

Hessische Naturwaldreservate im Portrait Waldgebiet östlich Oppershofen



NW-FVA

Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt





Einführung

Außerhalb von Fels-, Blockhalden-, Moor- und Nassstandorten würden von Natur aus auf insgesamt mehr als 90 Prozent der hessischen Landesfläche verschiedene Buchenwaldgesellschaften die natürliche Vegetation bilden. Dabei kommt die zur Dominanz neigende Rot-Buche auf stark sauren wie auch auf basen- und kalkreichen sowie auf feuchten bis trockenen Böden vor. Aktuell wird nach den Ergebnissen der dritten Bundeswaldinventur knapp ein Drittel (31 %) der Waldfläche von Buchenwäldern geprägt. Damit weisen die hessischen Wälder den höchsten Buchenanteil aller deutschen Bundesländer auf. Aufgrund der großen Bedeutung der Baumart Buche in Hessen wurde vor über 30 Jahren der Schwerpunkt des Naturwaldreservate-Programms auf die verschiedenen Ausprägungen von Buchenwäldern gelegt.

Auch das im Wetteraukreis liegende Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ umfasst einen Buchenwald. Das Gebiet ist für seine wüchsigen und vorratsreichen Buchenbestände bekannt. Aus forstlicher Sicht gelten die tiefgründigen Lössböden der östlich von Oppershofen und Rockenberg liegenden Wälder als „Hochleistungsstandort“. Damit verbunden sind viele für die Naturwaldforschung und die Standortkunde interessante Forschungsfragen:

- Hat der Anteil von Mischbaumarten, besonders der der Trauben-Eiche, seit dem Beginn der Untersuchungen zu- oder abgenommen?
- Verläuft die Entwicklung der Baumartenanteile im unbewirtschafteten Teil des Naturwaldreservats und in der bewirtschafteten Vergleichsfläche gleichartig?
- Wird die Rot-Buche auch unter den veränderten Rahmenbedingungen des seit dem Ende der 1980er Jahre deutlich erkennbaren Klimawandels die wichtigste und konkurrenzkräftigste Baumart bleiben?

Diese und viele weitere Fragestellungen lassen sich nur im Rahmen einer langfristig orientierten Untersuchung der Waldstruktur auf der Grundlage von Zeitreihen beantworten, wie sie im hessischen Naturwaldreservate-Programm erarbeitet werden. Momentaufnahmen könnten hingegen zu falschen Rückschlüssen führen.

Über die angesprochenen Fragen hinaus wurden im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ auch die Bodenvegetation, die Böden und die Fledermausfauna untersucht. Für die Gefäßpflanzen, Moose und Fledermäuse liegen im Unterschied zur Waldstruktur bisher keine Zeitreihen vor. Hier steht daher vorerst nicht die zeitliche Veränderung, sondern der Vergleich zwischen der unbewirtschafteten und der bewirtschafteten Teilfläche im Vordergrund.

In dem vorliegenden Heft werden die aktuellen Forschungsergebnisse aus dem Naturwaldreservat bei Oppershofen erstmals einem breiten Leserkreis vorgestellt. Aus der Zusammenschau der verschiedenen untersuchten Themenfelder ergibt sich das Portrait eines in vieler Hinsicht besonderen Waldgebietes.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einführung	2
Waldgebiet östlich Oppershofen	5
Waldstruktur	13
Übersichtskarte	18/19
Bodenvegetation	21
Geologie, Boden und Standort	24
Fledermäuse	31
Ausblick	34
Literaturhinweise, Impressum	35

Waldgebiet östlich Oppershofen

Das 21 Hektar große Naturwaldreservat und seine direkt angrenzende, mit 20 Hektar fast gleich große Vergleichsfläche liegen sieben Kilometer südöstlich von Butzbach und etwa zwei Kilometer östlich von Oppershofen (Gemeinde Rockenberg) auf 210 bis 245 m über Meereshöhe. Beide Teilflächen sind Bestandteil des 102 Hektar großen FFH-Gebietes „Wald östlich Oppershofen“. Das 1988 ausgewiesene Naturwaldreservat wird vom Forstamt Nidda betreut und umfasst die Forstorte „An der langen Schneise“, „Das Dolchsloch“ und „Der Steinbühl“. Das Waldgebiet östlich Oppershofen liegt naturräumlich im nördlichen Teil der Wetterau. Der Jahresniederschlag beträgt hier im langjährigen Mittel (1961-1990) 680 mm, der Niederschlag in der Vegetationsperiode (Mai bis September) liegt bei 315 mm, die Jahresmitteltemperatur bei 9,3 °C und die Jahrestemperaturspanne bei 17,4 °C. Ausgangsmaterial

der Bodenbildung sind mächtige Lössauflagen über verschiedenen tertiären Ablagerungen wie Ton, Sand oder Basalt. Im Nordwesten der Vergleichsfläche ist kleinflächig devonischer Tonschiefer zu finden. Der am weitesten verbreitete Bodentyp ist die Parabraunerde.

In der Wetterau setzt sich der Oberrheingraben tektonisch nach Norden fort. Sie wird im Westen und Osten von den beiden Mittelgebirgen Taunus und Vogelsberg begrenzt und ist innerhalb der Rhein-Main-Ebene die fruchtbarste Lösslandschaft und das ertragsreichste Ackerbauggebiet Hessens. Zugleich stellt sie mit einem Waldanteil von etwa 8 % einen außergewöhnlich waldarmen Naturraum dar. Im Durchschnitt beträgt der Waldanteil in Hessen hingegen 42 %.

In der Wetterau erfolgte nach pollenanalytischen Befunden im Rahmen der nacheiszeitlichen Rückwanderung der Baumarten eine Massenausbreitung der Rot-Buche sehr plötzlich um etwa 1100 v. Chr. (Späte Bronzezeit), nachdem zuvor Eichen-Mischwälder existiert hatten. Der



Blick aus südlicher Richtung auf das Waldgebiet östlich von Oppershofen. Die Ackerflächen im Vordergrund waren noch in den 1920er Jahren bewaldet und gehörten zum Rockenberg-Oppershofer Markwald.

Eichenanteil in den Pollendiagrammen ging jedoch, im Unterschied zu vielen anderen Regionen, in der Folgezeit zunächst nur unwesentlich zurück. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Wälder in der zentralen Wetterau bewirtschaftungsbedingt weiterhin von Eichen dominiert wurden und die Buchen-Massenausbreitung vor allem in Randgebieten der Wetterau stattfand.

Das seit der Jungsteinzeit ackerbaulich genutzte Gebiet der Wetterau war in der vorrömischen Eisenzeit von Kelten besiedelt. Im Laufe des ersten Jahrhunderts v. Chr. drangen dort Germanen von Norden ein. Doch schon um 80 n. Chr. zählte die Wetterau zur römischen Provinz Obergermanien. Da die Römer Interesse daran hatten, die fruchtbaren Böden für sich zu nutzen, folgt der Verlauf des Limes im Norden der Wetterau eng der Naturraumgrenze. Interessant ist, dass während der Römerzeit deutliche Vegetationsveränderungen in den Pollendiagrammen ausbleiben. Dies deutet darauf hin, dass die Römer bereits eine weitgehend vom

Menschen beeinflusste, intensiv genutzte Kulturlandschaft vorgefunden haben.

Um 110 n. Chr. wurde die Bezirksverwaltung der *Civitas Taunensium* gegründet, die Teile des heutigen Rhein-Main-Gebietes, den Taunus und die Wetterau umfasste und deren Hauptort Nida in der Gemarkung des heutigen Frankfurt-Heddernheim lag. Bis zum frühen 3. Jahrhundert wurde die ländliche Besiedlung stark ausgebaut. Heute sind in der Wetterau mehr als 400 Nachweise der als *villa rustica* bezeichneten, kleinen und mittleren römischen Agrarbetriebe mit einer Größe von 0,5 bis 4 Hektar bekannt. Um 260 n. Chr. wurden sie von den Römern aufgegeben und um 400 n. Chr. lag Hessen vollständig außerhalb des römischen Einflussgebietes.

