

Hessische Naturwaldreservate im Portrait

Weiherskopf



Einführung

Die Stürme „Vivian“ und „Wiebke“ bildeten den Abschluss einer Orkantief-Serie, die im Frühjahr des Jahres 1990 besonders im Südosten Hessens zu großflächigen Windwürfen im Wald führte. Auch die Buchenwälder des erst seit wenigen Monaten bestehenden Naturwaldreservats „Weiherkopf“ im Main-Kinzig-Kreis waren von diesen Windwürfen betroffen. Für die damals mit der Naturwaldreservatforschung befasste Hessische Forsteinrichtungsanstalt in Gießen war dies Anlass, ein interdisziplinäres Forschungskonzept zu entwickeln, das die Themenkomplexe „Wiederbewaldung“ und „Abbau des Totholzes“ im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ mit mehreren Teiluntersuchungen in den Vordergrund stellte. Die Ergebnisse dieses von 1990 bis 2000 durchgeführten Forschungsvorhabens wurden 2001 im Rahmen einer Fachtagung in Schlüchtern vorgestellt.

Heute stellt sich die Frage, welche Effekte des Windwurfes nach rund 25 Jahren noch feststellbar sind. Sind auch mittel- bis langfristig Unterschiede der Waldstruktur und -vegetation, des Bodens und der Artenvielfalt zwischen der belassenen Windwurffläche im Totalreservat und der weitgehend geräumten sowie anschließend bepflanzten und weiter bewirtschafteten Vergleichsfläche erkennbar? Um dieser Fragestellung nachzugehen, wurde in den Jahren 2013 und 2014 eine Sonderuntersuchung durchgeführt. Dabei wurden holzbewohnende Käfer, Pilze, Moose und Flechten sowie die Bodenfauna auf den flächenhaften Windwürfen von 1990 im Totalreservat und der bewirtschafteten Vergleichsfläche untersucht, Organismengruppen also, von denen man eine Reaktion auf die beiden unterschiedlichen Behandlungsvarianten erwarten konnte. Darüber hinaus wurden bodenkundliche Analysen sowie eine Erfassung der Waldstruktur und Vegetation durchgeführt.

Das vorliegende Heft der seit 2007 bestehenden Reihe „Hessische Naturwaldreservate im Portrait“ stellt die Ergebnisse der ab 1990 durchgeführten Windwurforschung am Weiherkopf in den Vordergrund.





Inhaltsverzeichnis

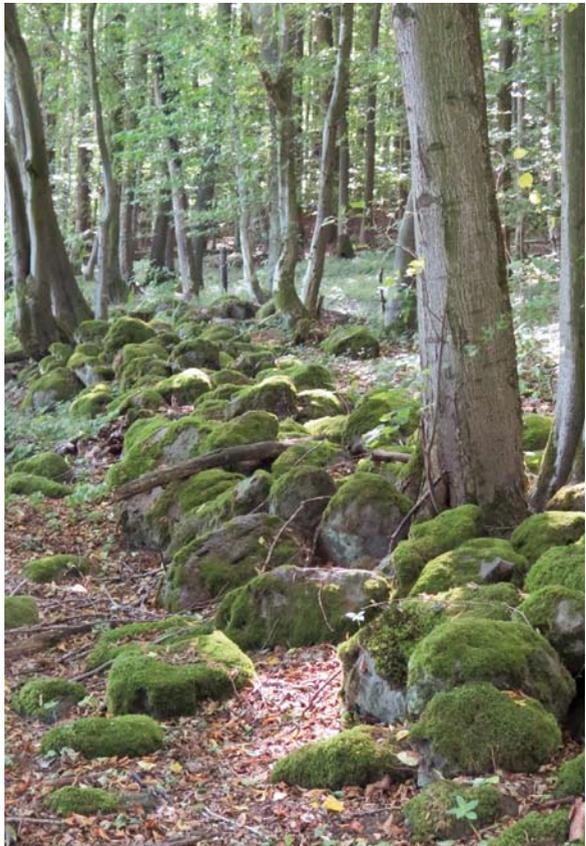
	Seite
Einführung	2
Weiherskopf	5
Waldstruktur	13
Bodenvegetation	17
Übersichtskarte	22/23
Flechten und Moose	26
Pilze	29
Zoologische Forschung	32
Käfer	32
Wanzen	35
Hautflügler	35
Spinnentiere	36
Landschnecken	37
Bodenfauna	39
Ausblick	41
Literaturhinweise, Impressum	43

Weiherskopf

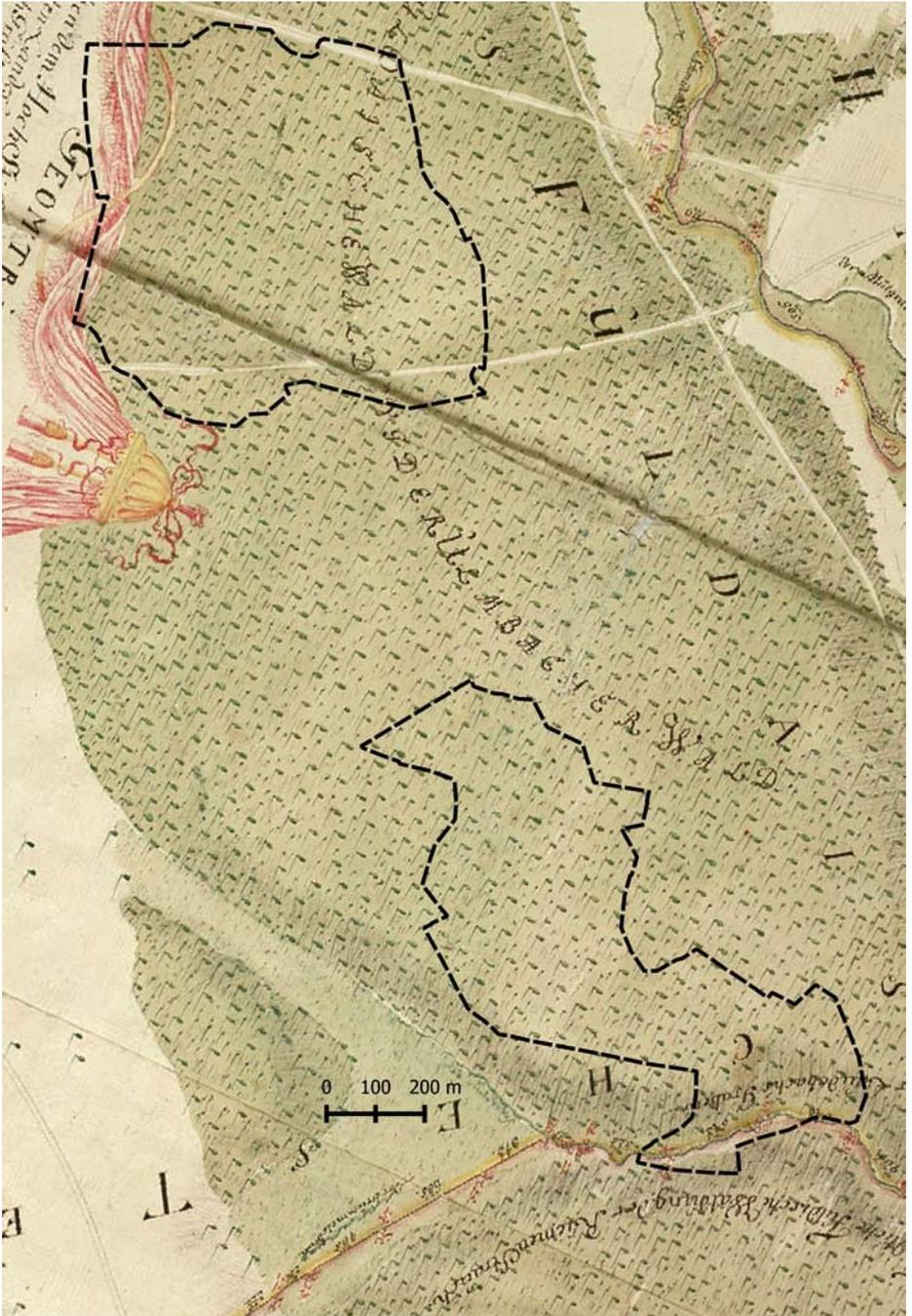
Das Waldgebiet am Weiherskopf wurde 1989 in das hessische Naturwaldreservateprogramm aufgenommen. Es liegt im Main-Kinzig-Kreis etwa fünf Kilometer nördlich von Steinau an der Straße und etwa einen Kilometer östlich von Ulmbach. Die überwiegend ostexponierten Hänge des 53 Hektar großen Totalreservats und der 600 m südlich davon liegenden, 39 Hektar großen Vergleichsfläche erstrecken sich von 310 m bis 410 m ü. NN. Das Gebiet wird vom Forstamt Schlüchtern betreut und umfasst die Forstabteilungen „Weiherskopf“ und „Halenskopf“. Es ist Teil des 421 ha großen FFH-Gebietes „Weiherskopf/Hohestein“. Naturräumlich gehört das Naturwaldreservat zum Unteren Vogelsberg, einem Teilgebiet des Naturraumes Osthessischen Bergland, Vogelsberg und Rhön. Die Landschaft im Grenzbereich zwischen Rhön, Spessart und Vogelsberg wird häufig auch als „Bergwinkel“ bezeichnet. Ausgangsgestein der überwiegend als frisch und eutroph (nährstoffreich) einzustufenden Böden (Braunerde, Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde) ist mit Lösslehm unterschiedlicher Mächtigkeit überlagerter tertiärer Basalt. Nur an einer Stelle am Rande der Vergleichsfläche steht kleinräumig Oberer Muschelkalk (Trias) an. Die natürlich vorkommenden Waldgesellschaften

sind Waldgersten- und Waldmeister-Buchenwald. Klimatisch ist das Gebiet dem submontan geprägten, mäßig subatlantischen Berglandklima zuzuordnen. Die Niederschläge liegen bei 970 mm im Jahr, von denen 390 mm in der Vegetationsperiode zwischen Mai und September fallen. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 7,7 °C, die mittlere Temperatur in der Vegetationsperiode 14,2 °C.

Weiherskopf und Halenskopf (auch Halenserkopf) sind Teile des zwischen Ulmbach und Kressenbach gelegenen Waldgebietes „Buchwald“, in alten Karten



Aus dem Offenland stammende Basaltblöcke kennzeichnen die historische Wald-Feld-Grenze am Nordwestrand des Totalreservats.



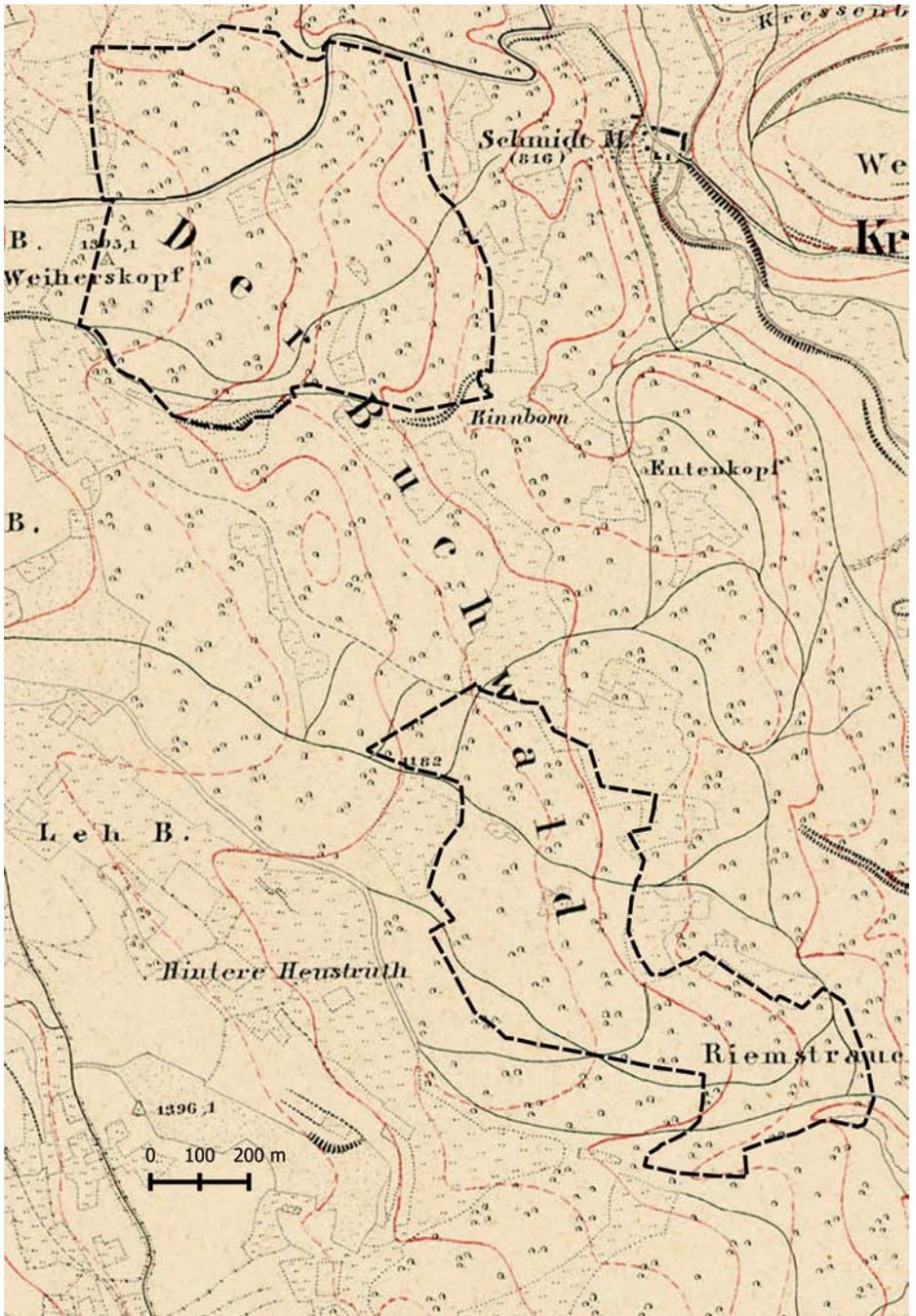
Eine Karte der Grenze zwischen dem Hochstift Fulda und der Grafschaft Hanau von 1730 zeigt im Bereich des Totalreservats und der Vergleichsfläche ein geschlossenes Laubwaldgebiet.

