraum angepasst sind, werden die letzten Reste unserer natürlichen Wälder durch Entmischung schleichend in ihrer Artenzusammensetzung verändert und verarmt. Wenn man die

**Bild 4:** Ziel ist es, dass auf den ehemaligen Orkanflächen standortgerechte, stabile, strukturreiche und produktive Wälder entstehen“ (LWuH 2016) Dazu sollten etwa 2000 Laubbäume diverser Arten einer Generation in der Naturverjüngung dem Äser entwachsen, damit eine stabile Wiederbewaldung gesichert ist. Nach neun Jahren im April 2016 nimmt diese Fläche hingegen eine Entwicklung zu einer Fichten-Gras-„Steppe“. Hochsauerland 2016.



negative Entwicklung verschiedener Baumarten (Esche, Ulme) in den letzten Jahrzehnten beobachtet, wird jedoch deutlich, dass es sich hierbei nicht um ein Luxusproblem des Naturschutzes handelt. Gesundheit und Fortbestand unserer Wälder sind von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung und werden durch Verbiss und Entmischung negativ beeinträchtigt. Die Tragweite dieses negativen Einflusses lässt sich nicht in letzter Konsequenz abschätzen. Es ist jedoch unzweifelhaft, dass dadurch sowohl die Resistenz als auch die Resilienz der Wälder nachteilig beeinflusst werden. Um großflächige Gatterungen zu vermeiden, muss sich die Jagd den geänderten Anforderungen stellen und zielorientierte Jagdkonzepte in den Revieren – bzw. Wildmanagementkonzepte in Schutzgebieten – konsequent umsetzen. Die Konzepte müssen sich dabei an den (wenigen) bewährten Strategien der erfolgreichen Betriebe bzw. Reviere orientieren.

### wildoekologie-heute

Frank Christian Heute, selbständiger Diplom-Landschaftsökologe, befasst sich mit aktuellen Konfliktfeldern zwischen Wildbiologie und Jagd. Seit Oktober 2012 betreibt er mit seinem Kollegen, dem Botaniker und Ornithologen Jens Elmer, die Seite <http://www.wildoekologie-heute.de>.

Frank C. Heute und Jens Elmer erstellen ökologische Gutachten auf Basis ihrer Lebensraumkartierungen (Biotoptypen, Vegetation, Tiere, Gewässerstrukturgüte, Verbiss). Ein besonderer Schwerpunkt der Arbeit liegt auf dem Erstellen von Jagdkonzepten für Naturschutzgebiete, wie den Kernzonen der Biosphärenreservate. Bei allen Arbeiten sind stets die Ökologie des Lebensraumes, die Berücksichtigung aller Nutzungsinteressen sowie die gesellschaftliche Akzeptanz maßgebend. Das Netzwerk Vorbildliche Rehwildreviere wurde 2018 im Rahmen des Jagdabgabe-Forschungsprojektes „Nachhaltige Rehbejagung“ gegründet.

Auf der Homepage werden einige aktuelle Konfliktthemen herausgestellt und aus ökologischer Sicht durchleuchtet, z.B. die Wald-Wild-Problematik, Jagd in Schutzgebieten, Schwarzwild/Kirrung oder Landwirtschaft und Niederwild. Aktuelles zum Thema Jagdpolitik, Einblicke in das eigene Forschungsrevier sowie ein umfangreicher Downloadbereich runden die Seite ab.