Auch im Umfeld des Naturwaldreservats Waldgebiet östlich Oppershofen sind zahlreiche Spuren der Römerzeit erkennbar. So verläuft 1,5 Kilometer östlich des Naturwaldreservats die heute als Feld- oder Waldweg genutzte „Hohe Straße“, eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende



Die „Lange Schneise“ trennt das Naturwaldreservat (links) und seine bewirtschaftete Vergleichsfläche.



Die „Hohe Straße“, eine geradlinig verlaufende ehemalige Römerstraße, dient heute als Feld- oder Waldweg.

wichtige Römerstraße, die die Kastellstandorte Arnburg (Altenburg) und Friedberg miteinander verband. Fast alle Römerstraßen in der Wetterau verliefen auf langen Strecken geradlinig und entstanden aus militärischen Gründen. Mit Bezug zu dieser Römerstraße waren zahlreiche römische Gutshöfe angelegt worden, von denen drei aus dem näheren Umfeld des Naturwaldreservats bekannt sind. Ein Gräberfeld eines solchen Landgutes wurde 1993 bei Luftbildprospektionen an der „Hohen Straße“ in 1,5 Kilometer Entfernung südöstlich des Naturwaldreservats entdeckt und kurz darauf ausgegraben. Das Hauptgebäude der zugehörigen *villa rustica* gehört mit einer Länge von rund 50 m zu den eindrucksvollsten, die in der Wetterau gefunden wurden.

Auch Spuren eines römischen Beobachtungsturms aus Stein sind 70 m neben der Hohen Straße erhalten geblieben. Dort war ein starkes römisches Wachkommando stationiert. Im Fall einer Bedrohung konnte von dem Turm aus mithilfe einer Signalkette die *cohors I flavia damasceno-*

rum sagittaria milliaria equitata benachrichtigt werden. Diese rund 1.000 Mann starke, teilweise berittene Einheit syrischer Bogenschützen war in einem Lager auf dem heutigen Friedberger Burgberg stationiert. Die Reste des Beobachtungsturmes wie auch die der nahe gelegenen Landgüter deuten darauf hin, dass die Umgebung der „Hohen Straße“ zur Zeit der römischen Besiedlung waldfrei oder zumindest walddarm gewesen sein dürfte.

Dass das heutige Naturwaldreservat und seine Vergleichsfläche zwischenzeitlich entwaldet waren und einer Ackernutzung unterlagen, wird auch durch die in einem hochaufgelösten digitalen Geländemodell (DGM1) erkennbaren Ackerspuren verdeutlicht, die besonders stark an den westlichen, ortsnah gelegenen Waldrändern ausgeprägt sind. Dies könnte darauf hindeuten, dass hier die ackerbauliche Nutzung zuletzt aufgegeben wurde. Wann eine Wiederbewaldung stattfand, lässt sich nicht genau sagen, jedenfalls wird bereits am Ende des 8. Jahrhunderts für die Umgebung von Rockenberg und

Oppershofen Wald erwähnt. Beide Orte bildeten früher eine Gemarkung und stehen wahrscheinlich in der Nachfolge des bereits 770 n. Chr. erstmals erwähnten Ortes Crüftel (Cruftila). Zu Crüftel gehörte ein großer Markwald, der kurz nach dem Aussterben der Herren von Crüftel (1442) als Markwald von Rockenberg und Oppershofen in den Urkunden erscheint. Die älteste bekannte Markordnung für Rockenberg und Oppershofen, beschlossen auf einem Märkergericht und niedergeschrieben durch den Rockenberger Gerichtsschreiber Petrus Ortenberg, stammt aus dem Jahr 1472.

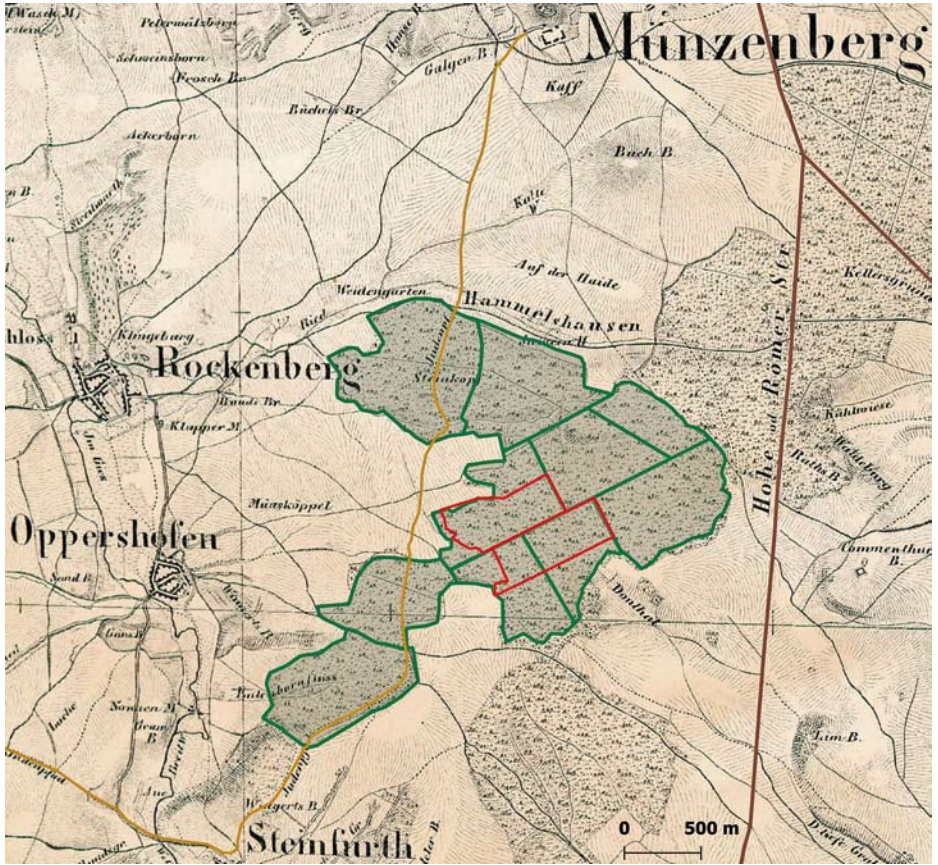
Die Markordnung vom 23. Februar 1554 ist im genauen Wortlaut überliefert: „Uff Montag nach Catetra Petri anno 1554 hat der Edel und Ehrenvogt Junker Johann von Hattstein, Amtmann zu Butzbach diese nachgeschriebene Ordnung uffgericht, den Wald zum Besten uff Verbesserung der Märker, wie es mit dem Brenn- und Bauholz gehalten soll werden...“ In dieser Markordnung sind die Einzelheiten der Waldnutzung (Bauholz, Brennholz,

Schweinemast) geregelt. Zum Brennholz heißt es beispielsweise: „Item soll man in der Woch nicht mehr wie ein Tag, der soll sein Mittwoch, in den Wald gehen, und sollen sieselbe dorres Holz lesen, und nicht grünes abhauen oder auf die Bäum steigen, grün oder dörr abhauen. Und wer das Gebot also breche und nicht achtet, der soll sein Recht verloren han und soll bei den Geboten stehen, als vorgemacht ist.“ Zur Mast wird gesagt: „Item wäre es Sach, daß Gott den Wald fruchtbar mit Eckern erschienen ließe, soll ein jeglicher nach gebur treiben“ (Schweine eintreiben).

Den Markwald nutzten die Bewohner von Rockenberg und Oppershofen gemeinschaftlich. Sie bildeten zusammen die Märkerschaft. Das Recht der Waldnutzung scheint an die Höfe gebunden gewesen zu sein. Sowohl Bauern als auch Ritter konnten Märker sein. Die Verwaltung der Mark erfolgte über das Märkerding, Märkergericht oder Holzgericht, das auch die Bestrafung von Freveln vornahm. Die letzte Markordnung wurde beim Märkerding



Der Schutthügel eines Römerturms östlich des Naturwaldreservats ist heute von Buchenwald überdeckt.