auch „Ulmbacher Wald“ genannt, das sich in Nord-Süd-Richtung erstreckt. Eine im Zusammenhang mit der Festlegung des Grenzverlaufs zwischen der Fürstabtei (später Fürstbistum) Fulda und der Grafschaft Hanau entstandene Karte zeigt den Buchwald 1730 als geschlossenes Laubwaldgebiet. Die Grenze zwischen beiden Territorien verlief östlich des Buchwaldes in Nord-Süd-Richtung im Tal des Steinebachs und bog am Halenskopf im Bereich des Laudenschbachgrabens nach Westen ab, wo sie den heutigen Südteil der Vergleichsfläche durchschneidet. Der Laudenschbachgraben mit seinen „Grümmen und Bügen“ (Krümmungen und Biegungen) bildete nach der Beschreibung von 1730 die Grenze, die hier noch heute durch mehrere aus dieser Zeit stammende Grenzsteine erkennbar ist. Das östlich des Weiherkopfes gelegene Dorf Kressenbach gehörte noch zur Grafschaft Hanau,

die bei Kressenbach liegende Schmidmühle aber zum Kirchspiel Ulmbach und damit zu Fulda. Auf der 1859 entstandenen Niveauekarte des Kurfürstentums Hessen ist der Buchwald noch immer als reines Laubwaldgebiet dargestellt, das nun aber von zahlreichen Wiesen- und einzelnen Ackerflächen durchbrochen wird. Das heutige Naturwaldreservat und die Vergleichsfläche waren jedoch auch zu dieser Zeit überwiegend bewaldet. Über ein aus Laserscanaufnahmen abgeleitetes, hochaufgelöstes digitales Geländemodell (DGM1) ist nachweisbar, dass die heutige Vergleichsfläche am Halenskopf im Mittelalter weitgehend waldfrei war und beackert wurde. Auch im Gelände sind Ackerterrassen und Lesesteinhaufen hier teilweise noch gut erkennbar. Die Ackerflächen gehörten wahrscheinlich zu dem 1398 erstmals mit drei Höfen und einer Mühle genannten Dorf Altengesäß (Elingesäß). Die genaue Lage des zuletzt 1452 erwähnten Ortes, der 1483 bereits als Wüstung bezeichnet wurde, ist bisher nicht bekannt. Aus der Umgebung von Ulmbach sind zahlreiche weitere im Mittelalter wüst gefallene kleinere Dörfer und Einzelhöfe belegt. Sie wurden im Laufe eines Konzentrationsprozesses aufgegeben und ihre Einwohner zogen nach Ulmbach. Auch aus der Zeit des Dreißigjährigen Krieges wird von einem dramatischen Bevölkerungsrückgang berichtet, der sich ebenfalls auf das Landschaftsbild auswirkte. So ist einer Eintragung in den Amtsrechnungen des Amtes Ulmbach aus den Jahren



Wappen des Hochstifts Fulda (links) und der Grafschaft Hanau (rechts) auf einem Grenzstein von 1730 in der heutigen Vergleichsfläche



Niveauekarte des Kurfürstentums Hessen mit der heutigen Grenze des Naturwaldreservats „Weiherskopf“

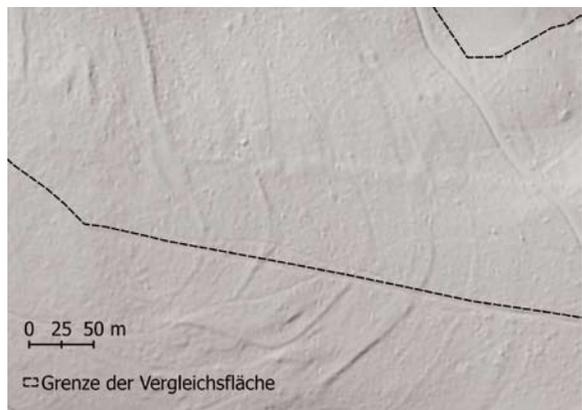


Lesesteinhaufen am Rande einer mittelalterlichen Ackerterrasse im Buchenbestand der Vergleichsfläche

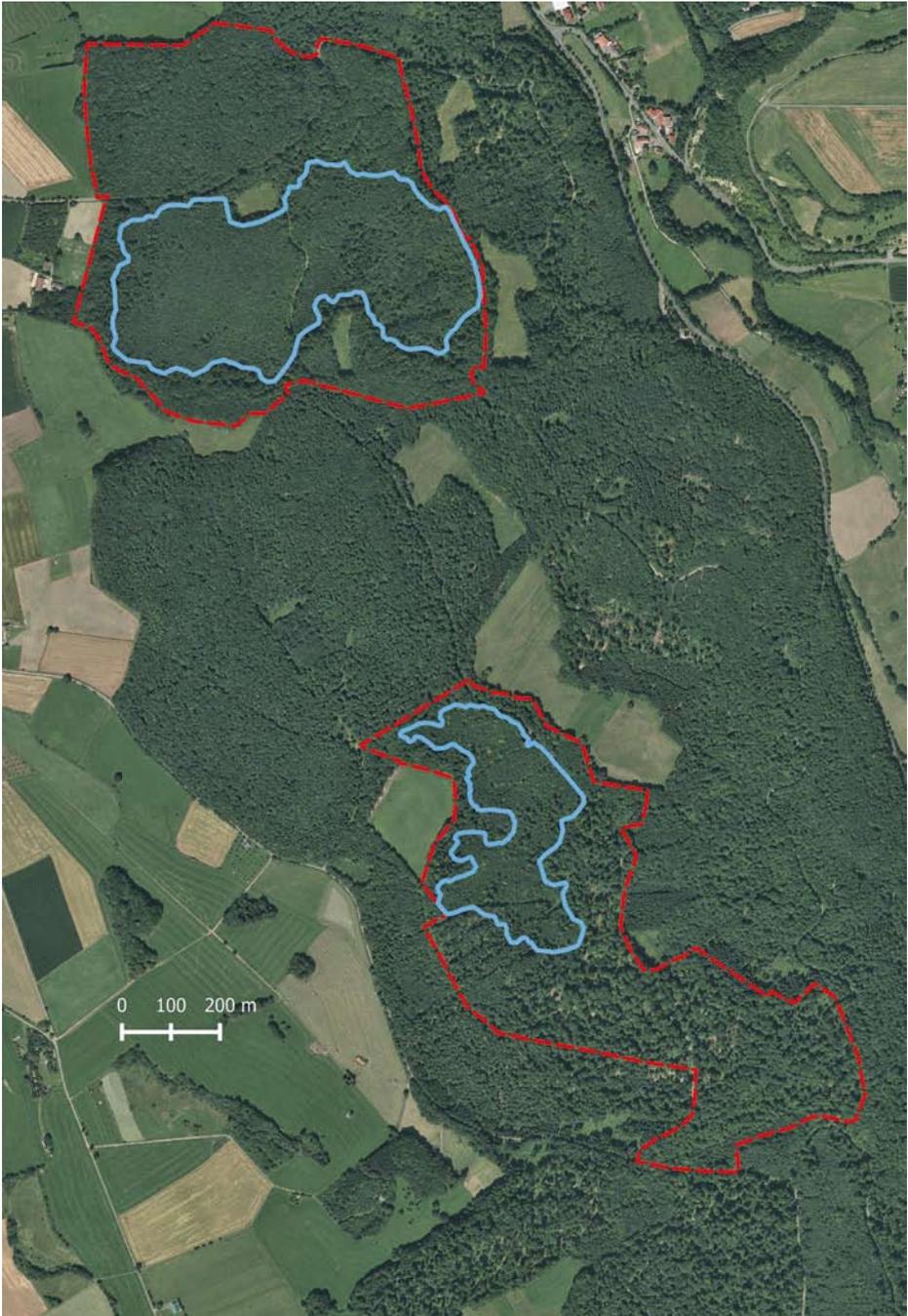
1653/54 zu entnehmen, dass zu dieser Zeit viele Dörfer des Gerichts Ulmbach unbewohnt waren und dass „umb dieses Orth herumb, viele velder, Ellern [Erlen], Wiesen u. Heegweyden, gantz wüst liegen, so mit Hecken, Bäumen, Büschen u. Streuchen dermaßen also bewachsen, daß man derer nicht genießen noch gebrauchen kann“. Bereits im ersten Drittel des 18. Jahrhunderts war der Bevölkerungsverlust durch hohe Geburtenraten und Zuzug jedoch wieder weitgehend ausgeglichen worden.

Neben den ehemaligen Ackerterrassen ist im Gelände, im digitalen Geländemodell wie auch auf historischen Karten eine Reihe von alten Wegen erkennbar, die den Buchwald im Bereich des heutigen Naturwaldreservates und seiner Vergleichsfläche durchkreuzten. Die „Weinstraße“ eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende,

möglicherweise über 2.000 Jahre alte Fernverbindung, führte von Franken über Steinau in Richtung Vogelsberg. Eine Abzweigung dieser später auch als „Poststraße“ bezeichneten Fernstraße nach Ulmbach verlief am Südrand der Vergleichsfläche. Neben dem schon auf der Niveaokarte des Kurfürstentums Hessen erkennbaren Fahrweg zwischen Ulm-



Mithilfe des digitalen Geländemodells (DGM1) sind die mittelalterlichen Ackerterrassen in der Vergleichsfläche gut erkennbar.

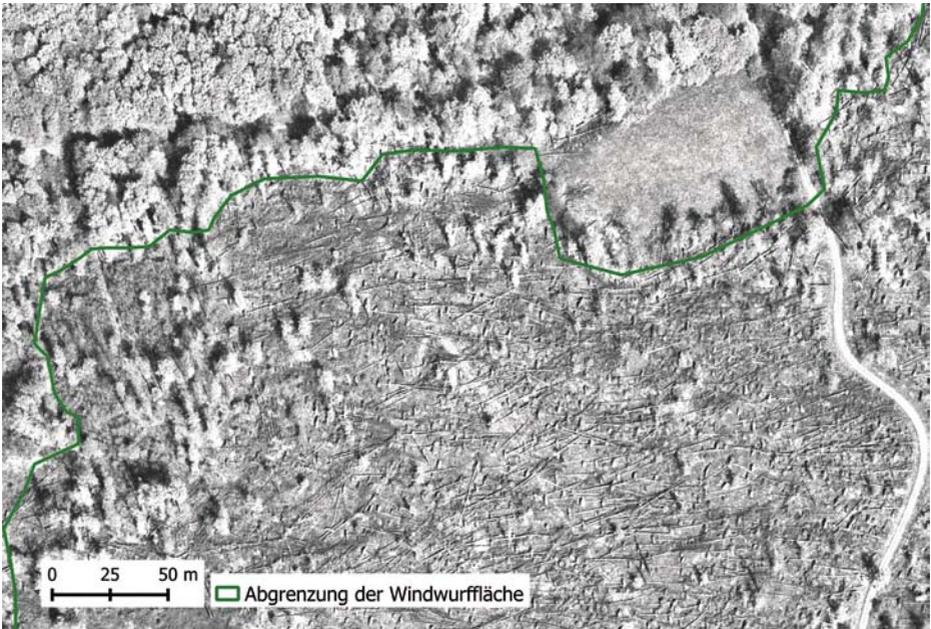


Naturwaldreservat „Weiherskopf“ mit Totalreservat (oben) und Vergleichsfläche (unten) auf einem Orthofoto von 2009. Blau umrandet: Windwurfflächen von 1990

bach und der Schmidmühle gab es auch einen bis in die 1960er Jahre begangenen Fußweg, der von Ulmbach kommend im heutigen Totalreservat an der sogenannten Eselswiese vom Fahrweg abzweigte und geradlinig in West-Ost-Richtung zur Schmidmühle führte.

Das Naturwaldreservat „Weiherskopf“ mit seiner Vergleichsfläche bestand erst seit wenigen Monaten, als es von den Frühjahrsstürmen 1990 sehr stark betroffen war. Zwischen dem 24. Januar und dem 1. März 1990 zogen insgesamt sieben atlantische Sturmtiefs über Hessen hinweg, die insbesondere in den Wäldern Mittel- und Südhessens Sturmschäden von bis dahin nicht gekanntem Ausmaß hinterließen. Die Stürme „Vivian“ (25.-27.2.) und „Wiebke“ (28.2.-1.3.) bildeten den Abschluss dieser Orkantief-Serie. Die Waldböden waren während des gesamten Zeitraums nicht gefroren und überwiegend

wassergesättigt, sodass sie den durch wiederholte Stürme gelockerten Baumwurzeln wenig Halt boten. Von den damals bestehenden hessischen Naturwaldreservaten war der „Weiherskopf“ das mit Abstand am stärksten von Windwurf betroffene Gebiet. Neben zahlreichen Einzelwürfen von Bäumen gab es sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche jeweils einen flächenhaften Windwurf. Die zusammenhängenden Windwurfflächen lassen sich auf der Grundlage von Luftbildern (Orthofotos) aus den Jahren 1990 und 1993 sowie mithilfe von Laserscanaufnahmen (DGM1), auf denen die Bodenstörungen und Wurzelteller der Bäume bis heute erkennbar sind, genau abgrenzen. Für das Totalreservat liegt darüber hinaus auch eine Geländeerfassung von 1990 vor. Im Ergebnis dieser Kartierung waren im Totalreservat 22 ha und in der Vergleichsfläche 9 ha von flächigen Windwürfen betroffen.



Abgrenzung der Windwurffläche im Totalreservat auf einem Orthofoto von 1993. Die in West-Ost-Richtung liegenden Stämme sind gut erkennbar.



Blick auf den Südwestteil der Windwurffläche im Totalreservat 1990

Geräumte und nicht geräumte Bereiche in der Vergleichsfläche sind mithilfe des Orthofotos von 1993 ebenfalls gut zu unterscheiden. Anders als im Totalreservat, wo etwa 8.000 Festmeter Holz liegen blieben, wurde das geworfene Holz aus

der Vergleichsfläche noch 1990 größtenteils aufgearbeitet und genutzt. Die geräumten Bereiche der Vergleichsfläche wurden anschließend mit Buche, Berg-Ahorn, Vogel-Kirsche und Fichte wieder aufgeforstet.

Kurzcharakteristik des Naturwaldreservates

Größe	Totalreservat: 53 ha, Vergleichsfläche: 39 ha
geographische Lage	etwa 5 km nördlich von Steinau an der Straße
Höhenlage	310 bis 410 Meter über Meereshöhe
Naturraum	Unterer Vogelsberg
Geologie	tertiärer Basalt, Lössauflage wechselnder Mächtigkeit, kleinflächig Oberer Muschelkalk
Böden	Braunerde, Parabraunerde, Pseudogley-Parabraunerde
Klima	Berglandklima (submontan, mäßig subatlantisch)
Waldbestand	Buchenwald mit Edellaubbäumen
Vegetationstyp	Waldgersten-Buchenwald, Waldmeister-Buchenwald

Waldstruktur

Die Waldstruktur des Naturwaldreservates „Weiherskopf“ wurde im Jahr 2013 auf insgesamt 41 Probekreisen von 500 m² Größe nach dem Standardverfahren für hessische Naturwaldreservate erfasst. Zusätzlich liegen Erhebungen aus dem Jahr 1991 außerhalb der flächenhaften Windwürfe sowie Inventuren der Gehölzverjüngung im Windwurfbereich des Totalreservates aus den Jahren 1990 bis 1995, 1998, 2007 und 2013 vor.