### Literatur

- Ammer, C., Torsten Vor, T., Knoke, T., Wagner, S. (2011): Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Gutachten. Göttinger Forstwissenschaften, Band 5 ANW (Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft)(2021): <http://biowildprojekt.de/projekte/kurzportraits/>
- AWG (Bayerisches Amt für Waldgenetik) (2021): SQUAREL – Anpassung der Traubeneiche auf Reliktstandorte. <https://www.awg.bayern.de/215989/>
- BfN (Bundesamt für Naturschutz)(2018): <https://neobiota.bfn.de/grundlagen/oekologische-grundlagen.html>; aufgerufen am 23.2.2018
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)(2020): Pressemitteilung Nr. 220/2020 vom 4.11.2020. Klöckner: Wir führen das Jagdrecht in die Zukunft und schützen unseren Wald. Kabinett stimmt Novellierung des Bundesjagdgesetzes zu
- Bußler, H. (2007): ...und immer wieder kleine Sensationen. LWF aktuell 58, S. 35-37
- Brockerhoff, E.G., Barbaro, L., Castagnyrol, B. et al. (2017): Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation* 26 (13), S. 3005-3035 <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2>
- Danescu, A., Albrecht, A. T., Bauhus, J. (2016): Structural diversity promotes productivity of mixed, uneven-aged forests in southwestern Germany. *Oecologia* 182 (2); S. 319-333
- Deter, A. (2021): Eichen mit urzeitlicher DNA trotz Trockenheit. In: [topagrar-online](http://topagrar-online.de), 25.2.2021
- Dölle, M., Heinrichs, S., Schulte, U., Schmidt, W. (2016): Vom Auenwald zum Sauenwald. Vegetationsentwicklung in der Naturwaldzelle „Kerpener Bruch“ (Nordrhein-Westfalen). In: *Natur und Landschaft* 4/2016. S. 161-169
- Fischer, A.; Walentowski, H. (2017): Naturwaldreservate schützen Biodiversität. Online-Artikel v. 14.9.2017 ([https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/lwf\\_biodiversitaet\\_nwr/index\\_DE](https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/lwf_biodiversitaet_nwr/index_DE))
- Gertz, M. (2016): Verbißsmonitoring in NRW. Verbißgutachten nach §22 LJG. November 2016 ([http://www.waldbauernverband.de/2010/cms/upload/pdf-dateien/161115\\_Gertz\\_Vortrag\\_Verbißgutachten\\_freigegeben.pdf](http://www.waldbauernverband.de/2010/cms/upload/pdf-dateien/161115_Gertz_Vortrag_Verbißgutachten_freigegeben.pdf); aufgerufen am 23.2.2018)
- Hacker, H., Müller, J. (2006): Die Schmetterlinge der bayerischen Naturwaldreservate. Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik – Supplementband 1. Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Entomologen e.V.
- Heute, F.C. (2015): Vom Einfluss des Jägers und des Schalenwilds auf den Wald von morgen – Wald und Wild in NRW. In: *ÖKOJAGD* 4/2015; S. 11-18
- Heute, F.C. (2017): 10 Jahre nach Kyrill. Die Windwurfflächen in Nordrhein-Westfalen zeigen den ökologischen Zustand der Waldverjüngung. In: *ÖKOJAGD* 1/2017. S. 5-11
- Heute (2019): Das Projekt Nachhaltige Rehbejagung. Teil 2: Netzwerk Vorbildliche Rehwildreviere. In: *ÖKOJAGD* 4/19. S. 11-13
- Heute (2020a): Wildmanagementkonzept für das Wildnisentwicklungsgebiet Heiligenborner Wald – Dieter Mennekes-Wildnis. Unveröffentlicht
- Heute (2020): Jagdruhe zonen in Wildnisgebieten – Möglichkeiten und Grenzen. In: *BfN-Skripten* 557/2020. Wildnis im Dialog. Aktuelle Beiträge zur Wildnisentwicklung in Deutschland. S. 95-106
- Hosius, B., Leinemann, I., Hewicker, H. A., Rösner, Ch., Rogge, M., Dertz, W. (2019): Verjüngung der Wälder nach Kalamität. In: *AFZ/Der Wald* 21/2019. S. 36 – 39
- Ibisch, P. (2020): Ökologischer Zustand und Umbau der Wälder zur Förderung von Klimaresilienz und Biodiversität. Schriftliche Stellungnahme als Einzelsachverständiger zur 89. Sitzung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit des Deutschen Bundestages, Mittwoch 25. November 2020.
- IPCC Climate Change Working Group I (2007): *The Physical Science Basis: 6.5.1.3 Was Any Part of the Current Interglacial Period Warmer than the Late 20th Century?*
- Kasielke, T. (2014): Spätquartäre Landschaftsentwicklung im oberen Emscherland. Dissertation. Ruhr-Universität Bochum
- Kowarik, I. (2016): Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) und seine Bedeutung für Naturschutz und Landschaftspflege. In: *Natur- und Landschaft*. 9-10/2016. S. 429-435
- Küster, H. (1998): *Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart.*
- LANUV (Landesanstalt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW)(2013): *Natura 2000 – Gebiete in Nordrhein-Westfalen*
- LANUV (Landesanstalt für Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutz NRW)(2020): <http://wildnis.naturschutzinformationen.nrw.de/wildnis/de/gebiete/wildniswald/WG-HWI-0001>
- LANUV (2021): <https://www.lanuv.nrw.de/natur/biodiversitaetsmonitoring/wildnis-gebietsmonitoring/>
- Liang, J., Crowther, T.W., Picard, N. et al. (2016) Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. *Science*, 354, aaf8957.
- LWuH (Landesbetrieb Wald und Holz)(2014): Schältschadeninventur in der DMW Heiligenborn. Bericht der Ergebnisse der Erstinventur. Unveröffentlicht
- Müller, J. (2004): Wie beeinflusst Forstwirtschaft die Biodiversität in Wäldern? Eine Analyse anhand der xylobionten Käfer. In: Beiträge zur bayerischen Entomofaunistik: 7:1-8, Bamberg
- MUNLV (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)(2020): *Wiederbewaldungskonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Walderneuerung auf Kalamitätsflächen*
- MUNLV (Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)(2018): *Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung*
- Rigling, D.; Hilfiker, S.; Schöbel, C.; Meier, F.; Engesser, R.; Scheidegger, C.; Stofer, S.; Senn-Irlet, B.; Queloz, V. (2016): Das Eschentriebsterben. *Biologie, Krankheitssymptome und Handlungsempfehlungen.* *Merkbl. Prax.* 57: 8 S
- Schulte, U. (2005): Biologische Vielfalt in nordrhein-westfälischen Naturwaldzellen. In: *LÖBF-Mitteilungen* 3/05. S. 43-48
- Straubinger, F. (2016): Mit zielführender Jagd zu ökonomischer und ökologischer Diversität. Vortrag beim NABU NRW- Workshop „Der Wald-Wild-Konflikt – wieviel Wild trägt der Wald“. Düsseldorf, 17.2.2016 (<https://nrw.nabu.de/natur-und-landwirtschaft/waelder/waldundwild/21520.html>; aufgerufen am 23.2.2018)
- Striepen, Klaus (2013): Wechselbeziehungen zwischen Schalenwild und Vegetation. *Naturwaldforschung in Nordrhein-Westfalen.* In: *AFZ/ Der Wald* 3/2013, S. 16-1
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mos-