Abgrenzung und innere Waldeinteilung des Rockenberg-Oppershofener Markwaldes 1857 (grün), projiziert auf die Karte des Großherzogtums Hessen von 1840. Mit dargestellt sind das Naturwaldreservat und seine Vergleichsfläche (rot), der historische Judenpfad (orange) sowie die Hohe Straße (braun).

1716 aufgestellt. Sie wurde erst mit der „organischen Forstordnung“ vom 16. Januar 1811 außer Kraft gesetzt. Am 5. August 1836 wurden sehr genaue Vorschriften für die Verwaltung der Rockenberger Mark erlassen, mit denen der Staat Einfluss auf die Bewirtschaftung des Markwaldes nahm.

Die Gesamtzahl der Berechtigungsanteile (Marken) betrug 1821 noch 387 Mark $\frac{1}{4}$ Pferd (4 Pferd = 1 Mark). 1827 bestanden insgesamt 383 $\frac{7}{10}$ Berechtigungs-

anteile, von denen der Staat $\frac{74}{3}{4}$ besaß. Knapp hundert Jahre später (1923) hatte der Staat bereits 337 von insgesamt 372 Markanteilen durch Kauf erworben. Vermutlich gelang es dem Staat gegen Ende der 1920er Jahre, im Rahmen der Feldbereinigung die letzten Marken zu erlangen und damit alleiniger Märker zu werden. Die Größe des Rockenberg-Oppershofer Markwaldes lag nach Berechnungen auf der Grundlage sehr exakter Karten aus dem Jahr 1857 bei

364 Hektar. Davon wurden in den Jahren zwischen 1927 und 1933 etwa 50 Hektar für ackerbauliche Zwecke gerodet. Damit wurde die bis dahin zusammenhängende Waldfläche fragmentiert.

Mark- oder Märkerwaldungen existierten im damaligen Großherzogtum Hessen noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts auf einer Fläche von 33.000 Hektar. Sie waren meist mit Eichen- und Buchenhochwäldern bestanden. Der großherzoglich-darmstädtische Oberforststrat Georg Wilhelm von Wedekind (1796-

1856) schreibt 1842: „Einige von den Markwaldungen zeichnen sich noch jetzt durch ihre schönen Buchenhochwaldungen aus. Die Krone von diesen ist der Rockenberger Wald, welcher Musterwald ... in einem 140jährigen Umtriebe bewirtschaftet wird“. Den sehr guten Zustand führt von Wedekind auf die Beteiligung „des Fiskus und mehrerer Standesherrn“ zurück. Der Durchschnittsertrag lag nach seinen Angaben damals bei umgerechnet 7,85 m³/ha. Von Wedekind bezeichnet den Rockenberg-Oppershofer Markwald

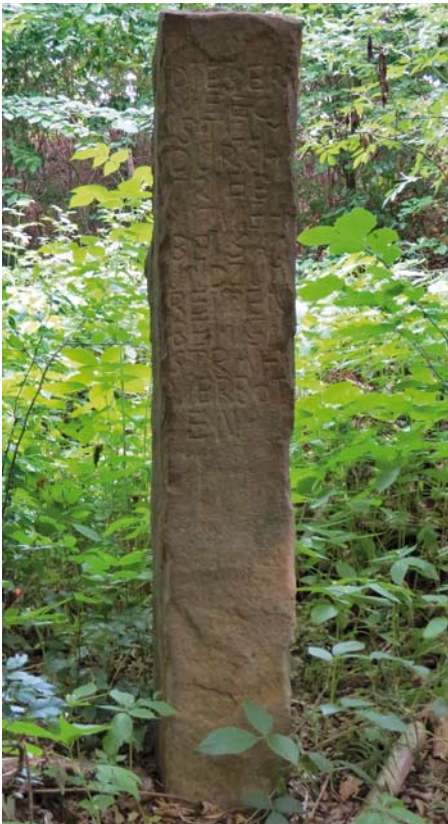
1842 als Buchenwaldung mit eingesprengten Eichen. In der durch den Geometer Friedrich Knewitz bearbeiteten Karte von 1857 ist der Rockenberg-Oppershofer Markwald mit Ausnahme von zwei kleinen Parzellen mit insgesamt 1,8 Hektar Nadelwald (0,5 % der Fläche) durchweg als Buchenhochwald eingestuft.

Nach einer Beschreibung des Großherzoglichen Ministeriums der Finanzen waren im Jahr 1860 noch 114 Hektar mit Buchen im Alter von 150 bis 160 Jahren vollbestockt. 1904 existierten von diesen um 1700 begründeten Buchenbeständen nur noch neun Hektar in der dem Naturwaldreservat östlich benachbarten Abteilung „der alte Hof“. Aus „Gründen der Waldschönheit“ wurde diese Abteilung im Jahre 1896 für 20 Jahre von der Nutzung ausgenommen. Die Buchen wurden 1904 als durchschnittlich 33 m hoch und in Brusthöhe bis zu 66 cm



Die 210-jährigen Buchen in der dem heutigen Naturwaldreservat benachbarten Forstabteilung „Der alte Hof“ waren 1904 durchschnittlich 33 m hoch. Im Vordergrund sind gepflegte Bereiche erkennbar. Mit dieser Bodenbearbeitung sollte offenbar die Buchenverjüngung gefördert werden.

stark beschrieben. Sie waren „schlank erwachsen“, „glattschaftig“ und im Mittel 210 Jahre alt. In dem Distrikt „Altehof“ hatte die am 1. Mai 1882 in Gießen gegründete forstliche Versuchsanstalt für das Großherzogtum Hessen eine ertragskundliche Versuchsfläche angelegt. Nach den Aufnahmeergebnissen erreichten die dort stehenden Buchen einen durchschnittlichen Festmetergehalt von 5,5 m³, was als außerordentlich hoher Massengehalt bewertet wurde.



Ein sogenannter Dreyfus-Stein von 1806 am Rande des ehemaligen Rockenberger und Oppershofer Markwaldes. Die Aufschrift lautet: „DIESER WEEG IST ZUM DURCHTRIEB MIT VIEH BEI 5 ... UND ZUM REITEN BEI 3 ... STRAFE VERBOTEN“.

Bereits in der ältesten Grenzbeschreibung des Rockenberg-Oppershofer Markwaldes, dessen Grenze zu dieser Zeit vorwiegend durch mit Kreuzen markierte Bäume gekennzeichnet war, wird 1472 die „judenstrassen“ erwähnt. Als „Judenpfad“ ist dieser Weg auch in der 1840 entstandenen Karte des Großherzogtums Hessen sowie streckenweise noch in der aktuellen Topographischen Karte verzeichnet. Er lässt sich von Nieder-Weisel über Steinfurth bis nach Münzenberg verfolgen. Ob dies die vollständige Strecke der historischen Wegeverbindung war und welchem Zweck sie genau diente, bleibt unklar. Jedenfalls tangierte sie den Ort Steinfurth nur randlich und umging die Orte Oppershofen und Rockenberg weiträumig. Dafür verlief der Judenpfad auf längerer Strecke durch den Rockenberg-Oppershofer Markwald. Der Eintritt des Judenpfades in den Markwald ist im Süden wie im Norden jeweils durch auffällige beschriftete Steine markiert. Diese beiden heute als „Dreyfus-Steine“ bezeichneten Steinsäulen sollen aus dem Jahr 1806 stammen. Ihre gleichlautende Aufschrift weist darauf hin, dass der Durchtrieb von Vieh und das Reiten bei Strafe verboten seien. Die während der Besetzung durch napoleonische Truppen aufgestellten Steine sollen nach einem französischen Offizier namens Dreyfus benannt sein.