Nordwestrand der Windwurffläche im Totalreservat in den Jahren 1991, 1992 und 1997

Bei den vom Wind geworfenen Waldbeständen handelte es sich um geschlossene Buchenwälder mit einem meist zehnpromigen Anteil an eingemischten Eichen und geringen Anteilen weiterer Laub- und Nadelbaumarten. Das Alter der Buchenbestände lag zum Zeitpunkt des Windwurfes zwischen 80 und 110 Jahren. Zwei Jahre vor dem Windwurf wurde in den betreffenden Beständen des späteren Totalreservates eine Durchforstung mit einer Nutzungsmenge von rund 35 Erntefestmetern je Hektar durchgeführt und es wurden auf einer Teilfläche Buchen und andere Laubbaumarten gepflanzt. In den 1990 vom Wind geworfenen Beständen der Vergleichsfläche wurden 1987 geringfügige Sammelhiebe durchgeführt. Das Windwurfholz wurde hier 1991 zu einem großen Teil geerntet und anschließend wurden auf einer Teilfläche von 2,5 Hektar Buche, Berg-Ahorn, Vogel-Kirsche und Fichte gepflanzt (insgesamt rund 12.500 Pflanzen). Auf den überwiegend frischen Standorten im Totalreservat setzte nach dem Windwurf eine sehr schnell verlaufende Wiederbewaldung durch die bereits vorher etablierten Jungpflanzen ein. Esche und Spitz-Ahorn waren die wichtigsten Baumarten in den aufwachsenden Jungbeständen. Auf den stärker wechselfeuchten Standorten war allerdings kaum Vorverjüngung vorhanden. Eine dichte Decke aus Land-Reitgras, Binsen und Rasen-Schmiele erschwerte hier die Wiederbewaldung erheblich. Die Jungpflanzenzahlen lagen auf einem deutlich geringeren Niveau als auf den frischen Standorten.

Auch mehr als 20 Jahre nach dem Windwurf unterscheiden sich die Jungbestände zwischen den frischen und den wechselfeuchten Standorten erheblich. Bei insgesamt geringerer Stammzahldichte und geringerem Vorrat ist der Anteil an

Pionierbaumarten, Fichten und Buchen auf den wechselfeuchten Standorten erheblich höher als auf den frischen Standorten.

Die erstmals flächendeckende Inventur der Waldstruktur des Naturwaldreservates „Weiherkopf“ im Jahr 2013 zeigt, welche Unterschiede 23 Jahre nach dem Windwurf zwischen den geworfenen und nicht

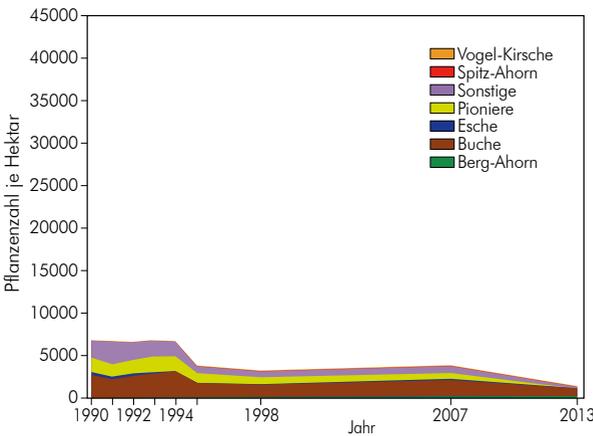
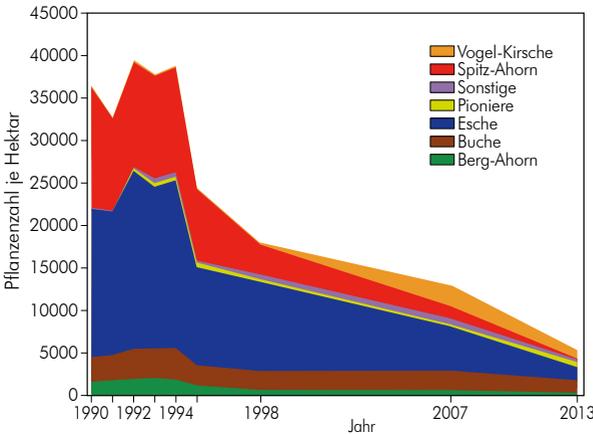
geworfenen Teilbereichen sowie zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche bestehen.

Sowohl bei der Stammzahldichte als auch beim Volumen des lebenden Derbholzbestandes zeigen sich erwartungsgemäß deutliche Unterschiede zwischen den Windwurfbereichen und den nicht flüchtig

geworfenen Beständen. Die nach dem Windwurf aufgewachsenen Jungbestände zeichnen sich durch eine erheblich höhere Stammzahl und ein geringeres Volumen aus. Immerhin verlief die Wiederbewaldung aber so rasch, dass nach 23 Jahren bereits wieder ein mittleres Derbholzvolumen von 217 m³ (Totalreservat) bzw. 165 m³ (Vergleichsfläche) aufgebaut worden ist.

Die Unterschiede zwischen dem belassenen Windwurf im Totalreservat und der geräumten Vergleichsfläche sind bei der Stammzahldichte und beim Derbholzvolumen zwar erkennbar, jedoch überraschend gering. Offenbar hat sich die Räumung kaum auf die Geschwindigkeit der Wiederbewaldung und den nachfolgenden Vorratsaufbau ausgewirkt, da der Bestand der bereits vorhandenen Jungpflanzen hierdurch nicht erheblich geschädigt worden ist.

Die Windwurfbereiche heben sich 23 Jahre nach dem Sturm auch durch ihre Baumartenzusammensetzung von den anderen Beständen ab. Nach ihrem Stammzahlanteil dominiert die Esche, während die nicht geworfenen Bestände von der Buche



Entwicklung der mittleren Anzahl an Gehölz-Jungpflanzen <7 cm BHD je Hektar von 1990 bis 2013 auf der Windwurflläche des Totalreservates. Die obere Graphik zeigt die Ergebnisse für die frischen und die untere Graphik für die wechselfeuchten Standorte. In der Gruppe Pioniere werden Birken, Holunder, Faulbaum, Weißdorn, Weiden und Eberesche zusammengefasst. In die Gruppe Sonstige fallen im Wesentlichen Fichte, Aspe, Pappel und Hainbuche.

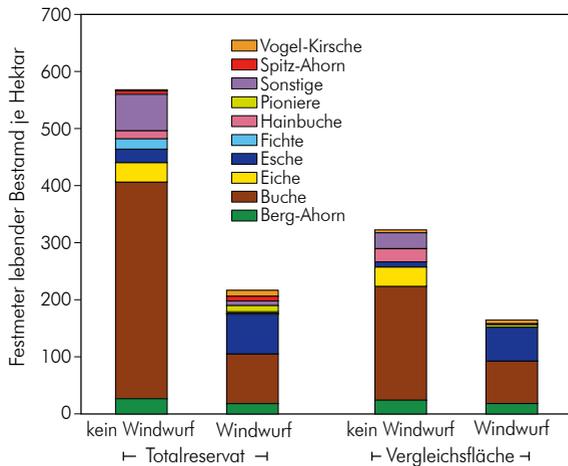
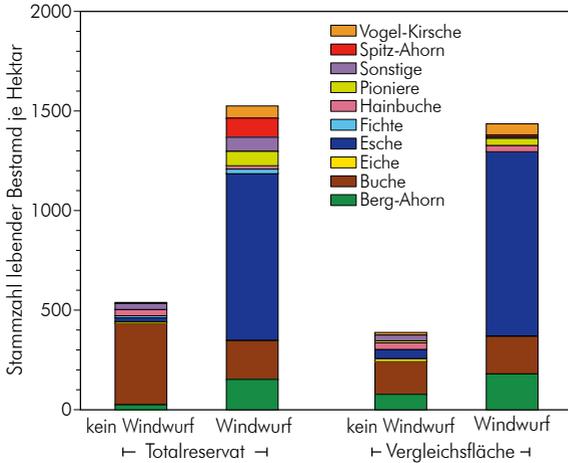
beherrscht werden. Relativ betrachtet geht der Eschenanteil deutlich zurück, wenn anstelle der Stammzahl das Volumen als Bezugsgröße gewählt wird. Offenbar hat ein gewisser Teil unter- und zwischenständiger Buchen den Windwurf überlebt. Diese vergleichsweise wenigen Bäume haben mitt-

lerweile einen recht großen Durchmesser erreicht und stellen daher einen entsprechend hohen Volumenanteil.

Beim Vergleich der nicht flächig geworfenen Bereiche fällt der große Unterschied zwischen dem Derbholzvolumen im Totalreservat von rund 570 m³ je Hektar und dem nur etwa halb so hohen Volumen auf der weiter genutzten Vergleichsfläche auf.

Da die geworfene Holzmenge nach dem Sturm nicht genau erfasst worden ist, lässt sie sich nur aus Rückrechnungen ermitteln. Demnach dürfte in etwa ein Derbholzvolumen von 330 m³ je Hektar geworfen worden sein. Rund ein Drittel dieser Menge war im Jahr 2013 im Totalreservat noch vorhanden. Somit hebt sich der belassene Windwurf auch 23 Jahre später noch durch eine wesentlich höhere Totholzmenge von den anderen Teilbereichen ab. Weniger deutlich fällt der Unterschied aus, wenn statt des Volumens die Anzahl an Totholzstücken betrachtet wird.

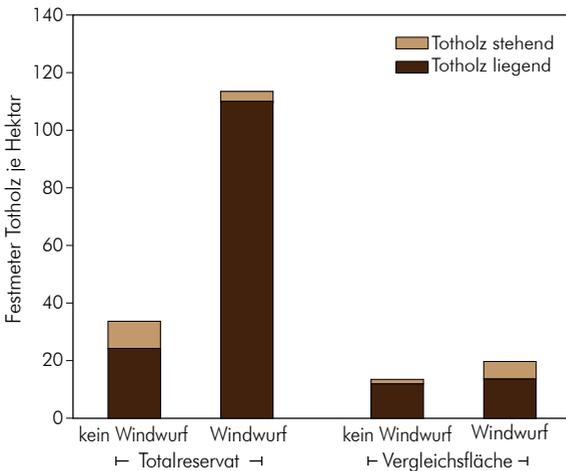
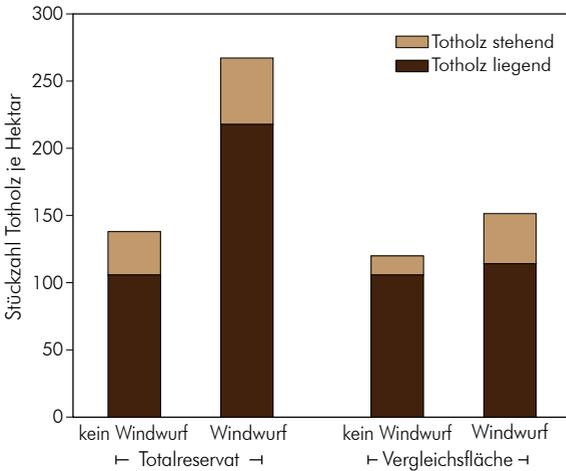
Insgesamt ist absehbar, dass die Folgen des Windwurfs noch über einen langen Zeitraum anhand einer veränderten Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur erkennbar sein werden. Durch die Orkane Vivian und Wiebke wurden demnach die Weichen für einen Waldaufbau und eine Waldentwicklung gestellt, die von derjenigen eines ungestörten Buchenwaldes erheblich abweicht. Mit den Folgebeständen dieser Störung ist ein neues Element in der Waldlandschaft entstanden. Fraglich ist, wie sich der schon heu-



Mittlere Stammzahl (obere Graphik) und mittleres Volumen (untere Graphik) des Derbholzbestandes im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ je Hektar. Innerhalb der Teilbereiche Totalreservat und Vergleichsfläche wird zwischen den nicht flächenhaft geworfenen und den Windwurfflächen unterschieden. In der Gruppe Pioniere werden Birken, Weiden und Eberesche zusammengefasst. In die Gruppe Sonstige fallen im Wesentlichen Pappel und Europäische Lärche.



In der Windwurffläche des Totalreservats waren 2013 im Mittel 110 Festmeter liegendes Totholz zu finden.



te vom Eschentriebsterben betroffene Eschenbestand weiter entwickeln wird. Für die Zukunft wird die Untersuchung der Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche von großem Interesse sein. Wie verläuft die Selbstdifferenzierung der Durchmesserstruktur und Baumartenzusammensetzung im Totalreservat im Vergleich zur bewirtschafteten Vergleichsfläche? Gleichen sich die Totholz mengen weiter an, da das Windwurfholz in absehbarer Zeit abgebaut sein wird und die Totholznachlieferung zwischen den beiden Teilflächen vergleichbar ist? Antworten auf diese und weitere Fragen wird die künftige Naturwaldreservateforschung im Weiherkopf geben.

Mittlere Stückzahl (obere Graphik) und mittleres Volumen (untere Graphik) des Totholzes im Naturwaldreservat Weiherkopf je Hektar (liegendes Totholz ab 20 cm Durchmesser, stehendes Totholz ab 7 cm Durchmesser). Innerhalb der Teilbereiche Totalreservat und Vergleichsfläche wird zwischen den nicht flächenhaft geworfenen und den Windwurfflächen unterschieden.

Bodenvegetation

Vorherrschende Waldgesellschaft sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche ist der Waldgersten-Buchenwald. In einigen Bereichen kommt auch der Waldmeister-Buchenwald vor. Beide Waldgesellschaften werden in der Baumschicht von der Rotbuche dominiert und haben einen gemeinsamen Grundstock von Arten, zu denen am Weiherskopf insbesondere das Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa*), die Zwiebel-Zahnwurz (*Cardamine bulbifera*), die Wald-Segge (*Carex sylvatica*), der Waldmeister (*Galium odoratum*), die Gewöhnliche Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), das Einblütige Perlgras (*Melica uniflora*) sowie das Gewöhnliche Flattergras (*Milium effusum*) gehören. Der Waldgersten-Buchenwald ist gegenüber dem Waldmeister-Buchenwald floristisch durch das Auftreten der Arten Gewöhnlicher Aronstab (*Arum maculatum*), Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Waldgerste (*Hordelymus europaeus*), Frühlings-Platterbse (*Lathyrus vernus*), Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) und Echte Schlüssel-



Spätsommeraspekt mit Schmalblättrigem Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*) und Rotem Holunder (*Sambucus racemosa*) am Rande der Windwurffläche im Totalreservat 1992

blume (*Primula elatior*) gekennzeichnet. Bereits 1990 wurden innerhalb des Totalreservats in der Windwurffläche 10 vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen von jeweils insgesamt 25 m² Größe angelegt. Hier wurde in den ersten fünf Jahren jährlich die Krautschicht erfasst. Eine Wiederholung dieser Vegetationserfassung fand 1999 statt. Durch diese intensive Untersuchung liegen sehr gute Informationen über die Entwicklung der Bodenvegetation auf der forstlich unbeeinflussten Windwurffläche unmittelbar nach den Stürmen vor.