seler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages

Welle, T., Sturm, K., Bohr, Y. (2017): Ausgewählte Ergebnisse einer Analyse zur Repräsentativität der Waldgesellschaften in Deutschland. Naturwald Akademie. Lübeck

Wering-Radtke, J. (2008): Biodiversitäts-

monitoring NRW Biotopmonitoring (BM). Erfahrungen mit seltenen Waldlebensraumtypen. Statusseminar Naturschutz-Monitoring in Deutschland. Vilm, 14.-18. April 2008 ([http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/monitoringintern2/Werking\\_Radtke\\_Wald\\_NRW.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/monitoringintern2/Werking_Radtke_Wald_NRW.pdf); aufgerufen am 23.2.2018)

Wiebe, A. (2016): Lösungsversuche zum Wald-Wild-Konflikt im Staatswald Nordrhein-Westfalen. Vortrag beim NABU Work-

shop „Der Wald-Wild-Konflikt – wie viel Wild verträgt der Wald?“. Düsseldorf, 17.2.2016 (<https://nrw.nabu.de/natur-und-landschaft/waelder/waldundwild/21520.html>; aufgerufen am 23.2.2018)

Zimmer, M., Helfer, V. (2016): Biodiversität, Ökosystemprozesse und Ökosystemleistungen. In: Lozan et al. (2016) Warnsignal Klima: Die Biodiversität. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. ([www.warnsignal-klima.de](http://www.warnsignal-klima.de))