Im Bereich des Judenpfades sind an der Gemarkungsgrenze zwischen Steinfurth und Oppershofen im Wald noch Reste eines Wall- und Grabensystems erhalten, die zu einer Landwehr gehörten. Diese fand auf mehr als einem Kilometer Länge am Westrand des Rockenberg-Oppershofer Markwaldes ihre Fortsetzung zunächst in einem natürlichen Abhang und

anschließend in einem nicht mehr erhaltenen Doppelgraben, der sich im Bereich der heutigen Feldlandschaft befand.

Im nördlichen Teil des Rockenberg-Oppershofer Markwaldes liegt die Dorfwüstung Gerlachshausen. Der Ort wurde 1356 zuletzt genannt. Die Lage einer weiteren, unmittelbar nördlich angrenzenden Dorfwüstung hat sich in dem Forstortsnamen „Zu Hammelshausen“ bis in die Gegenwart gehalten. Südöstlich des heutigen Naturwaldreservates lag – wahrscheinlich außerhalb des heutigen Waldes – die Wüstung Damdail (Damdal, Dahindal), deren Name sich möglicherweise noch in der Flurbezeichnung „Dorntal“ auf der Topographischen Karte erhalten hat. Der Ort wurde 1357 zuletzt erwähnt. Ob der Name des benachbarten Forstorts „Der alte Hof“ („Altehof“) mit dieser Dorfwüstung in irgendeiner Verbindung steht, und wie lange hier ein Hof noch existiert hat, ist unklar. Jedenfalls soll sich noch während der französischen Besatzungszeit um 1813 der Rockenberger Schultheiß Franz Dietz im Rockenberg-Oppershofer Markwald im „Alten Hof“ verborgen haben. Bemerkenswert ist, dass im östlichen Teil des Naturwaldreservats sowie in den als

„Alter Hof“ bezeichneten Waldteilen heute das Kleine Immergrün (*Vinca minor*) auf größeren Flächen wächst. Das Kleine Immergrün wurde vermutlich bereits von den Römern als Zierpflanze in die Wetterau mitgebracht. Die wahrscheinlich im Mittelmeergebiet beheimatete Pflanzenart, die sich bei uns fast ausschließlich vegetativ ausbreiten kann, ist eng an Wald gebunden und meist Anzeiger einer ehemaligen Besiedlung.



Das Kleine Immergrün wächst auf größeren Flächen im östlichen Teil des Naturwaldreservats, der an die Forstabteilung „Der alte Hof“ angrenzt. Es zeigt hier eine ehemalige Besiedlung an.

Kurzcharakteristik des Naturwaldreservats

Größe	Totalreservat: 21 ha, Vergleichsflächen: 20 ha
geographische Lage	3 km östlich von Oppershofen (Gemeinde Rockenberg)
Höhenlage	210 bis 245 Meter über Meereshöhe
Naturraum	Wetterau
Geologie	Löss
Böden	Pseudogley-Parabraunerde
Klima	kollin, schwach subkontinental
Waldbestand	Buchenwald
Vegetationstyp	Waldmeister-Buchenwald

Waldstruktur

Die Waldstruktur und die Baumverjüngung wurden 1988 und 2015 auf insgesamt 37 Probekreisen erfasst, die in einem 100 x 100 m-Raster systematisch über die Waldflächen verteilt sind. Davon liegen 19 im Totalreservat (TR) und 18 in der Vergleichsfläche (VF).

Es handelt sich um ein starkes Buchen-Baumholz im Alter zwischen 141 (VF) und 159 (TR) Jahren (Stichjahr 2019) auf einem Buchen-Hochleistungsstandort. Die Buchen erreichen Höhen von über 40 m und zeigen damit das beachtliche Wuchspotential. Beigemischt sind die Baumarten Trauben-Eiche, Esche, Berg-Ahorn, Kirsche sowie vereinzelt auch Europäische Lärche und Hainbuche. Im Totalreservat befindet sich außerdem ein

0,5 Hektar großer, durch Borkenkäferbefall abgängiger, 68-jähriger Fichtenbestand. Die weitgehend geschlossenen Buchenbestände im Totalreservat weisen durch Windwürfe der letzten Jahre kleinere Lücken auf.

Bei der Inventur 1988 lagen die durchschnittlichen Holzvorräte des stehenden Bestandes (≥ 7 cm Brusthöhendurchmesser) im Totalreservat mit 569 m^3 und auf der Vergleichsfläche, deren Baumbestand knapp 20 Jahre jünger ist, mit 541 m^3 in vergleichbarer Größenordnung.

Die Folgeinventur 2015 ergab in der bewirtschafteten Vergleichsfläche durch die Nutzung hiebsreifer Bäume eine Abnahme des Vorrates auf 361 m^3 , während sich die Holzvorräte des stehenden Bestandes im Totalreservat um 164 m^3 auf 733 m^3 erhöhten.



Buchennaturverjüngung im Totalreservat

Kennzahlen der Waldstruktur für das Totalreservat des Naturwaldreservates Waldgebiet östlich Oppershofen. Dargestellt sind die Mittelwerte aus 19 Probekreisen für die Aufnahme 2015 sowie die Differenz zur Aufnahme 1988.

Baumart	Aufnahme- jahr und Differenz	stehend				liegend tot	Totholz gesamt
		lebend			tot		
		Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]	Volumen [m ³ /ha]
Buche	2015	122	29,5	636	3	40	47
	Differenz	-1	+4,9	+149	+2	+40	+47
Trauben- Eiche	2015	24	4,7	88	2	6	10
	Differenz	-9	+0,1	+11	+1	+6	+9
Fichte	2015	3	0,5	7	1	1	1
	Differenz	-2	+0,2	+3	0	+1	0
Hainbuche	2015	2	0,1	0	0	0	0
	Differenz	+1	0	0	0	0	0
andere Laubbäume	2015	14	0,2	0	0	0	0
	Differenz	+14	+0,2	0	0	0	0
Summe	2015	164	34,9	733	5	47	58
	Differenz	+2	+5,4	+164	+3	+47	+56



Liegendes Buchentotholz im Totalreservat

Kennzahlen der Waldstruktur für die Vergleichsfläche des Naturwaldreservates Waldgebiet östlich Oppershofen. Dargestellt sind die Mittelwerte aus 18 Probekreisen für die Aufnahme 2015 sowie die Differenz zur Aufnahme 1988.

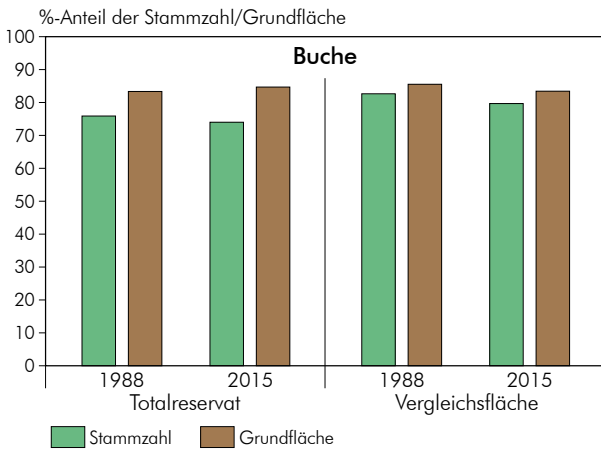
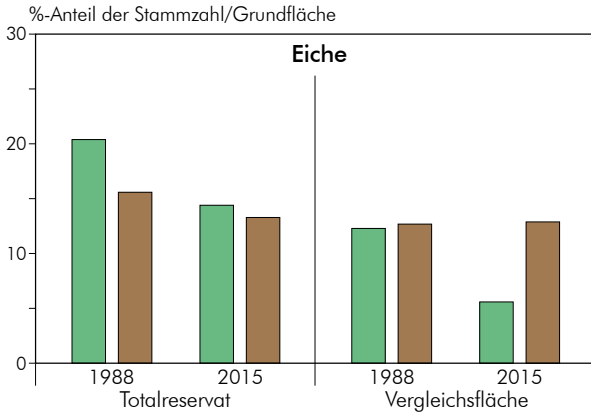
Baumart	Aufnahme- jahr und Differenz	stehend				liegend tot	Totholz gesamt
		lebend			tot		
		Stammzahl [N/ha]	Grundfläche [m ² /ha]	Volumen [m ³ /ha]	Stammzahl [N/ha]	Volumen [m ³ /ha]	Volumen [m ³ /ha]
Buche	2015	175	17,4	306	6	20	23
	Differenz	-26	-7,6	-172	+4	+19	+22
Hainbuche	2015	21	0,7	7	0	0	0
	Differenz	+8	+0,2	+1	0	0	0
Trauben- Eiche	2015	12	2,7	48	0	3	3
	Differenz	-18	-1,0	-9	0	+3	+3
andere Laubbäume	2015	11	0,1	0	0	0	0
	Differenz	+11	+0,1	0	0	0	0
Summe	2015	219	20,9	361	6	24	27
	Differenz	-24	-8,3	-180	+5	+23	+26