An insgesamt 48 Punkten im 100 x 200 m-Raster wurden im Jahr 2014 Vegetationsaufnahmen nach dem in hessischen Naturwaldreservaten üblichen Verfahren auf 100 m² großen Probeflächen durchgeführt. Dabei lagen 26 Flächen im Totalreservat und 22 in der Vergleichsfläche. Die 2014 erhobenen Daten können als Fortsetzung der von 1990 bis 1999 entstandenen Zeitreihe dienen und ermöglichen darüber hinaus einen Vergleich zwischen den vier Bestandes-Varianten Totalreservat mit und ohne Windwurf und bewirtschaftete Vergleichsfläche mit und ohne Windwurf rund 25 Jahre nach dem Sturmereignis.

Im Folgenden wird zunächst die Vegetationsentwicklung auf der Windwurffläche im Totalreservat von 1990 bis 2014 beschrieben. Dabei ist es wichtig, sich zu verdeutlichen, welche Folgen die Öffnung des Kronendaches in dem zu dieser Zeit etwa 100-jährigen Buchenwald für die Standortbedingungen hatte, denn mit einem Sturmwurf geht ein schlagartig veränder-

tes Ressourcenangebot für die Bodenvegetation einher. Der Licht-, Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt der neu entstandenen Offenfläche unterscheidet sich deutlich von dem des zuvor noch weitgehend geschlossenen Waldbestandes. Während das Lichtangebot unter dem Kronendach der Rotbuche nur gering ist, entstehen nach einem Windwurf plötzlich Volllichtbedingungen. Auch das Wasser- und Wärmeangebot steigen nach dem Ausfall der Baumschicht deutlich an. Das gestiegene Wärmeangebot fördert die Stickstoff-Mineralisierung im Oberboden, sodass das Nährstoffangebot ebenfalls größer wird. Aber auch die übrigen Bedingungen im Oberboden ändern sich. Während unter einem geschlossenen Buchenbestand eine fast flächendeckende Laubaufgabe ausgebildet ist, entstehen nun um die Wurzelteller der Bäume herum offene, zunächst vegetationsfreie Mineralbodenbereiche.

Die Besiedelung dieser Standorte mit Farn- und Blütenpflanzen kann prinzipiell auf drei Wegen erfolgen: Zum einen siedeln sich aus dem vorher ausgebildeten Buchenwald stammende Arten der Krautschicht über Ausläufer oder Samen an. Zum anderen können nun aber auch Pflanzenarten zum Zuge kommen, die zuvor nicht auf der Fläche wuchsen, deren langlebige Samen aber in der sogenannten Samen-



Die Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*) ist eine Trennart der Waldgersten-Buchenwälder.



Das Schmalblättrige Weidenröschen ist eine lichtbedürftige Art, die Offenflächen im Wald schnell besiedeln kann.

bank des Waldbodens zahlreich vertreten sind. Dazu gehören beispielsweise Binsenarten wie die Knäuel- und die Flatterbinse (*Juncus conglomeratus* und *J. effusus*) oder Seggenarten wie die Winkel-Segge (*Carex remota*), die Sparrige Segge (*C. muricata*) und die Wald-Segge (*C. sylvatica*). Und schließlich können auch Wald- und Offenlandarten mit guter Ausbreitungsfähigkeit, z. B. mit flugfähigen Samen und Früchten, von außerhalb gelegenen Wuchsorten ausgehend die Windwurflläche besiedeln. Zu dieser Gruppe gehören beispielsweise das Schmalblättrige und das Berg-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* und *E. montanum*), aber auch Wiesen-Löwenzähne (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), die Sal-Weide (*Salix caprea*) oder das Fuchs-Greiskraut (*Senecio fuchsii*). Die Springkraut-Arten Kleinblütiges oder Großes Springkraut (*Impatiens parviflora*, *I. noli-tangere*) schleudern ihre Samen selbst mehrere Meter weit und können so geeignete Wuchsorte schnell besiedeln. Auch Wildtiere (z. B. Rehe, Wildschweine, Marder oder Füchse) transportieren vor allem über ihr Fell und ihren Kot viele Samen und Früchte auf die Windwurflläche, die hier nun geeignete Wuchsbedingungen finden. Besonders Pflanzenarten mit klettenartigen Früchten wie die Klette selbst (am Weiherskopf z. B.



Große Brennnessel und Kletten-Labkraut sind Störungszeiger, die sich auf den Windwurfflächen zunächst ausbreiten konnten.

Arctium nemorosum und *A. minus*), aber auch das Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) oder die Gewöhnliche Nelkenwurz (*Geum urbanum*) werden über das Fell von Wildtieren ausgebreitet. Typische Pflanzenarten, die über den Kot von Wildtieren transportiert werden, sind beispielsweise die Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*), der Rote und Schwarze Holunder (*Sambucus racemosa*, *S. nigra*) die Himbeere oder die Echte Brombeere (*Rubus idaeus*, *R. fruticosus* agg.). Besonders die langlebigen Samen der Himbeere sind aber häufig auch mit großer Individuenzahl in der Samenbank des Waldbodens vertreten.

Pflanzenarten, die mit einer Neuansiedlung oder einer deutlichen Deckungsgradzunahme auf das veränderte Ressourcenangebot nach Windwurf oder anderen Störungen reagieren, bezeichnet man als Störungszeiger. Interessant ist, dass einige typische Störungszeiger bereits 1990 auf mindestens der Hälfte der Dauerbeobachtungsflächen im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ vertreten waren und dem-

nach nicht von außen einwandern mussten. Zu diesen Arten gehören beispielsweise der Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*), das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*), die Himbeere (*Rubus idaeus*), der Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*) und die Große Brennnessel (*Urtica dioica*).

Da die meisten aus dem Buchenwald stammenden Waldpflanzenarten auch nach dem Windwurf auf der Fläche weiter wachsen konnten und viele walddtypische Störungszeiger, darüber hinaus aber auch Offenlandarten das veränderte Ressourcenangebot zur Ansiedlung und Etablierung nutzten, stieg die mittlere Gefäßpflanzen-Artenzahl auf den Dauerbeobachtungsflächen am Weiherkopf in den ersten fünf Vegetationsperioden kontinuierlich von 32 auf 44 Arten an. Auch der Krautschicht-Deckungsgrad verdoppelte sich in dieser Zeit von durchschnittlich knapp 50 % auf nahezu 100 %. Dabei hing die Entwicklung der einzelnen Dauerbeobachtungsflächen stark von deren Ausgangsbedingungen ab. So gab es von hochwüchsigen Stauden oder Farnen dominierte Teilflächen, auf denen beispielsweise die Große Brennnessel (*Urtica*



Die Echte Tollkirsche (*Atropa bella-donna*) tritt vorwiegend auf Waldverlichtungen und an Waldrändern auf. Sie wird meist von Vögeln ausgebreitet.

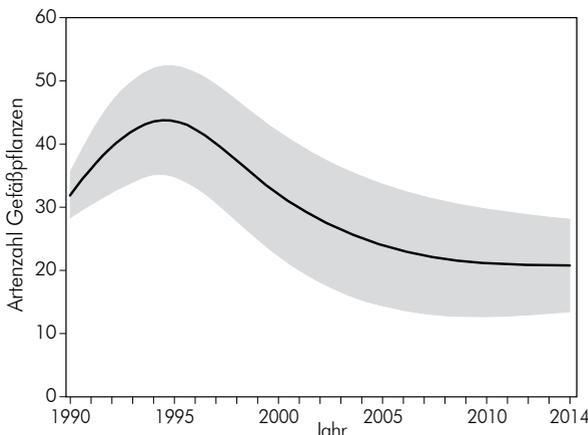


Dichte Krautschicht in einem durch Eschentriebsterben aufgelichteten Jungbestand in der Vergleichsfläche. Aspektbildend ist hier der Gewöhnliche Wurmarn (*Dryopteris filix-mas*).

dioica), das Fuchs-Greiskraut (*Senecio fuchsii*), der Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) oder der Wurm-Farn (*Dryopteris filix-mas*) aspektbildend waren, aber auch von Gräsern geprägte Flächen mit Arten wie Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*), Wald-Trespe (*Bromus ramosus*), Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*) oder Sparrige Segge (*Carex muricata* agg.). Einige weitere Flächen wurden schnell von

Himbeeren oder Brombeeren beherrscht und schließlich gab es auch Bereiche, in denen die Naturverjüngung der Gehölze schon frühzeitig hohe Deckungsgrade erreichte.

Bereits in der 10. Vegetationsperiode nach dem Windwurf (1999) waren die Artenzahl und der Deckungsgrad der Krautschicht wieder etwa auf das Ausgangsniveau von 1990 zurückgefallen. Dieser Rückgangstrend setzte sich bis 2014 weiter



Verlauf der Gefäßpflanzen-Artenzahlen von 1990 bis 2014. Schwarze Linie: Mittelwert, grau schattiert: Schwankungsbreite (95 %-Vertrauensbereich)

fort, sodass die inzwischen auf der Windwurffläche stockenden dichten Stangenholzbestände heute deutlich ärmer an Farn- und Blütenpflanzen sind und die Krautschicht geringere Deckungsgrade aufweist als zu Beginn der Dauerbeobachtung 1990. Im Laufe der Vegetationsentwicklung änderte sich auch das Ressourcenangebot wieder. Licht-, Wasser-, Wärme- und Nährstoffangebot näherten sich mit zunehmendem Deckungsgrad der krautigen Pflanzen und

insbesondere dem Aufwachsen der Gehölz-Verjüngung stark den Ausgangsbedingungen an. Im Hinblick auf das Licht- und Wärmeangebot sind die Bedingungen im dichten Stangenholz gegenwärtig sogar ungünstiger als in einem bewirtschafteten Buchen-Altbestand.

Auch die Anzahl von walddtypischen Störungszeigern und Offenlandarten stieg von 1990 bis 1994 zunächst an und war 1999 bereits wieder etwas abgesunken. Für beide Artengruppen lag sie 2014 deutlich unter dem Ausgangsniveau.

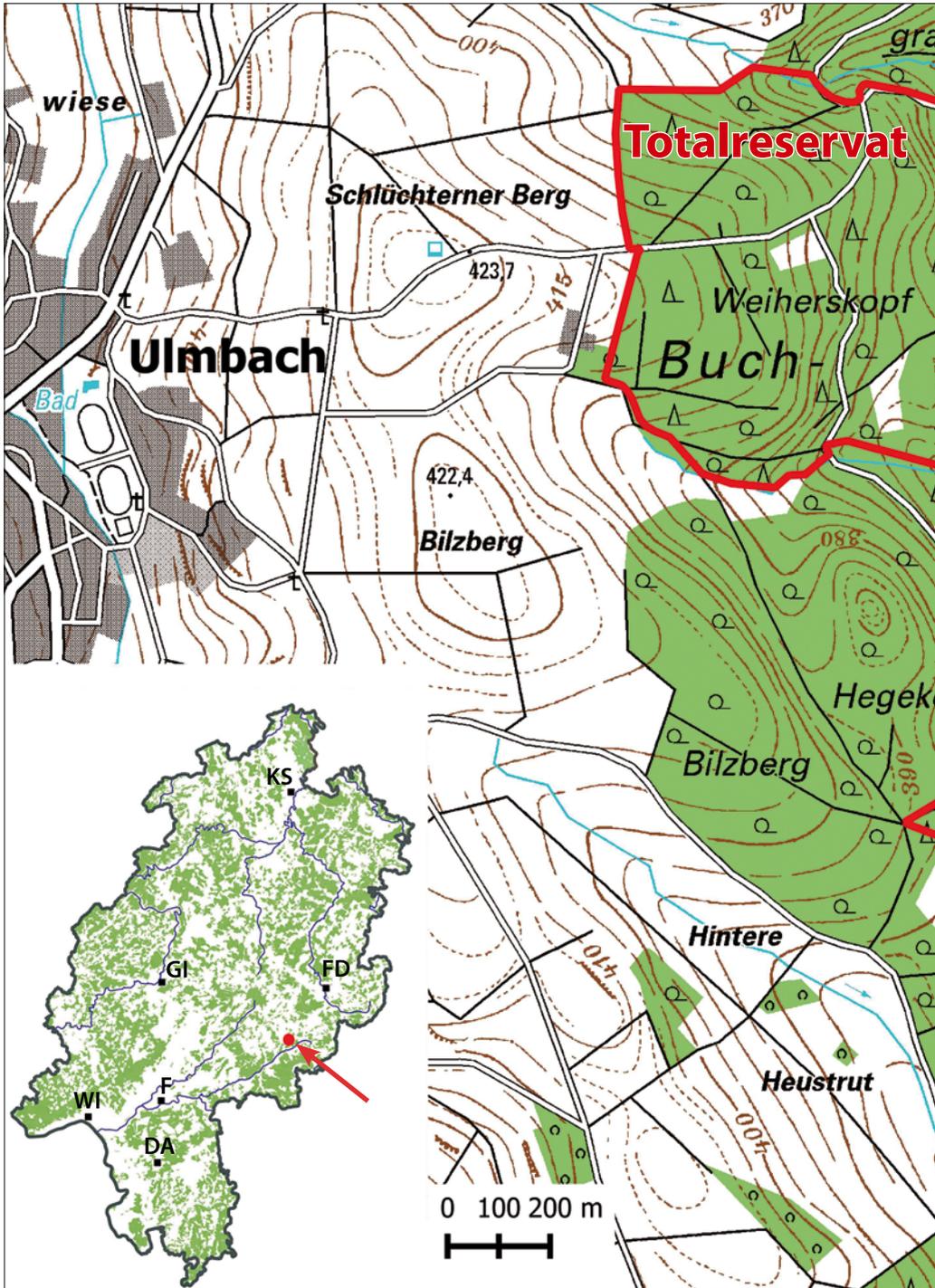
Im Folgenden sollen nun auch die Unterschiede zwischen dem Totalreservat und der Vergleichsfläche für das Jahr 2014, die 25. Vegetationsperiode nach dem Windwurf, betrachtet werden. Dabei stellt die nachfolgende Beschreibung die beiden Teilflächen Totalreservat und Vergleichsfläche gegenüber und unterscheidet innerhalb dieser beiden Teilflächen noch zwischen Bereichen mit flächenhaftem Windwurf und solchen, in denen nur einzelne Bäume geworfen oder gebrochen worden waren. Somit können jeweils vier Varianten miteinander verglichen werden. Die Baumschicht-Deckung ist 2014 mit durchschnittlich 88 % im Totalreservat dort am größten, wo sich in Bereichen ohne flächigen Windwurf die vorherrschenden Buchen in der Optimalphase befinden und ein dicht geschlossenes Kronendach ausbilden. In den 1990 flächenhaft vom Windwurf betroffenen Bereichen des Totalreservates sind mittlerweile geschlossene Jungbestände (Stangenholz) aufgewachsen, die ebenfalls einen hohen mittleren Deckungsgrad von 85 % aufweisen. Der Unterschied zu den beiden Teilflächen der Vergleichsfläche ist deutlich, ebenso wie auch der Unterschied innerhalb der Vergleichsfläche, wo die Baumschicht-Deckung auf den nicht vom Windwurf

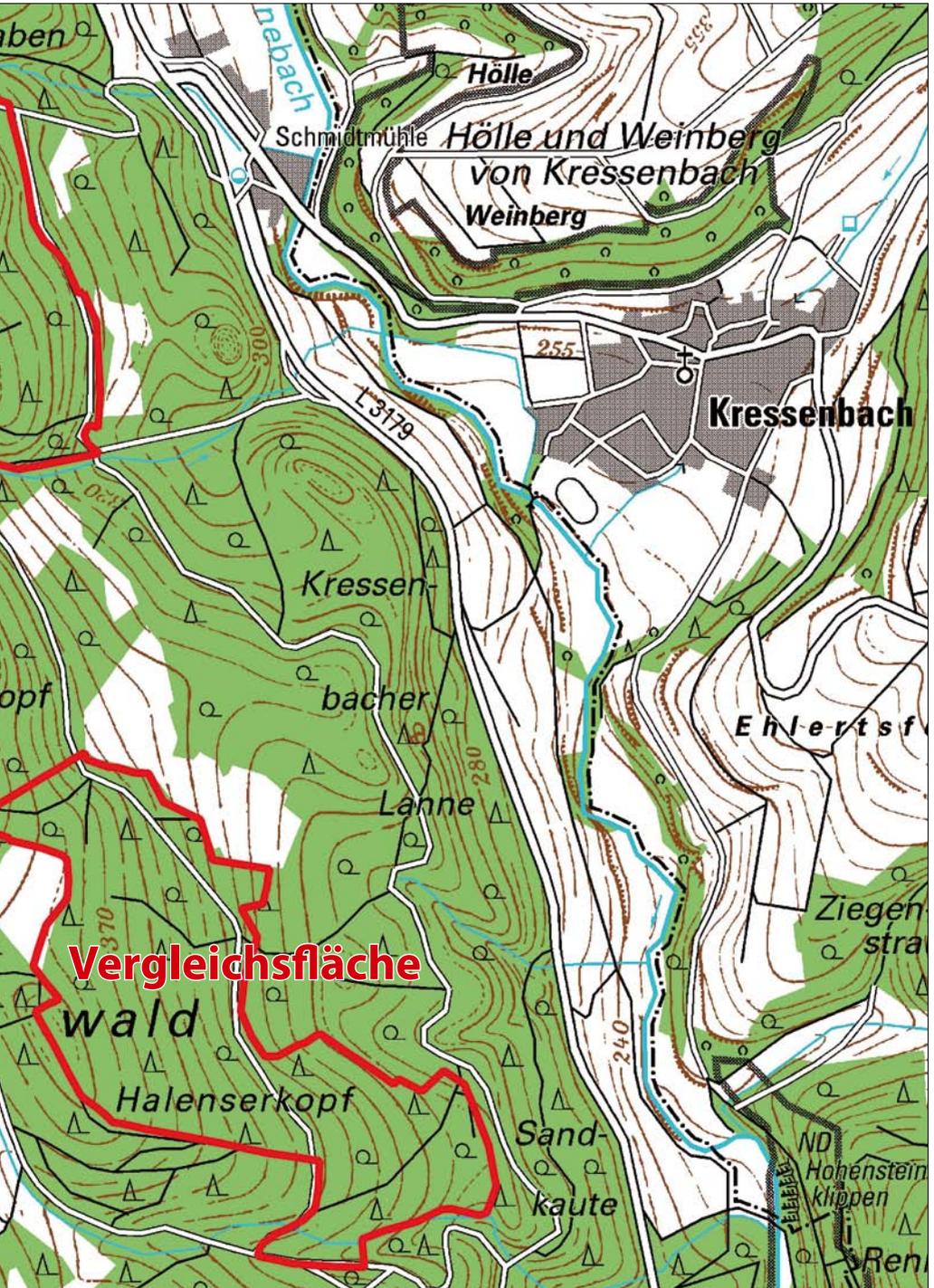
betroffenen Aufnahmefflächen im Mittel 69 % und auf den Windwurfflächen nur 61 % beträgt.

Bei der Strauchschicht-Deckung ragt die nicht flächenhaft vom Windwurf betroffene Teilfläche der Vergleichsfläche deutlich gegenüber den anderen Teilflächen heraus und erreicht im Mittel 21 % Deckung bei einer großen Schwankungsbreite. Hier sind die Buchenbestände durch die fortschreitende Holzernte aufgelockert worden und die vor allem aus Buchen-Jungwuchs bestehende Strauchschicht weist hohe Deckungsgrade auf. Die bei-



Das in Hessen gefährdete Langblättrige Waldvöglein (*Cephalanthera longifolia*) ist im Totalreservat wie auch in der Vergleichsfläche des Naturwaldreservats „Weiherkopf“ verbreitet.







Die Vogel-Nestwurz (*Neottia nidus-avis*) ist eine Orchidee, deren Blätter fast kein Blattgrün (Chlorophyll) enthalten. Sie wird von einem Wurzelpilz mit Wasser und Nährstoffen versorgt, der im Kontakt mit Baumwurzeln (z. B. der Buche) steht.

den Windwurfflächen in Totalreservat und Vergleichsfläche unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander und erreichen mit durchschnittlich 7 bzw. 10 % Deckung deutlich geringere Werte. Die geringste mittlere Strauchschicht-Deckung wurde mit 4 % in der weitgehend ungestörten Teilfläche des Totalreservates festgestellt. Ein ähnliches Muster wie bei der Deckung der Strauchschicht zeigt sich auch bei der der Krautschicht. Auch hier weist die nicht vom Windwurf betroffene Teilfläche der Vergleichsfläche die höchsten Werte auf. Allerdings sind die Unterschiede zwischen den vier Varianten, wohl wegen der großen Heterogenität in beiden Varianten der Vergleichsfläche, weniger klar. Die Deckungsgrade der Mooschicht hingegen sind auf den vom Windwurf betroffenen Teilflächen deutlich höher als auf den beiden anderen Teilflächen. Dies lässt sich durch den dort gegenüber ungestörten Bereichen größeren Anteil offenen Bodens

erklären, denn Waldbodenmoose können sich nur da ansiedeln, wo keine geschlossene Laubaufgabe ausgebildet ist. Die häufigsten bodenbewohnenden Moose sind im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ das Gewellte Katharinenmoos (*Atrichum undulatum*), das Haartragende Spitzblattmoos (*Cirriphyllum piliferum*), das Birnmoosähnliche Spaltzahnmoos (*Fissidens bryoides*), das Echte Schlafmoos (*Hypnum cupressiforme*) und das Wald-Frauenhaar (*Polytrichum formosum*).

Im Hinblick auf die Artenzahl der Gefäßpflanzen lässt sich ein kontinuierlicher Anstieg in folgender Reihenfolge feststellen: Totalreservat ohne flächigen Windwurf – Windwurffläche im Totalreservat – Vergleichsfläche ohne flächigen Windwurf – flächiger Windwurf in der Vergleichsfläche. Dabei ist der Unterschied zwischen den beiden mittleren Flächen gering. Ein Anstieg in derselben Reihenfolge findet sich auch beim Anteil der Störungszeiger an der Gesamtzahl der Farn- und Blütenpflanzen in den jeweiligen Teilflächen wieder. Zu den Arten, die 2014 mit zunehmender Störungsintensität häufiger auf den Aufnahmeflächen vertreten waren, gehören die Hain-Klette (*Arctium nemorosum*), die Sparrige Segge (*Carex muricata* agg.), die Wald-Segge (*Carex sylvatica*), das Gewöhnliche Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), der Gewöhnliche Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), das Berg-Weidenröschen (*Epilobium montanum*), die Flatter-Binse (*Juncus effusus*), die Himbeere (*Rubus idaeus*), die Wiesen-Löwenzähne (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*) und die Zaun-Wicke (*Vicia sepium*).

Allgemein zeigen diese Ergebnisse sehr deutlich eine zunehmende Störungsintensität in der folgenden Reihung: Totalreservat ohne flächenhaften Windwurf – Totalreservat mit flächenhaftem Wind-

wurf – Vergleichsfläche ohne flächenhaften Windwurf – Vergleichsfläche mit flächenhaftem Windwurf.

Die mit zunehmender Störungsintensität ansteigende Artenzahl der Gefäßpflanzen auf den vier Teilflächen wird im Wesentlichen durch den Anteil der Störungszeiger bestimmt. Diese Arten wurden durch Bodenstörungen (Aktivierung von langlebigen Samen in der Samenbank des Bodens) und Auflichtung (Veränderung des Licht-, Wärme-, Nährstoff- und Wasserhaushaltes) infolge des Windwurfs von 1990, aber auch durch die Fäll- und Rückarbeiten in der Vergleichsfläche gefördert. Wenn Störungen durch Windwurf und Waldbewirtschaftung auf einer Fläche stattfinden, ist die Störungsintensität am größten. Hierdurch werden zum einen typische Arten der Waldgersten- und Waldmeister-Buchenwälder wie zum Beispiel die Wald-Segge (*Carex sylvatica*) oder das Gewöhnliche Hexenkraut (*Circaea lutetiana*) gefördert und zum anderen Störungszeiger, die ohne natürliche

oder anthropogene Störungen nicht oder nur selten in den genannten Buchenwald-Gesellschaften auftreten. Allgemein liegt der Anteil von Waldpflanzenarten in den beiden Totalreservatsflächen bei jeweils 99 %, während er in der Vergleichsfläche ohne und mit Windwurf bei 97 bzw. 96 % liegt. Die Unterschiede sind somit äußerst gering. Gebietsfremde Arten (Neophyten) sind im Totalreservat wie auch in der Vergleichsfläche kaum vorhanden. In allen Teilflächen tritt das aus dem östlichen Sibirien und der Mongolei stammende Kleinblütige Springkraut auf, der in Deutschlands Wäldern häufigste Neophyt. Diese Art war bereits 1990 im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ vertreten. Nur in der Vergleichsfläche fand sich vereinzelt die im pazifischen Nordamerika beheimatete Stauden-Lupine (*Lupinus polyphyllus*). Diese Art wurde früher unter anderem als Wildfutterpflanze sowie zur Bodenverbesserung (Stickstoffanreicherung) in Forstkulturen angesät und ist vielfach verwildert.



Die aus Nordamerika stammende Stauden-Lupine ist eine Art des Offenlandes, die an lichten Stellen der Vergleichsfläche auftritt.

Flechten und Moose

Das Naturwaldreservat „Weiherkopf“ wurde in den Jahren 2013 und 2014 flechten- und mooskundlich untersucht. In den Windwurfflächen von Totalreservat und Vergleichsfläche wurden zehn bzw. sieben Probekreise von 500 m² Größe untersucht. Innerhalb dieser Probekreise wurden die vorkommenden Baumarten (Totholz, lebende Bäume) und andere Substrate (Mineralboden, Gestein) erfasst und die auf ihnen siedelnden Moose und Flechten aufgenommen. Zusätzlich wurde jede Teilfläche zur Erfassung des Gesamtartenspektrums begangen.

Insgesamt wurden 91 Flechtenarten nachgewiesen. Davon sind vier in Hessen vom Aussterben bedroht, sechs stark gefährdet und 17 gefährdet. Zwei Arten sind im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ erstmals in Hessen gefunden worden. Dies sind *Agonomia flabelliformis* und *Arthopyrenia salicis*. In keinem anderen der bisher untersuchten hessischen Naturwaldreservate wurden so viele Flechtenarten und eine so große Zahl seltener und gefährdeter Flechten festgestellt. Hauptgrund hierfür



Auf der glatten Rinde von jungen Spitz-Ahornbäumen wurden im Gebiet viele Flechtenarten beobachtet. Auf großer Fläche wächst hier *Arthonia radiata*.



Die auffälligen kreisrunden Flecken am Mittelstamm von Baumarten mit basenreicher Rinde wie Spitz- und Berg-Ahorn, Esche und Sal-Weide werden von der Krustenflechte *Phlyctis argena* gebildet.

ist die Baumartenvielfalt und damit einhergehend eine große Zahl unterschiedlicher Rindensubstrate als Wuchsort für Flechten. Darüber hinaus konnten auf den jungen Bäumen der Windwurfflächen viele lichtliebende Arten nachgewiesen werden, die in älteren Buchenbeständen fehlen oder dort nur im Kronenbereich vorkommen und dann im Rahmen der flechtenkundlichen Standarduntersuchung nicht erfasst werden.

Zahlreiche Flechtenarten wachsen auf der basenreichen und glatten Rinde am Mittelstamm von jungen Eschen, Berg- und Spitz-Ahornbäumen. Hierzu zählen beispielweise *Anisomeridium polypori*, *Arthonia radiata*, *Candelariella reflexa*, *Lecanora argentata*, *Parmelia sulcata*, *Pertusaria leioplaca*, *Phaeophyscia endophoenecia*, *Physcia tenella*, *Porina aenea* und *Xanthoria parietina*. Viele dieser Arten wachsen auch an Zweigen im Kronenbereich.

Einige Flechtenarten wurden nur in den älteren Waldbeständen gefunden. Dazu gehören *Arthonia spadicea*, *A. vinosa*, *Biatora globulosa*, *Opegrapha niveoatra*,



Das Laubmoos *Cryphaea heteromalla* am Mittelstamm eines Berg-Ahorns in der Vergleichsfläche. Bisher gibt es aus Hessen nur sehr wenige Nachweise dieser ozeanischen Art, die sich von West- und Südwestdeutschland nach Osten hin ausbreitet.