Trotz der intensiven Nutzung ist die Stammzahl im lebenden Bestand der Vergleichsfläche lediglich um 24 Bäume je Hektar im Mittel gesunken. Daran zeigt sich, dass ein größerer Teil der durchschnittlich 4,8 je Hektar und Jahr geernteten Stämme durch einwachsende Bäume ausgeglichen wurde. Durch die Auflichtung haben sich die nachwachsenden Baumschichten so stark entwickeln können, dass im Untersuchungszeitraum 3,9 Bäume je Hektar und Jahr die Kluppschwelle von 7 cm überschritten haben. Durch die Erntemaßnahmen wurde also der Generationenwechsel in diesem Buchenwald eingeleitet. Hingegen blieb die Stammzahl des Baumbestandes im Totalreservat im Beobachtungszeitraum nahezu konstant.

Der Volumenzuwachs der Vergleichsfläche erreichte trotz der Erntemaßnahmen das gleiche Niveau wie derjenige des Totalre-

servats (9,2 m³/ha und Jahr zu 9,3 m³/ha und Jahr). Offenbar führte die Auflichtung des Buchenbestandes zu einer deutlichen Zuwachssteigerung der verbleibenden Bäume (Lichtungszuwachs).

Die Baumartenanteile von Trauben-Eiche und Rot-Buche haben sich im Laufe des Untersuchungszeitraumes nur wenig verändert. Eine Ausnahme macht der Stammzahlanteil der Trauben-Eiche in der Vergleichsfläche, der von 12,3 % auf 5,6 % gesunken ist. Die verbliebenen Trauben-Eichen haben aber offenbar von der Auflichtung durch die Erntemaßnahmen direkt und indirekt profitiert, sodass ihr Grundflächenanteil in etwa gleich geblieben ist. Im Totalreservat sind sowohl für die Stammzahl- als auch die Grundflächenanteile geringe Rückgänge der Trauben-Eiche festzustellen. Der prozentuale Grundflächenanteil der Buche steigt im Gegensatz zur Trauben-



Relative Anteile der Baumarten Eiche (oben) und Buche sowie deren Veränderung im Beobachtungszeitraum

Eiche hingegen etwas an. Die Anteile der weiteren Mischbaumarten (Kirsche, Berg-Ahorn und Esche) veränderten sich kaum. Insgesamt zeigt der Vergleich der Inventurdaten aus den Jahren 1988 und 2015 eine überraschende Konstanz der Baumartenzusammensetzung in beiden Teilflächen des Naturwaldreservates.

In beiden Flächenvarianten nahm die Totholzmenge zwar deutlich zu, diese Zunahme fiel allerdings im Totalreserve deutlich höher aus, sodass hier mit knapp 60 m³ ein nahezu doppelt so hoher Wert

wie in der Vergleichsfläche ermittelt wurde. In der Vergleichsfläche besteht der Totholzvorrat überwiegend aus Stubben und Holzernteresten, während im Totalreserve vorwiegend liegende Stämme und Stümpfe vorhanden sind.

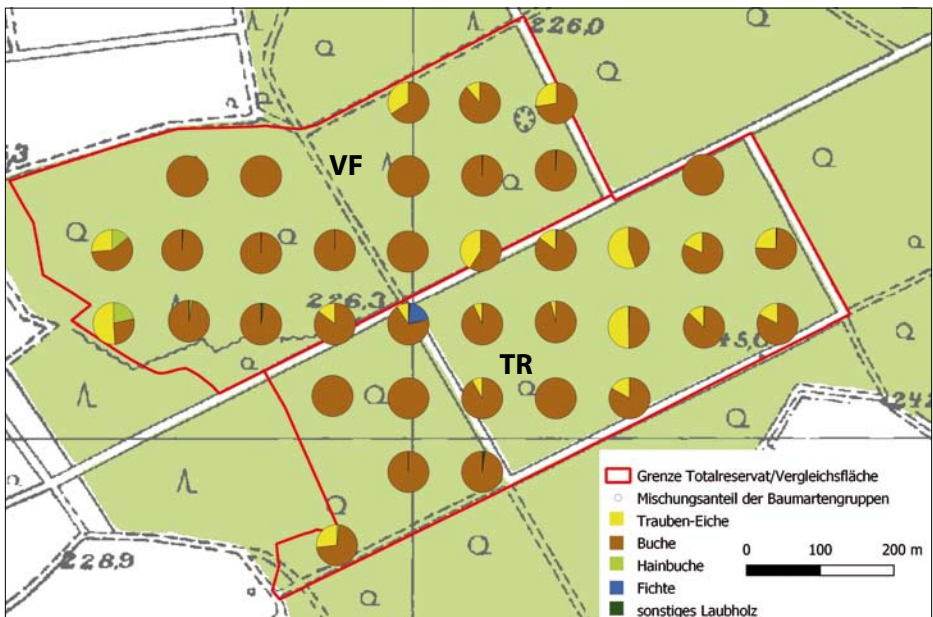
Die Baumverjüngung (Gehölze < 7 cm, ohne Berücksichtigung von Keimlingen) entwickelte sich in beiden Flächenvarianten stark, wobei auch Mischbaumarten wie Hainbuche, Trauben-Eiche, Kirsche und Berg-Ahorn nennenswerte Anteile einnehmen konnten. Insbesondere in der Vergleichsfläche ist die Hainbuche im westlichen Bereich stark vertreten, während die Eichenanteile unterschiedlich über die Probestandorte verteilt sind.

In der Höhenklasse bis 50 cm befanden sich im Totalreserve bei der Inventur 2015 mit insgesamt 31.000 Pflanzen je Hektar mehr Bäume im Wartestand als in der Vergleichsfläche mit durchschnittlich 22.000 Pflanzen je Hektar.