Pyrenula nitida, *Stigmidium microspilum*, *Taeniolella punctata* und *Zwackia viridis*. Nur wenige Flechtenarten wachsen auf starkem liegendem Totholz oder auf alten Stubben von Fichte. Dies sind *Cladonia coniocraea*, *C. fimbriata*, *C. polydactyla* und *Lepraria incana*. Selten sind auch *Chaenotheca brunneola*, *Placynthiella icmalea*, *Trapeliopsis flexuosa* und *T. pseudogranulosa* auf diesem Substrat zu finden. Das starke liegende Totholz von Rotbuche ist hingegen als Wuchsort für Flechten unbedeutend.

Im Gebiet gibt es mehrere kleine Quellbäche mit Basaltblöcken. Typische und nur hier vorkommende Flechtenarten sind *Bacidina inundata*, *Verrucaria aquatilis*, *V. funkii*, *V. hydrophila* und *V. praetermissa*.

Zu den insgesamt 77 nachgewiesenen Moosarten gehören 10 Lebermoos- und 67 Laubmoosarten. Eine Moosart ist in Hessen vom Aussterben bedroht, eine stark gefährdet und drei sind gefährdet. Zur Dominanz gegenüber den Flechten kommen die Moose an schattigen und luftfeuchten Stellen, so am Stammfuß, an

liegendem und beschattetem Totholz und stellenweise am Waldboden. Am Stammfuß aller Baumarten und auf liegendem starkem Totholz dominieren *Brachythecium rutabulum* und *Hypnum cupressiforme*. Weitere typische Arten auf liegendem Totholz, vor allem von Fichte, sind *Dicranum montanum*, *D. scoparium*, *Eurynchium praelongum*, *Herzogiella seligeri* und *Polytrichum formosum*. Der Waldboden ist auf großen Flächen von Laub bedeckt. An offenerdigen Stellen, z. B. an Wurzeltellern, kommen *Atrichum undulatum*, *Brachythecium rutabulum*, *Dicranella heteromalla*, *Dicranum scoparium*, *Eurhynchium striatum*, *E. praelongum*, *Fissidens bryoides*, *Polytrichum formosum* und *Thuidium tamariscinum* vor.

Wie auch bei den Flechten ist die Artenzahl der rindenbewohnenden Moose aufgrund der Baumarten- und Substratvielfalt auf den Windwurfflächen besonders hoch. Häufige Moosarten, die auf fast allen Baumarten vorkommen, sind *Brachythecium rutabulum*, *B. velutinum*, *Hypnum cupressiforme*, *Lophocolea heterophylla*, *Metzgeria furcata*, *Orthotrichum affine*, *O. stramineum* und *Ulothrix bruchii*. Auf basenreicher Rinde kommen weitere Arten wie *Amblystegium serpens*, *Frullania dila-*



Offener Boden an Wurzelteller mit *Atrichum undulatum*, *Fissidens bryoides* und *Dicranella heteromalla*



Auch in der Vergleichsfläche findet sich stellenweise viel starkes liegendes Totholz von Rotbuche, das ebenso wie die Reste der Windwurfteiler fast komplett von Moosen überwachsen wird. Die Baumschicht wird hier von Esche, Berg- und Spitz-Ahorn gebildet.

tata, *Porella platyphylla* und *Radula complanata* hinzu. Nur auf größeren beschatteten Basaltblöcken wurden zusammen mit einigen häufigen Moosarten *Grimmia hartmanii*, *Paraleucobryum longifolium*, *Racomitrium heterostichum* und *Pterigynandrium filiforme* beobachtet.

Auch unter den Moosen gibt es einige charakteristische Arten an den Basaltblöcken im Spritzwasserbereich der kleinen Quellbäche. Typische und nur hier beobachtete Arten sind *Amblystegium fluviatile*, *Brachythecium rivulare*, *Chiloscyphus polyanthus*, *Oxystegus tenuirostris*, *Plagiothecium platyphyllum*, *Rhynchostegium riparioides* und *Thamnobryum alopecurum*.

Die beiden Windwurfflächen in Totalreservat und Vergleichsfläche unterscheiden

sich in Bezug auf das Artenspektrum sowie die Artenanzahl der rindenbewohnenden Moose und Flechten nicht. Dies ist darin begründet, dass sich die beiden untersuchten Teilflächen auch in ihrer Baumartenzusammensetzung und -struktur sehr ähneln. Auf beiden Teilflächen ist Berg-Ahorn eine häufige Baumart. Die jungen Stämme verfügen über eine basenreiche Rinde und sind daher sehr reich an Moosen und Flechten. Stellenweise finden sich noch alte Wurzelteller mit erdbewohnenden Moosen. Starkes Totholz im Bereich des Totalreservats, das überwiegend von den Windwürfen 1990 stammt, ist aufgrund der Beschattung moosreich und flechtenarm. Hier dominieren meist wenige konkurrenzkräftige Moosarten.

Pilze

In der Windwurf­fläche des Totalreservats wurden von 1991 bis 2005 jährlich und zuletzt noch einmal 2008 insgesamt fünf an den Schnittpunkten des 100 x 100 m-Rasters liegende Dauerbeobachtungsflächen von 400 m² Größe (20 x 20 m) intensiv pilzkundlich untersucht. Jede Probefläche wurde in der Zeit von Mai bis Oktober mindestens alle zwei Monate begangen und alle holzbewohnenden Pilze wurden erfasst. Ziel der Untersuchung war es, Erkenntnisse über den Prozess der Holzer­setzung durch Weiß- und Braunfäule erzeugende Pilze zu gewinnen.

In dem 18-jährigen Beobachtungszeitraum konnten dabei mehr als 200 Arten holzabbauender Pilze gefunden werden. Einen überragenden Anteil bildeten mit 92 % die Weißfäuleerreger, während Braunfäuleerreger nur 8 % des Artenspektrums ausmachen. Mit etwa 180 Vertretern waren fast 90 % aller holzabbauenden Pilze an Buchenholz zu finden. Die Entwicklung der Gesamtartenzahl holzbewohnender Pilze an Rotbuche entspricht dem Verlauf einer Optimumkurve, deren Maximum im 7. Jahr nach dem Sturmereignis erreicht war. Ausgehend von etwa 50 Arten stieg die Pilzartenzahl bis 1997 auf



Der Rehbraune Dachpilz (*Pluteus cervinus*) zählt zu den Pilzarten, die erst in der Finalphase der Holzer­setzung auftreten.

über 100 an und fiel dann langsam bis 2008 auf etwas über 40 Pilzarten ab. Dabei entwickelte sich besonders auf liegenden Buchenstämmen und Grobstreu eine sehr vielfältige Zersetzer­gemeinschaft. Eine besonders wichtige Rolle spielten dabei die Pilzgattungen *Pluteus* (Dachpilz), *Mycena* (Helmling) und *Polyporus* (Stielporling). Insgesamt 28 Pilzarten der Roten Liste Hessen (vom Aussterben bedroht, stark gefährdet oder gefährdet) wurden im Untersuchungszeitraum in der Windwurf­fläche des Totalreservats nachgewiesen. Besonders hervorzuheben ist der Fund des Leuchtenden Weichporlings (*Pycnoporellus fulgens*), für den zu dieser Zeit in Hessen noch kein Nachweis existierte.



Der Igel-Stäubling (*Lycoperdon echinatum*) wurde im Totalreservat wie auch in der Vergleichsfläche am Waldboden gefunden.



Gallertfleischiger Fältling (*Merulius tremellosus*), eine Art der Finalphase

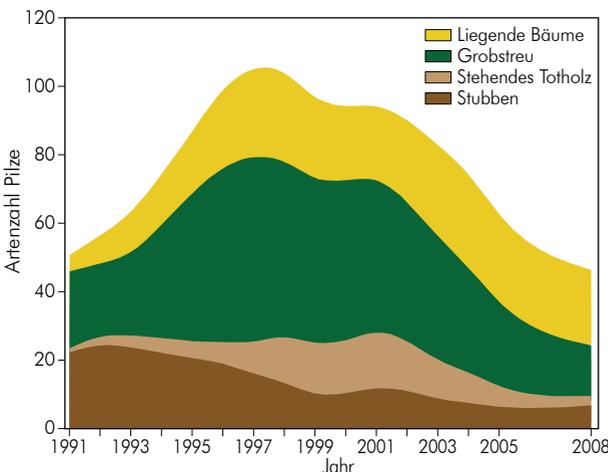


Der Gelborangemilchende Helmling (*Mycena crocata*) ist eng an Buchenwälder auf basenreichen Standorten gebunden.

Die meisten holzabbauenden Pilzarten können bestimmten Phasen der Holzzerersetzung (Initial-, Optimal- und Finalphase) zugeordnet werden, in denen sie ausschließlich oder gehäuft auftreten. Über die Pilzartenzusammensetzung sind daher auch Rückschlüsse auf den Zersetzungsgrad des Holzes möglich. Während

die typischen Arten der Initialphase nur relativ kurze Zeit beobachtet werden können, treten die Arten der Optimal- und Finalphase über einen deutlich ausgedehnteren Zeitraum in Erscheinung. Dabei ist zu bedenken, dass an einem Stamm nicht selten verschiedene Zersetzungsphasen gleichzeitig vorkommen. Auf den liegenden Buchenstämmen der Windwurffläche zählten Initialbesiedler wie die Gemeine Kohlenbeere (*Hypoxylon fragiforme*) und der Gemeine Spaltblätling (*Schizophyllum commune*) zunächst zu den dominanten

Arten. Schnell kamen jedoch Arten nachfolgender Zersetzungsstadien hinzu, so dass bereits im 4. Jahr nach dem Windwurf die Vertreter der Optimal- und Finalphase in der Mehrzahl waren. Ab dem sechsten Untersuchungsjahr war eine Massenvermehrung der Schmetterlings-Tramete (*Trametes versicolor*) an mittelstark zersetztem Buchenstammholz zu beobachten. Ab dem 9. Jahr förderte die zunehmende Durchnässung des bereits stark zersetzten Buchenholzes eine Etablierung des Großsporigen Gallertbecherlings (*Ascocoryne cylichnium*), einer Pilzart der Finalphase, und des Grünsporigen Kugelpustelpilzes (*Hypocrea gelatinosa*), der in der Optimal- und Finalphase auftritt.



Verlauf der Artenzahlen der Pilze an Rotbuche von 1991 bis 2008, getrennt nach Substraten

Im Rahmen der Sonderuntersuchung 2013/2014 wurden jeweils im Herbst der beiden Jahre mehrere Begehungen



Liegendes Totholz mit Fruchtkörpern des Zunderschwamms (*Fomes fomentarius*) 1999

der Windwurfflächen im Totalreservat und in der Vergleichsfläche in definierten Zeiteinheiten durchgeführt, die eine möglichst vollständige Erfassung des Pilzartenspektrums zum Ziel hatten. Im Vordergrund der Untersuchung stand die Frage, ob sich die beiden Teilflächen rund 25 Jahre nach dem Windwurf in Bezug auf ihre Pilzartenausstattung unterscheiden.

Während die Gesamtartenzahl nahezu gleich ist (Totalreservat: 105 Arten, Vergleichsfläche: 107 Arten), bestehen im Hinblick auf ihre Ausstattung mit Naturnähezeigern und Rote-Liste-Arten Unterschiede zwischen den beiden Teilflächen. So wurden mit *Botryobasidium robustius* und *Fibrodontia gossypina* im Totalreservat zwei Naturnähezeiger gefunden, während in der Vergleichsfläche mit dem Laubholz-Harzporling (*Ischnoderma resinosum*) nur ein Naturnähezeiger belegt werden konnte. Der Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*), der mit Einschränkung ebenfalls als Naturnähezeiger gilt, trat in beiden Teilflächen auf. In Bezug auf die Kate-

gorien „stark gefährdet“ und „gefährdet“ nach der Roten Liste von Hessen lassen sich zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche etwas deutlichere Unterschiede finden. So treten im Totalreservat 15, in der Vergleichsfläche hingegen 10 stark gefährdete und gefährdete Pilzarten auf. In der Gesamtbewertung sind die Unterschiede zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche allerdings relativ gering. Dies ist darin begründet, dass sich auch die Vergleichsfläche durch einen qualitativ und quantitativ bedeutsamen Totholzanteil auszeichnet, der das Vorkommen einer Reihe von wertgebenden Arten ermöglicht.

In der Gegenüberstellung der für die Holzzeretzungsphasen charakteristischen Pilzarten lässt sich feststellen, dass 2013/2014 hauptsächlich Finalphasezeiger gefunden wurden, von denen die meisten in den ersten 10 Jahren nach dem Windwurf kaum vertreten waren. Dagegen sind die Zeigerarten der Initial- oder Optimalphase deutlich seltener geworden.



Der Laubholz-Harzporling (*Ischnoderma resinosum*) ist ein Naturnähezeiger, der nur in der Vergleichsfläche gefunden wurde.

Zoologische Forschung

Im Rahmen der von der damaligen Forsteinrichtungsanstalt in Gießen koordinierten Sonderuntersuchung unmittelbar nach dem Windwurf wurden vom Forschungsinstitut Senckenberg auch zoologische Untersuchungen durchgeführt. Damit sollte vor allem die Rolle von Insekten bei der Zersetzung großer Buchenstämmen näher erforscht werden. Zu diesem Zweck wurden in der Windwurffläche des Totalreservates von 1991 bis 2000 sechs Stammektoren an Buchenstämmen eingesetzt, die jeweils einen 1 m langen Stammabschnitt abdeckten. Die anfangs freiliegenden Buchenstämmen brachen teilweise im Laufe des Untersuchungszeitraums zusammen und hatten Bodenkontakt. Drei der Fallen blieben über den gesamten Zeitraum an demselben Stamm, während die übrigen jedes Jahr an neuen Stämmen angebracht wurden. Auf diese Weise wurden 30 verschiedene Buchenstämmen mit Stammektoren beprobt. Darüber hinaus wurden Klopf-, Sieb- und Streifproben durchgeführt und Sichtbeobachtungen notiert. Insgesamt wurden 419.266 Tierindividuen gefangen, die 821 Arten aus 29 Tierordnungen zugeordnet werden konnten. Dabei gehörten 53 % der Individuen zur Gruppe der Käfer, 21 % zu den Schlauchwürmern, Milben und Springschwänzen, 15 % zu den Zweiflüglern (Fliegen und Mücken) und 8 % zu den Hautflüglern (Ameisen, Wespen und Bienen). Alle restlichen Tiergruppen machten zusammen nur 3 % der Fänge aus. Als allgemeine Trends im Laufe des Untersuchungszeitraumes konnte beobachtet werden, dass die Gruppe der Käfer im zweiten und dritten Untersuchungsjahr in Bezug auf die gefangenen Individuenzahlen eine Massenentwicklung durchlief, die sich im vierten Jahr ab-

schwächte und ab dem fünften Jahr auf einem relativ niedrigen Niveau einpendelte, das aber immer noch weit über dem der anderen Tiergruppen lag. Ab dem vierten Jahr nahmen hingegen die Individuenzahlen der Ameisen stark zu. Nachdem das Holz noch stärker zersetzt war, stiegen die Anteile der Milben, Springschwänze und Zweiflügler etwa ab dem siebten Untersuchungsjahr deutlich an.