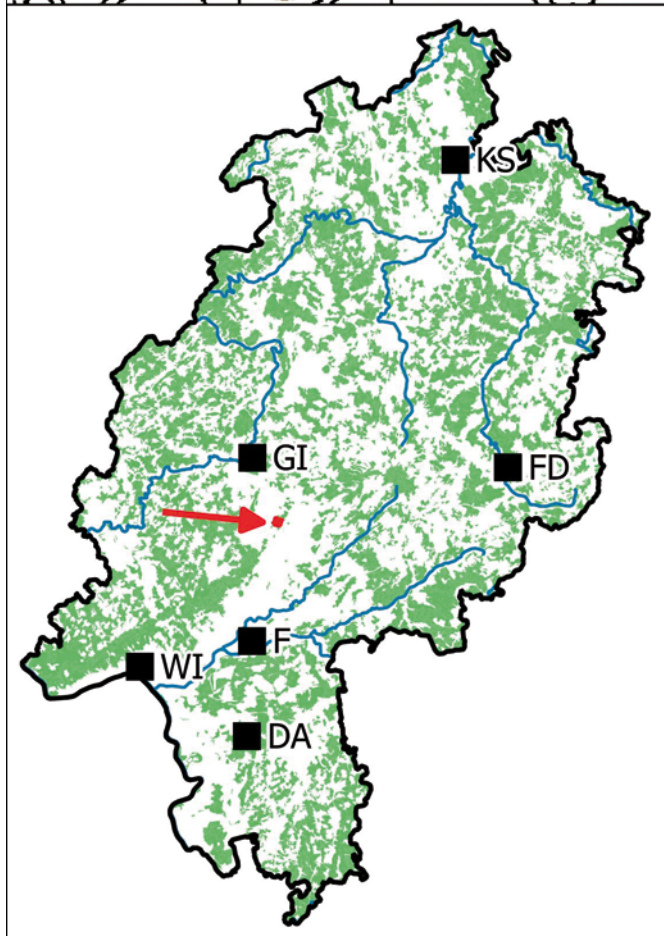
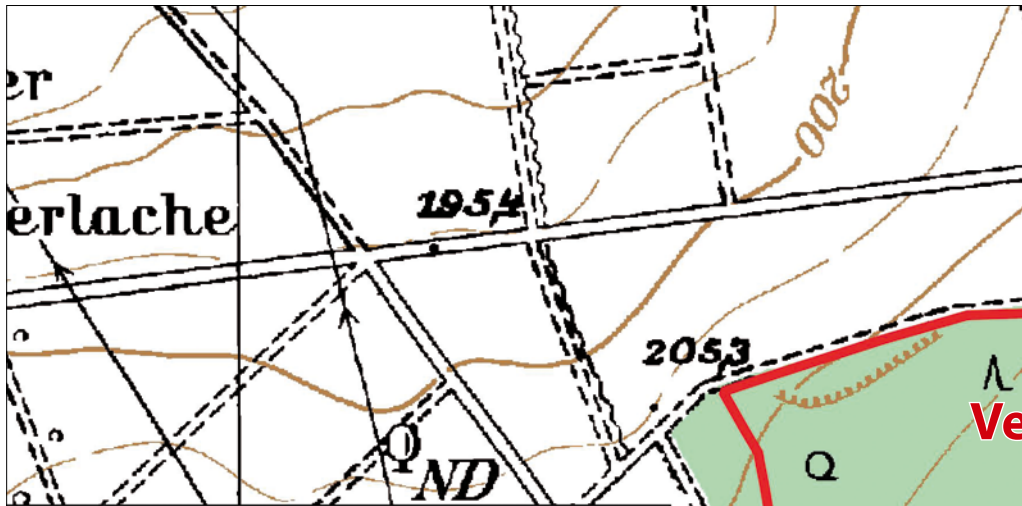
Mit zunehmender Pflanzhöhe sinkt die Pflanzenzahl auf beiden Teilflächen deutlich. Die Trauben-Eiche fällt in den Höhenklassen > 0,5 m vollständig aus, was vermutlich auf Wildverbiss und Konkurrenz durch andere Baumarten, vor allem der Buche, zurückgehen dürfte. Infolge der Auflichtung sind die Pflanzenzahlen in der Vergleichsfläche in den Höhenklassen von 0,5 bis 2 m und > 2 m erheblich höher als im Totalreserve (2.022 Pflanzen je Hektar zu 274 Pflanzen je Hektar).

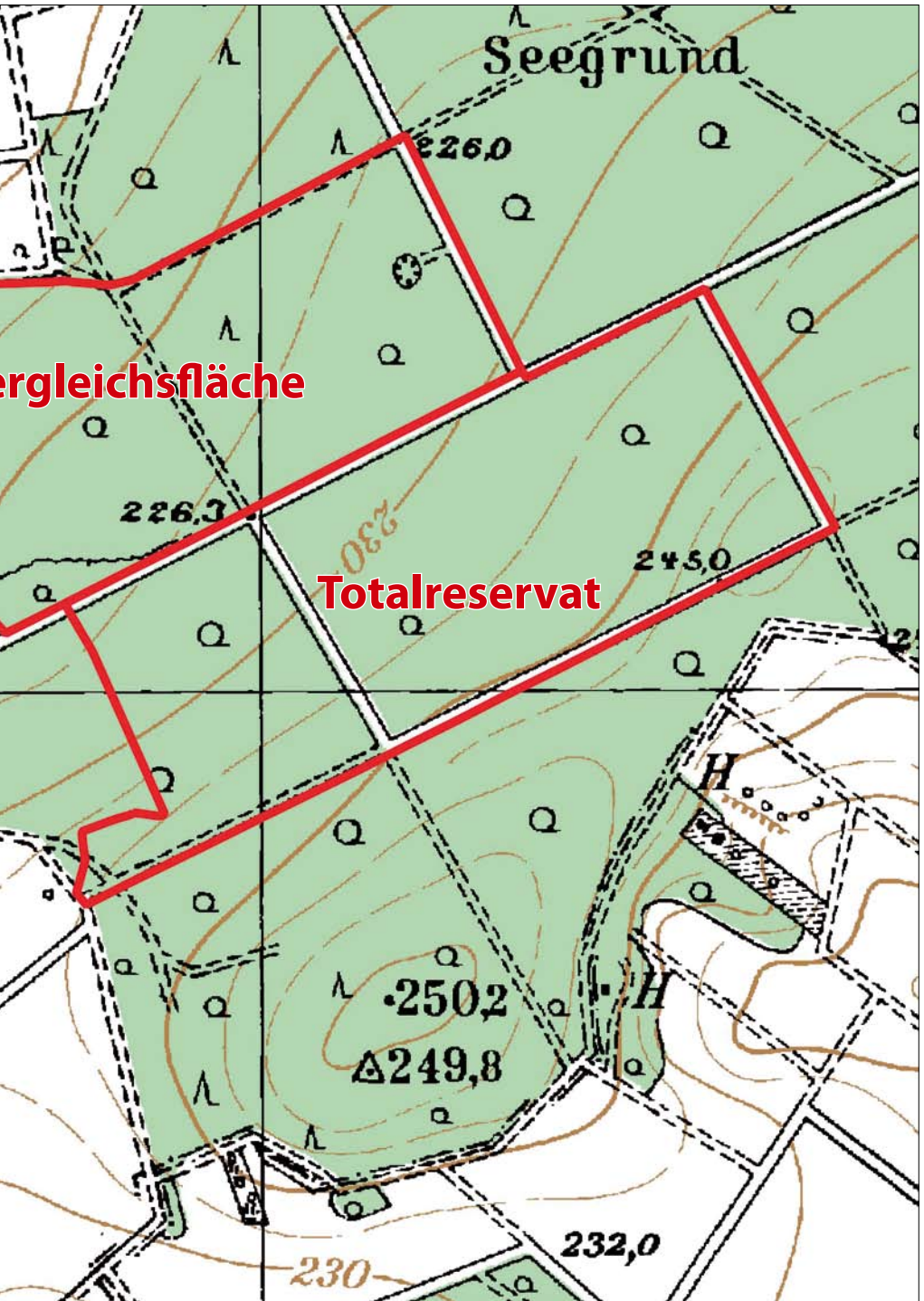
Anzahl Gehölzpflanzen <7 cm Brusthöhendurchmesser je Hektar außer Keimlingen für das Totalreservat des Naturwaldreservates Waldgebiet östlich Oppershofen im Jahr 2015 und die Differenz zum Jahr 1988 (Mittelwerte aus der Aufnahme von 19 Probekreisen)

Baumart	Aufnahme- jahr und Differenz	Höhenklasse			Summe [N/ha]
		<0,5 m [N/ha]	0,5 - 2,0 m [N/ha]	>2,0 m [N/ha]	
Buche	2015	25.537	211	126	25.874
	Differenz	+24.316	+211	+126	+24.653
Trauben- Eiche	2015	4.926	0	0	4.926
	Differenz	+3.789	0	0	+3.789
Berg-Ahorn	2015	463	0	126	589
	Differenz	+337	-105	+21	+253
Kirsche	2015	168	0	21	189
	Differenz	+147	-63	+21	+105
Esche	2015	42	0	0	42
	Differenz	0	-21	0	-21
Summe	2015	31.137	211	274	31.621
	Differenz	+28.589	+21	+168	+28.779