Über die Arbeiten des Forschungsinstituts Senckenberg hinaus wurden in den Jahren 2013 und 2014 die holzbewohnenden Käfer, die Landschnecken und die Bodenfauna jeweils auf den Windwurfflächen vergleichend untersucht, um mögliche Unterschiede zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche mehr als 20 Jahre nach dem Windwurf herauszuarbeiten.



Stammeklektor an liegendem Buchenstamm

Käfer

Von den in den Jahren 1991 bis 2000 insgesamt 408 auf der Windwurffläche erfassten Käferarten wurden 311 in den Stammektoren festgestellt, 70 von ihnen gehören zu den fakultativen und 182 (in den Eklektoren 159) zu den obligatorischen Totholzbesiedlern, die in ihrem Lebenszyklus an Totholz gebunden sind. Da die in stehendem Totholz, schwachem Holz, Ästen und Reisig lebenden Arten nicht systematisch erfasst wurden, dürfte

die Gesamtartenzahl der Tothholzkäfer in der Windwurffläche noch deutlich höher gewesen sein.

Bei der Verteilung der gefundenen Holzkäferarten auf Tothholzstrukturen zeigt sich, dass die Rindenkäfer mit 64 Arten (35 %) am häufigsten vertreten waren, gefolgt von den Pilzkäfern mit 43 (24 %), den Holzkäfern mit 37 (20 %), den Mulmkäfern mit 33 (18 %), den Nestkäfern mit 3 (2 %) und den Baumsaftkäfern mit 2 (1 %). Betrachtet man jedoch die Individuenzahlen, so ändert sich die Reihenfolge. Mit 181.013 Individuen (86 %) liegen die Holzkäfer deutlich vor den Rindenkäfern mit 19.937 Individuen (9 %), den Pilzkäfern mit 8.304 (4 %) und den Mulmkäfern mit 2.115 (1 %). Nestkäfer sind mit 108 und Baumsaftkäfer mit 13 Individuen in ihrem Anteil nahezu bedeutungslos.



Leimring an stehendem Tothholz in der Verleichsfläche



Der Wurzelkäfer *Rhizophagus bipustulatus* zählt zu den Borkenkäfer räubern.

Von überragender Bedeutung für die Holzersetzung der Buchenstämmen war hingegen der Borkenkäfer *Xyleborus saxeseni* (Kleiner Holzbohrer). Bereits 1992 hatte eine Massenvermehrung dieser Art begonnen, die 1993 ihren Höhepunkt erreichte und ab 1995 wieder stark abflaute. So konnten allein im Mai 1993 bis zu 16.461 Individuen des Kleinen Holzbohrers an einem 1 m langen Buchenstammabschnitt gefangen werden. Eine Hochrechnung ergab, dass in den Jahren 1991 bis 1995 insgesamt 3 Milliarden Individuen dieser Käferart am Abbau des Buchenholzes in der Windwurffläche beteiligt waren. Derartige Massenentwicklungen sind zuvor nicht bekannt gewesen.

Neben *Xyleborus saxeseni* entwickelten sich im Holz 1994 noch größere Mengen des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers (*Xyleborus germanus*) und 1995 des Werftkäfers (*Hylecoetus dermestoides*). Die Populationsentwicklung der Borkenkäfer räuber *Bitoma crenata*, *Rhizophagus bipustulatus* und *R. dispar* kann in Zusammenhang mit der Borkenkäfermassenvermehrung gebracht werden. Eine erhebliche regulative Wirkung auf die Population des Kleinen Holzbohrers ist dabei anzunehmen.

Die Artenzahlen der Tothholzkäfer schwankten nach einer Anstiegsphase im ersten Untersuchungsjahr in einem Bereich zwischen



Der Schnellkäfer *Brachygonus megerlei* benötigt Mulm zur Larvalentwicklung. Die in Deutschland stark gefährdete Art wurde 2014 in der Vergleichsfläche gefunden.

110 und 144 (für jeweils sechs Stämme). Dabei wurden die höchsten Werte im zweiten und letzten Untersuchungsjahr erreicht. Die Individuenzahlen dagegen wurden deutlich durch die Massenvermehrung von *Xyleborus saxeseni* geprägt und erreichten im zweiten Untersuchungsjahr mit über 100.000 Tieren ihren Höhepunkt. Ab dem fünften Untersuchungsjahr bewegten sich die Fangzahlen nur noch im vierstelligen Bereich etwa von 2.000 bis 4.500 Tieren. Die Anstiege sowohl bei den Arten- als auch bei den Individuenzahlen im letzten Untersuchungsjahr beruhen vorwiegend auf einer Qualitätsänderung, denn etwa die Hälfte der untersuchten Stämme lag inzwischen dem Boden auf und war damit für streu- und krautschichtbewohnende Käferarten leichter zugänglich, die vorher die Stämme kaum besiedeln konnten.

Über die Arbeiten des Forschungsinstituts Senckenberg hinaus wurden von April bis September 2013 in Totalreservat und Vergleichsfläche insgesamt jeweils sieben Käferfallen (Luftklebnetze, Fensterfallen, Leimringe) installiert und zusätzlich Gesiebeprobenn sowie Handaufsammlungen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, die mittelfristigen Auswirkungen des flächenhaften Windwurfes sowie der Räumung der Windwurffläche in der Ver-

gleichsfläche auf die holzbewohnenden Käfer zu untersuchen. Die Fallenstandorte lagen in beiden Teilflächen in erkennbar vom Windwurf beeinflussten Bereichen, die das größtmögliche Fangergebnis erwarten ließen.

Insgesamt wurden 520 Käferarten, davon 246 Holzkäfer, mit 16.012 Individuen erfasst und ausgewertet. Von den nachgewiesenen Käferarten werden 74 in der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland geführt, davon zählen 67 zu den holzbewohnenden Arten.

Mit 393 Arten war der Reichtum an Käfern insgesamt auf der Vergleichsfläche größer als im Totalreservat, wo 341 Arten nachgewiesen wurde. Auch die Gruppe der Holzkäfer war dort mit 206 gegenüber 169 Arten stärker vertreten. Besonders groß war der Unterschied im Hinblick auf die Anzahl der gefangenen Individuen (Vergleichsfläche: 8.024, Totalreservat 3.130 Individuen). 48 % der insgesamt erfassten 246 Holzkäfer wurden ausschließlich auf einer der beiden Teilflächen gesammelt. Dieses hohe Maß der Abweichung in der Artenausstattung deutet hier jedoch nicht zwangsläufig auf große Unterschiede der Arteninventare, sondern eher auf eine unvollständige Erfassung hin.



Der mit dem Hirschkäfer verwandte Balkenschröter (*Dorcus parallelipedus*) lebt in totem Laubholz, insbesondere von Eichen und Buchen. Er wurde sowohl in der ersten Untersuchungsphase als auch 2014 nachgewiesen.



Der Grüne Edelscharrkäfer (*Gnorimus nobilis*), dessen Larven in Mulm leben, ist bundesweit gefährdet. Er wurde 2014 in Totalreservat und Vergleichsfläche gefunden.

Mithilfe mathematischer Methoden (Erstellen sogenannter Artensättigungskurven) lassen sich faunistische Erhebungen mit unterschiedlichen Individuenzahlen vergleichen. Für die vorliegenden Untersuchungen fallen die Ergebnisse dieses Verfahrens je nach betrachteter Käfergruppe unterschiedlich aus. Während der interpolierte und extrapolierte Artenreichtum aller Käfer im Totalreservat signifikant größer als in der Vergleichsfläche ist, zeigt sich bei der Betrachtung der Rote-Liste-Arten der umgekehrte Zusammenhang. Werden nur die Holzkäfer berücksichtigt, so ergibt sich im Hinblick auf alle Arten kein klarer Unterschied. Hingegen weist die Vergleichsfläche bei den Rote-Liste-Holzkäfern einen deutlich höheren Artenreichtum auf. Insgesamt kann festgehalten werden, dass keine eindeutigen Unterschiede zwischen den beiden Teilflächen feststellbar sind.

Wanzen

In den Stammeklektoren wurden 1991 bis 2000 insgesamt 12 Wanzenarten mit 1.039 Individuen nachgewiesen. Davon gehörten 719 Individuen zu der Blumenwanze *Xylocoris cursitans* und auch 219 nicht exakt bestimmbare Larven lassen sich

mit großer Wahrscheinlichkeit dieser Art zuordnen, die somit 90 % der Individuen ausmachte. Alle übrigen Arten wurden nur mit wenigen Individuen nachgewiesen.

Xylocoris cursitans ist eine kleine, räuberisch lebende Wanzenart, die unter loser Baumrinde Borkenkäfern, Fransenflüglern und Springschwänzen nachstellt. Ihr Vorkommen deckt sich zeitlich mit der Massenentwicklung des Schwarzen Nutzholzborkenkäfers. Die höchsten Individuenzahlen von *Xylocoris cursitans* wurden im ersten bis vierten Jahr nach dem Windwurf festgestellt. Ab dem siebten Jahr erfolgten fast keine Nachweise mehr.



Die räuberisch lebende Blumenwanze *Xylocoris cursitans* wurde vor allem im ersten bis vierten Jahr nach dem Windwurf nachgewiesen.

Hauflügler

Zu den Hautflüglern gehören Pflanzenwespen, Schlupf- und Erzwespen sowie die Stechimmen (Ameisen, Bienen und Wespen). Insgesamt wurden aus der Gruppe der Hautflügler 31.469 Individuen gefangen. Die Pflanzenwespen spielen mit wenigen Ausnahmen an Totholz keine Rolle. Bei den Schlupf- und Erzwespen gibt es keine holzersetzenden Arten, jedoch viele Arten, die als Feinde oder Gegenspieler von Holzersetzer gelten.

Viele Ameisenarten nagen Holz aus, um ihre Nester darin anzulegen. Die meisten Wespenarten (Gold-, Weg- und Grabwespen) hingegen beziehen vorgefertigte Bohrgänge im Holz, die sie allenfalls etwas erweitern. Die sozialen Faltenwespen nagen in geringem Maße Holz ab, um daraus ihre Nester zu bauen. Einige Arten nisten auch in größeren Höhlen in Baumstämmen.

Unter den Hautflüglern sind somit die Ameisen die wichtigste Tiergruppe mit direktem Einfluss auf die Holzersetzung. Sie konnten in der Windwurffläche mit 26.954 Individuen nachgewiesen werden, die zu insgesamt 12 Arten gehören. Die mit weitem Abstand häufigste Art war *Lasius platythorax* (23.750 Individuen), gefolgt von *Lasius brunneus* (411 Individuen) und *Formica fusca* (273 Individuen). *Lasius platythorax* lebt in Wäldern und gehört dort meist zu den dominanten Arten. *Lasius brunneus* besiedelt ebenfalls Wälder, wo die Art ihre Nester in morschem Holz oft in größerer Höhe (3-12 m) anlegt, um dem Konkurrenzdruck anderer Ameisenarten (z. B. *Lasius platythorax*) auszuweichen. Dass dies auf der Windwurffläche am Weiherskopf nicht möglich war, erklärt vermutlich das relativ spärliche Auftreten der Ameisenart. *Formica fusca* ist eine relativ wärmeliebende Art verschiedenster offener bis mäßig beschatteter Lebensräume. Sie legt ihre Nester am Boden oder im morschem Holz an. Zwar gehört die Art in der Dominanzhierarchie der Ameisen eher zu den untergeordneten Arten, doch bewegt sie sich geschickt im Territorium der überlegenen Arten. Die drei genannten Ameisenarten traten im dritten (*Formica fusca*, *Lasius brunneus*) bzw. vierten Jahr (*Lasius platythorax*) nach dem Sturm erstmals auf der Windwurffläche auf, nachdem Käfer das

Holz für die Besiedlung vorbereitet hatten. Im 10. Jahr nach dem Sturm war bei *Lasius platythorax* noch immer ein Anstieg der Individuenzahlen zu beobachten.

Eine Schlupfwespe, die zuvor noch nie in Hessen beobachtet worden war, war die zweithäufigste Hautflüglerart in den Fängen. Es handelt sich um die bei Ameisen parasitierende Schlupfwespe *Hybrizon buccatus*, die mit 1.243 Individuen nachgewiesen wurde. Die Art wird von der Ameisensäure angelockt und attackiert die Ameisen dann im Sturzflug. Das Vorkommen von *Hybrizon buccatus* konnte eindeutig mit den Nestern von *Lasius platythorax* korreliert werden, die die parasitische Schlupfwespenart offenbar zur Eiablage nutzt.

Spinnentiere

Mithilfe der sechs Stammeklektoren an freiliegenden Stammabschnitten wurden 65 Spinnenarten mit insgesamt 1.824 Individuen gefangen. Alle 604 ausgewachsenen Spinnen und weitere 225 Jungtiere waren bis zur Art bestimmbar.



Die Springspinne *Neon reticulatus* ist etwa 2 mm lang, lebt am Waldboden und besiedelt auch die liegenden Stämme.



Die Zartspinne *Anyphaena accentuata* ist ein typischer Rindenbewohner.

Durch zusätzliche Fänge erhöhte sich die Zahl der für das Naturwaldreservat „Weiherskopf“ bekannten Spinnenarten auf 88 (insgesamt 2.629 Tiere, davon 973 ausgewachsene). Das ist ungefähr die Hälfte der Spinnenarten, die insgesamt in diesem Gebiet zu erwarten ist.

Die Spinnengemeinschaften an den liegenden Buchenstämmen veränderten sich im Laufe der neun Untersuchungsjahre deutlich. Springspinnen (Salticidae) wie *Neon reticulatus* und *Synageles venator* gingen im Lauf der Jahre zurück oder verschwanden



Die Springspinne *Synageles venator* ähnelt äußerlich einer Ameise. Sie war in den ersten Jahren nach dem Windwurf eine Besiedlerin der liegenden Stämme.

den ab dem 7. bzw. 8. Jahr ganz. Zwerg- und Baldachinspinnen (Linyphiidae) sowie Ameisensackspinnen (Phrurolithidae) wie *Phrurolithus festivus* nahmen hingegen zu. Auch die Artenzahl der Zwerg- und Baldachinspinnen stieg von anfänglich fünf Arten auf 10 bis 14 Arten pro Jahr in den letzten Untersuchungsjahren an. Insbesondere solche Zwergspinnenarten, die Totholz wegen seines Mikroklimas bevorzugen, nahmen vor allem in den letzten drei Untersuchungsjahren zu. Arten wie *Entelecara erythropus*, *Monocephalus castaneipes* und *Thyreosthenius parasiticus* gehören zu dieser Gruppe. Typische Rindenbewohner wie die Finsterspinne *Amaurobius fenestralis* und die Zartspinne *Anyphaena accentuata* waren hingegen über die neun Jahre konstant anwesend.