Mischungsanteile der Baumartengruppen in den Probekreisen des Totalreservats (TR) und der Vergleichsfläche (VF)





Anzahl Gehölzpflanzen <7 cm Brusthöhendurchmesser je Hektar außer Keimlingen für die Vergleichsfläche des Naturwaldreservats Waldgebiet östlich Oppershofen aus dem Jahr 2015 und als Differenz zum Jahr 1988 (Mittelwerte aus der Aufnahme von 18 Probekreisen)

Baumart	Aufnahme- jahr und Differenz	Höhenklasse			Summe [N/ha]
		<0,5 m [N/ha]	0,5 - 2,0 m [N/ha]	>2,0 m [N/ha]	
Buche	2015	17.822	1.111	867	19.800
	Differenz	+17.133	+1.111	+867	+19.111
Hainbuche	2015	2.022	422	1.067	3.511
	Differenz	+1.844	+422	+1.067	+3.333
Trauben- Eiche	2015	1.244	0	0	1.244
	Differenz	+1.089	0	0	+1.089
Esche	2015	733	0	0	733
	Differenz	+289	0	0	+289
Berg-Ahorn	2015	133	44	67	244
	Differenz	-111	+22	+67	-22
Kirsche	2015	133	0	0	133
	Differenz	+111	0	0	+111
Sträucher	2015	111	22	22	156
	Differenz	+111	+22	+22	+156
Summe	2015	22.200	1.600	2.022	25.822
	Differenz	+20.467	+1.578	+2.022	+24.067

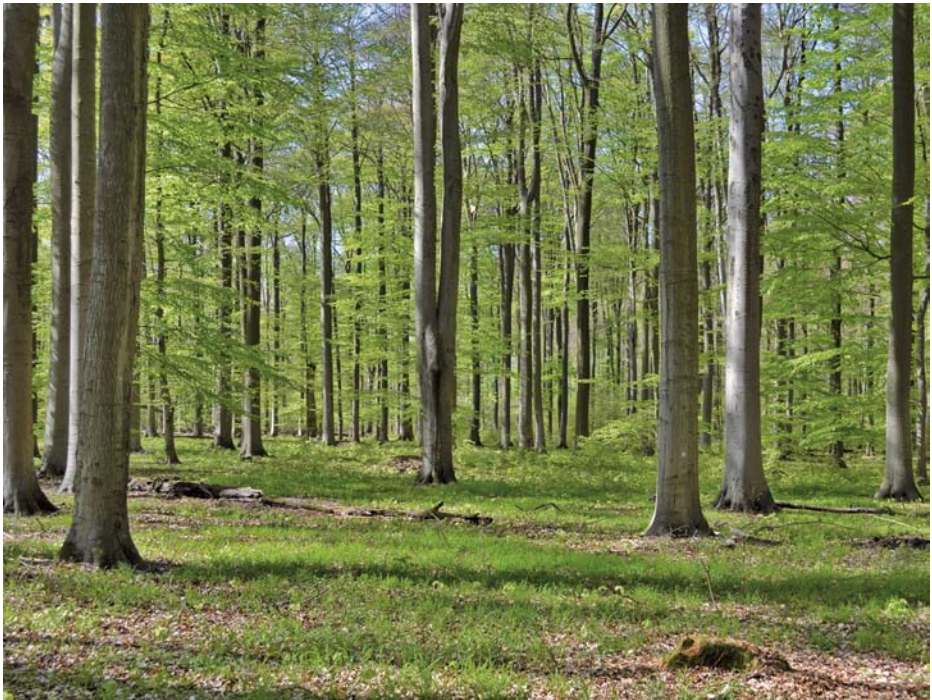


Die Trauben-Eiche (im Vordergrund rechts) ist in der Baumschicht des Naturwaldreservats die wichtigste Mischbaumart, kann sich unter den gegenwärtigen Bedingungen jedoch nicht natürlich verjüngen.

Bodenvegetation

Die Stichprobenpunkte für die Inventur der Waldstruktur wurden auch für die Erfassung der Vegetation auf einer jeweils 100 m² großen Fläche genutzt. Alle aufgenommenen Waldbestände ließen sich dem Waldmeister-Buchenwald zuordnen. In der oberen Baumschicht dominierte auf allen Probeflächen die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*). Als häufigste Mischbaumart war die Trauben-Eiche (*Quercus petraea*) vor allem im Totalreservat, seltener in der Vergleichsfläche vertreten. Eine zweite Baumschicht war nicht immer ausgebildet. In dieser Schicht war die Rot-Buche ebenfalls die wichtigste Baumart. Dies gilt auch für die Strauchschicht. In dieser Schicht kam in der Vergleichsfläche nicht selten auch

die Hainbuche (*Carpinus betulus*) hinzu. Die Waldmeister-Buchenwälder in Totalreservat und Vergleichsfläche haben mit dem Busch-Windröschen (*Anemone nemorosa*), dem Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*), dem Wellenblättrigen Katharinenmoos (*Atrichum undulatum*), dem Großen Hexenkraut (*Circaea lutetiana*), dem Waldmeister (*Galium odoratum*), dem Kleinen Springkraut (*Impatiens parviflora*), dem Einblütigen Perlgras (*Melica uniflora*), dem gewöhnlichen Flattergras (*Milium effusum*), dem Wald-Sauerklee (*Oxalis acetosella*), dem Wald-Frauenhaarmoos (*Polytrichum formosum*), der Artengruppe Echte Brombeere (*Rubus fruticosus* agg.) und der Großen Brennnessel (*Urtica dioica*) viele gemeinsame Arten der Kraut- und Mooschicht.



Waldmeister-Buchenwald im Totalreservat. Der Frühjahrsaspekt wird hier vom Einblütigen Perlgras geprägt.

Sowohl hinsichtlich der mittleren Artenzahl pro Aufnahme­fläche als auch hinsichtlich der in den Vegetationsaufnahmen erfassten Gesamtartenzahl unterscheiden sich die unbewirtschaftete und die bewirtschaftete Teilfläche sehr deutlich. So wurden im Totalreservat insgesamt 67 Gefäßpflanzen- und Moosarten bei einem Mittelwert von 19 Arten pro Aufnahme­fläche gefunden. In der Vergleichsfläche lag die Gesamtartenzahl hingegen bei 106 und die mittlere Artenzahl bei 28. Zu den Pflanzenarten, die ausschließlich in der Vergleichsfläche auftraten, gehören mit dem Gewöhnlichen Kurzbüchsenmoos

(*Brachythecium rutabulum*), dem Wald-Schaumkraut (*Cardamine flexuosa*), dem Riesen-Schwingel (*Festuca gigantea*), der Flatter-Binse (*Juncus effusus*), dem Pfeffer-Knöterich (*Persicaria hydropiper*), der Himbeere (*Rubus idaeus*), dem Blut-Ampfer (*Rumex sanguineus*) und der Knoten-Braunwurz (*Scrophularia nodosa*) zahlreiche Störungszeiger, die durch die forstliche Bewirtschaftung gefördert werden. Weitere Störungszeiger wie die Wald-Zwenke (*Brachypodium sylvaticum*), die Winkel-Segge (*Carex remota*), der Breitblättrige Wurmfarne (*Dryopteris dilatata*), der Gewöhnliche Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*), das Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*) und der Wald-Ziest (*Stachys sylvatica*) kommen überwiegend in der Vergleichsfläche vor. Viele der genannten Arten sind Feuchte- und Nässezeiger, die durch Bodenverdichtung im Zuge von Rückarbeiten gefördert wurden. Hierzu zählen beispielsweise Wald-Schaumkraut, Winkel-Segge, Pfeffer-Knöterich und Blut-Ampfer.

Hingegen sind nur wenige Unterschiede in Bezug auf die Waldbindung der Pflanzenarten zwischen den Teilflächen festzustellen. Sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche haben Arten der geschlossenen Wälder und Arten, die im Wald wie im Offenland verbreitet sind, den größten Anteil. Gewichtet man ihren Anteil mit der Stetigkeit (prozentualen Häufigkeit), dann erreichen Arten der geschlossenen Wälder mit 52 % im Totalreservat einen etwas höheren Anteil als in der Vergleichsfläche (46 %). Häufige Arten aus dieser Gruppe sind der Waldmeister, das Einblütige Perlgras und das Gewöhnliche Flattergras. Im Wald wie im Offenland vorkommende Arten (z. B. Busch-Windröschen und Wald-Frauen-



Infolge der Bodenverdichtung ist auf Rückegassen oft eine besondere Artenzusammensetzung zu finden, die von Störungszeigern geprägt wird.



Der Berg-Ehrenpreis (*Veronica montana*) kommt in Buchenwäldern auf feuchten und nährstoffreichen Standorten vor.

farn) treten in beiden Teilflächen mit einem Anteil von 48 % auf. Ausschließlich in der Vergleichsfläche kommen Arten der Waldränder und -verlichtungen wie z. B. Wald-Schaumkraut oder Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) vor. Auch Waldarten mit Schwerpunkt im Offenland wie Pfeffer-Knöterich oder Blaugrüne Binse (*Juncus inflexus*) und reine Offenlandarten wie Breit-Wegerich (*Plantago major*) oder Steifer Sauerklee (*Oxalis stricta*) treten auf.

Das Kleine Immergrün (*Vinca minor*), über das schon berichtet wurde, zählt als eine seit römischer Zeit eingebrachte Art zu den sogenannten Archaeophyten. Es ist in den Vegetationsaufnahmen vor allem im Südosten des Totalreservats zu finden und tritt dort zum Teil dominant auf. Aber auch im Westen der Vergleichsfläche kommt

die Art vor. Neophyten, also nach dem Mittelalter eingewanderte oder eingeführte Arten, sind ebenfalls im Waldgebiet östlich Oppershofen vertreten. Die häufigste dieser gebietsfremden Arten ist das Kleine Springkraut (*Impatiens parviflora*), das sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche weit verbreitet ist. Die schattentolerante Pflanze ist der in deutschen Wäldern verbreitetste Neophyt und eine der wenigen gebietsfremden Arten, die sich teilweise auch in naturnahen Wäldern stark ausbreiten konnten. Weitere je einmal nachgewiesene Neophyten sind die Walnuss (*Juglans regia*), die im Totalreservat in einer Aufnahmefläche in der Strauchschicht auftrat sowie die Rot-Eiche (*Quercus rubra*), die als Jungpflanze einmal in der Vergleichsfläche gefunden wurde. Der Steife Sauerklee kommt ebenfalls nur in der Vergleichsfläche vor. Er breitet sich in den letzten Jahren zunehmend auf Wegen und Rückegassen hessischer Wälder aus.



Das Kleine Springkraut bildet sowohl im Totalreservat als auch in der Vergleichsfläche stellenweise Massenbestände.

Geologie, Boden und Standort

Die Ziele der Bodenuntersuchungen in Naturwaldreservaten und die methodische Vorgehensweise wurden in den Jahren 2017 und 2018 im Rahmen einer Pilotstudie im Naturwaldreservat „Wattenberg und Hundsberg“ festgelegt. Dabei geht es in erster Linie um eine vergleichende Untersuchung unbewirtschafteter und bewirtschafteter Wälder, für die die Daten der üblichen forstlichen Standortkartierung nicht ausreichen. Wichtige Fragestellungen sind unter anderem:

- (1) Welchen Beitrag leistet der Standort zur Erklärung der Dynamik der Baumartenzusammensetzung, Produktivität und Artenvielfalt in Naturwaldreservaten?
- (2) Speichern die Waldböden der Naturwaldreservate in ähnlichen Größenordnungen Kohlenstoff wie die bewirtschafteter Wälder?
- (3) Welche Auswirkungen haben Stoffeinträge aus der Atmosphäre auf den Nährstoffhaushalt unbewirtschafteter Wälder im Vergleich zu Wäldern, in denen Holz genutzt wird?

Darauf aufbauend wurden im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ 2019 die folgenden bodenkundlichen Kartierungen und Probennahmen durchgeführt:

- flächendeckende Boden-Feinkartierung an den Rasterpunkten der Waldstruktur- und Vegetationsaufnahme
- Einschätzung von Nährstoff- und Wasserversorgung sowie des Ausgangssubstrats der Bodenbildung an jedem Rasterpunkt anhand einer Bohrung bis

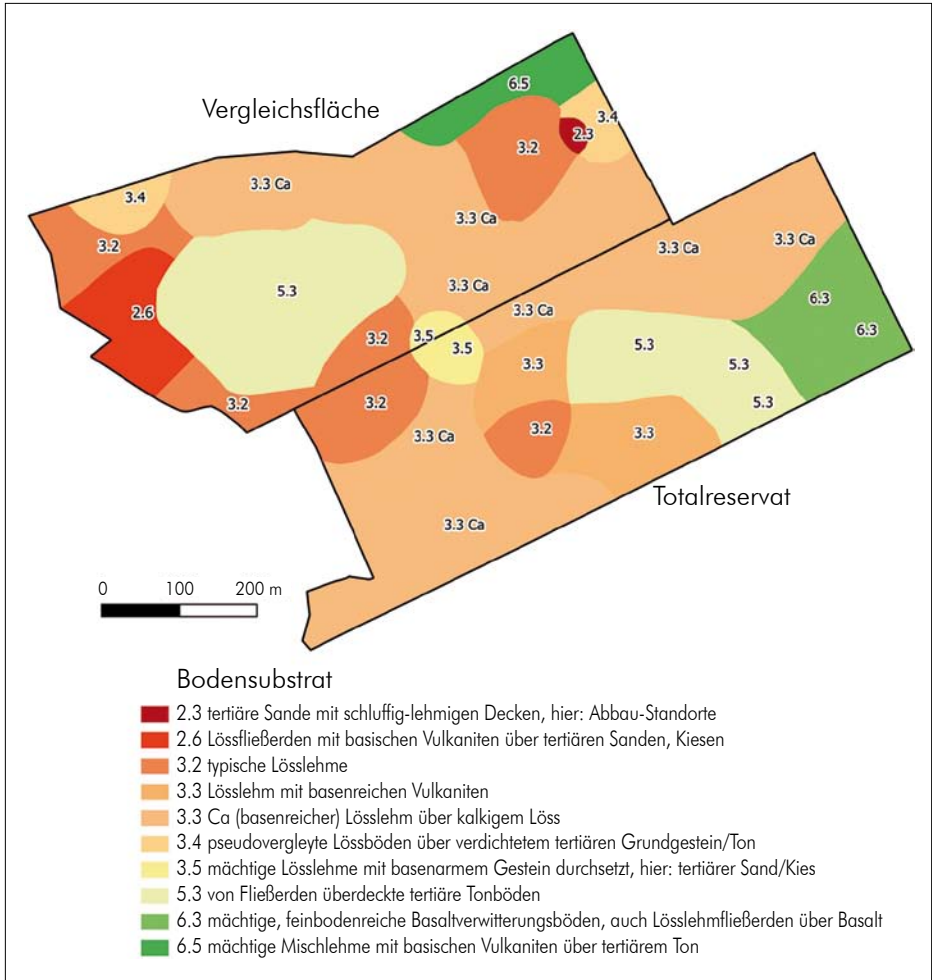
150 cm Bodentiefe. Zusätzliche Ansprache der Bodenhorizonte, der Bodenart, der Lagerungsdichte und der Grobbodengehalte sowie des Humusgehalts. Die Bestimmung des Bodentyps und der Humusform gehörten ebenso zum Untersuchungsprogramm.

- Beprobung des Auflagehumus sowie des Mineralbodens (0-5, 5-10 und 10-30 cm Bodentiefe) an allen Rasterpunkten.
- Erstellen einer