Weiterhin wurden neun Weberknecht-Arten mit 111 Individuen (80 ausgewachsene Tiere) erfasst, davon fünf Arten mit den sechs Stammeklektoren an freiliegenden Buchenstämmen. Die beiden waldbewohnenden Fadenkanker (Nemastomatidae) *Nemastoma lugubre* und *Paranemastoma quadripunctatum* nahmen in den neun Jahren tendenziell zu und der sowohl im Wald als auch außerhalb vorkommende Kammkrallenweberknecht (Sclerosomatidae) *Leiobunum rotundum* ging zurück.

Landschnecken

Die Untersuchung der Landschnecken erfolgte 2013 auf den beiden Windwurf-flächen. Dabei wurden zehn Probekreise von 250 m² Größe im Totalreservat und sieben in der Vergleichsfläche erfasst. Die Beprobung dauerte 45 Minuten je Probekreis und bestand aus intensiven Hand- und Streifkescherfängen sowie dem Ausklopfen der Vegetation über einem weißen Tablett. Auf diese Weise wurden



Die nur 2 mm große Stachelschnecke (*Acanthinula aculeata*) gehört zu den häufigsten Schneckenarten am Weiherskopf.



Carychium tridentatum (Schlanke Zwerghornschnecke) ist die wohl häufigste Kleinschneckenart in Hessen.

Gehäuse- und Nacktschnecken überwiegend großwüchsiger Molluskenarten (größer als 5 mm) gesammelt. Zusätzlich fand an jedem Probepunkt eine quantitative Beprobung statt, in der mit einem Stechrahmen auf 0,25 m² die Vegetation, Streuschicht und die obersten 10 cm Boden entnommen wurden. Diese Probe wurde im Labor in vier Stufen nass gesiebt und auf Mollusken untersucht.

Insgesamt wurden im Weiherskopf-Gebiet 33 verschiedene Landschneckenarten nachgewiesen. Dabei wurden im Totalreservat 27 und in der Vergleichsfläche 26 Arten gefunden. Die Artenzusammensetzung, die Artenzahl und die auftretenden Individuendichten passen sehr gut zu dem, was über die Molluskengesellschaft der Waldgersten- und Waldmeister-Buchenwälder bekannt ist. Die häufigsten Arten sind die Stachelschnecke (*Acanthinula aculeata*), die Kleine Glanzschnecke (*Aegopinella pura*), die Schlanke Zwerghornschnecke (*Carychium tridentatum*), die Glatte Schließmundschnecke (*Cochlodina laminata*), die Rötliche Daubebardie (*Daubebardia rufa*), die Gefleckte Schüsselfschnecke (*Discus rotundatus*), das Helle Kegelchen (*Euconulus fulvus*), die Rötliche Laubschnecke (*Monachoides incarnatus*), die Braune Streifen-Glanzschnecke (*Nesovitrea hammonis*) sowie die Punktschnecke (*Punctum pygmaeum*).

Mit sieben Arten ist die mittlere Artenzahl der Landschnecken in den Probekreisen des Totalreservats etwas geringer als in denen der Vergleichsfläche, wo im Mittel zehn Arten nachgewiesen wurden.



Die räuberisch lebende Kleine Daubebardie (*Daubebardia brevipes*) ist bundesweit stark gefährdet. Sie wurde in Totalreservat und Vergleichsfläche gefunden.



Die Rötliche Laubschnecke (*Monachoides incarnatus*) ist unter Laub, Steinen und Totholz zu finden.

Aufgrund der relativ großen Schwankungsbreite besteht jedoch kein klarer Unterschied. Die festgestellten Tendenzen lassen sich vermutlich auf strukturelle Unterschiede zwischen Totalreservat und Vergleichsfläche zurückführen: Im Totalreservat wirkte der Sturm auf allen untersuchten Probekreisen ähnlich stark und es fand ein nahezu vollständiger Verlust an alten Bäumen statt. In der Vergleichsfläche ist der flächige Windwurf hingegen deutlich kleiner und es blieben mehr Einzelbäume erhalten. Heute sind im Totalreservat alle untersuchten Probekreise durch das Stangenholz ähnlich stark beschattet. In der Vergleichsfläche sind die Probekreise hingegen in Hinblick auf den Lichteinfluss sehr heterogen. Die Mehrzahl ist durch Waldlichtungen, Waldwege oder Rückegassen beeinflusst.

Es ist anzunehmen, dass sich die schlagartig veränderten Bodenfeuchte- und Lichtverhältnisse auf den Windwurfflächen vorübergehend ungünstig auf die Molluskenfauna ausgewirkt hatten. Das liegen gebliebene Totholz war vermutlich zunächst ein wichtiger Deckungsraum zur Überdauerung dieser ungünstigen Bedin-

gungen. Ein bis heute andauernder Effekt der unterschiedlich hohen Totholzvorräte der beiden Teilflächen auf die Arten- oder Individuenzahl der Landschnecken kann jedoch nicht nachgewiesen werden. Während für bodensaure Waldgebiete ein sehr positiver Einfluss von Totholz auf die Molluskenfauna belegt ist, scheint Totholz auf basenreichen Waldstandorten für die Schneckenfauna weniger bedeutsam zu sein.

Bodenfauna

Die Untersuchung zur Bodenfauna wurde im April 2014 auf den Windwurfflächen an zehn Punkten im Totalreservat und sieben Punkten in der Vergleichsfläche vorgenommen. Es wurden zwei Indikatorgruppen ausgewählt: Regenwürmer als Vertreter der Bodenmakrofauna und Kleinringelwürmer (insbesondere Enchytraeiden) als Vertreter der Bodenmesofauna. Diese Tiergruppen beeinflussen die Eigenschaften des Oberbodens durch ihre streuzersetzende, durchmischende und gefügebildende Tätigkeit. Die Siedlungsdichte (Anzahl der



Aufgeklapptes Stechrohr (Durchmesser 5 cm) zur Entnahme von Bodenproben für die Kleinringelwürmerfassung

Regenwürmer bzw. Kleinringelwürmer pro Quadratmeter) und die Gesamtbiomasse der Regenwürmer pro Quadratmeter dienen als bodenzoologische Indikatoren der biologischen Aktivität im Boden.

Es zeigt sich, dass bei der Siedlungsdichte und der Gesamtbiomasse der Regenwürmer keine Unterschiede zwischen dem Totalreservat und der Vergleichsfläche bestehen. Die Siedlungsdichte der Kleinringelwürmer liegt im Totalreservat allerdings im Mittel fast doppelt so hoch wie auf der Vergleichsfläche. Dies ist die Folge der Massenvermehrung einer einzelnen Art (*Achaeta affinoides*) an einer einzigen Probenahmestelle im Totalreservat. Aufgrund der daraus resultierenden großen Streuung der Werte kann der Unterschied zur Vergleichsfläche statistisch nicht abgesichert werden. Gemeinsam ist beiden Teilflächen, dass die Hauptaktivität der Kleinringelwürmer im Mineralboden liegt

und von oben nach unten abnimmt. Die aktivste Zone befindet sich an der Grenze zwischen Auflage und Mineralboden. Ein Vergleich mit einem nordrhein-westfälischen Naturwaldreservat, das ebenfalls durch Buchenwälder auf Basaltstandorten geprägt wird, ergab im Hinblick auf die Artenzusammensetzung der Bodenfauna eine Übereinstimmung von 80 % mit der des Naturwaldreservats „Weiherkopf“. Dies zeigt, dass die Artengemeinschaft sehr stark von dem Ausgangsgestein und den damit im Zusammenhang stehenden Bodenbedingungen geprägt wird und dass die Entnahme des Windwurfholzes nach mehr als 20 Jahren keine deutlich erkennbaren Nachwirkungen auf die Bodenfauna hat. Nach den Windwurfereignissen von 1990 haben sich die Bodenlebensgemeinschaften sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche standortsgemäß entwickelt.



Ausblick

Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der biologischen Vielfalt auf der Windwurf- fläche von 1990 im Naturwaldreservat „Weiherskopf“, so lässt sich für die Farn- und Blütenpflanzen, die holzbewohnenden Pilze sowie für verschiedene Tiergruppen (holzbewohnende Käfer, Wanzen, Ameisen und Spinnen) sowohl ein deutlicher Anstieg der Artenvielfalt in den ersten Jahren nach dem Sturmwureignis als auch eine Abfolge von Artengemeinschaften feststellen. Dabei folgt die Artenvielfalt nach dem Störereignis einer Optimumkurve, die je nach betrachteter Artengruppe mit unterschiedlicher Geschwindigkeit durchlaufen wird. Bereits am Ende der ersten Untersuchungphase (1990-2000) waren bei den meisten Organismengruppen die Arten- und Individuenzahlen wieder deutlich zurückgegangen. Dieser Trend setzte sich

anschließend fort, wie die Ergebnisse der zweiten Untersuchungsphase 2013/2014 zeigen. Bei den holzbewohnenden Arten ist hierfür eine Änderung der Substratqualität mit fortschreitender Holzersetzung verantwortlich. Das Ressourcenangebot für die Bodenvegetation änderte sich im Laufe der Zeit ebenfalls: Licht-, Wasser-, Wärme- und Nährstoffangebot näherten sich zunehmend wieder den Ausgangsbedingungen an. In dem aktuell vorherrschenden dichten Stangenholz sind das Licht- und Wärmeangebot für die Entwicklung der Bodenvegetation sogar ungünstiger als in einem bewirtschafteten Buchen-Altbestand, wie er bis 1990 im Naturwaldreservat „Weiherskopf“ wuchs. Da die Vergleichsfläche in die erste Untersuchungsphase nicht einbezogen wurde, kann nicht unmittelbar abgeschätzt werden, welche Unterschiede in der Entwicklung der Artenvielfalt zwischen den



Windwurfflächen in Totalreservat und Vergleichsfläche in den ersten zwei Jahrzehnten bestanden haben. Damit sind auch keine direkten Aussagen zum Effekt der Flächenräumung auf die Artenvielfalt nach dem Windwurf möglich. Der Vergleich mit anderen Windwurfuntersuchungen legt es aber nahe, dass sich das erhöhte Totholzangebot auf der unbewirtschafteten Windwurffläche auch in einem entsprechend höheren Reichtum holzbewohnender Arten ausdrückt. Mittlerweile bietet das Totholz den an frühere Zersetzungsphasen gebundenen Organismen kaum noch Lebensraum, sodass sich der Artenreichtum auf den Windwurfflächen von Totalreservat und Vergleichsfläche angeglichen hat. In der Gesamtschau wird deutlich, dass belassene Windwürfe – zeitlich begrenzt – einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt erbringen, indem sie Lebensraum für Arten bereitstellen, die auf

große Totholzmenge und halboffene bis offene Strukturen angewiesen sind. Viele dieser Arten finden offenbar auch in bewirtschafteten Wäldern geeignete Lebensbedingungen und sind in der Lage, von dort aus Windwurfflächen schnell zu besiedeln.

In die Entscheidung über den Umgang mit Windwurfflächen müssen naturschutzfachliche wie auch forstbetriebliche Überlegungen eingehen. Aus waldbaulicher Sicht ist, wie die Waldstrukturuntersuchungen im Naturwaldreservat „Weiherkopf“ zeigen, eine Analyse der vorhandenen Naturverjüngung und das Einbinden natürlicher Prozesse auf Windwurfflächen im Wirtschaftswald zu empfehlen. So sind auf gut wasser- und nährstoffversorgten Standorten, wie sie am Weiherkopf vorherrschen, keine Ergänzungspflanzungen notwendig, um einen hochwertigen Jungbestand zu erhalten.



Der Laudenbachsgraben im Süden der Vergleichsfläche

Weiterführende Literatur

- Willig, J. (Wiss. Koord.) (2002): Natürliche Entwicklung von Wäldern nach Sturmwurf – 10 Jahre Forschung im Naturwaldreservat Weiherkopf. – Naturwaldreservate in Hessen 8: 1-185.
- Keitel, W.; Schlechte, G. (2009): Untersuchungsergebnisse zu holzerstörenden Pilzen in hessischen Naturwaldreservaten. – Halle/S. 97 S.

Impressum

Seit 2007 stellt die Reihe „Hessische Naturwaldreservate im Portrait“ Ergebnisse des hessischen Naturwaldreservate-Programms vor. Alle Hefte können kostenlos über Naturwald@nw-fva.de bestellt werden und sind auch als PDF verfügbar.

Herausgeber:

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), Grätzelstr. 2, 37079 Göttingen, <http://www.nw-fva.de>

Landesbetrieb HESSEN-FORST, Bertha von Suttner-Str. 3, 34131 Kassel, <http://www.hessen-forst.de>

Gesamtredaktion: Dr. Marcus Schmidt, Dr. Peter Meyer (NW-FVA)

Text: Dr. Anneke Beylich, Theo Blick, Dr. Wolfgang H. O. Dorow, Birgit Egberts, Ulfert Graefe, Stephan Gürlich, Hajo Kobialka, Prof. Dr. Ewald Langer, Dr. Peter Meyer, Dr. Marcus Schmidt, Michelle Sundermann, Dietmar Teuber

Karten: Dr. Marcus Schmidt (NW-FVA)

Layout: Etta Paar (NW-FVA)

Druck: Printec Offset, Kassel

Bildnachweis: Bedarff: S. 2, 3, 7r; Dorow: S. 17, 32; Fischer: S. 37u; Glöer: S. 38l, 44 2. v. u; Gürlich: S. 33l; Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation: S. 10, 11; Hessisches Staatsarchiv Marburg, Ausschnitt aus Karte P II 13635: S. 6; IFAB: S. 39r; Jacobs: S. 39l; Kappes: S. 38r; Köhler: S. 34, 35l, 44u; Kopelke: S. 33r; Langer: S. 29, 30, 31u; Pageler: S. 36; Schmidt: S. 1, 5, 7l, 9, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 42, 44o, 44 2. v. o, 44m; Teuber: S. 26, 27, 28; Voss: S. 37o; Wachmann: S. 35r; Willig: S. 12, 13, 31o; Zimmermann: S. 16, 40, 41

ISSN 2191-107X

Kartengrundlage: Top. Karte 1:25.000 Nr. 5622 © HLBG

Göttingen, November 2015

Umschlagvorderseite: Liegender Buchenstamm in der Windwurffläche des Totalreservates

Umschlagrückseite: Kaisermantel an Gewöhnlichem Wasserdost, Langblättriges Waldvöglein, Waldmeister, Stachelschnecke, Grüner Edelscharrkäfer (von oben nach unten)

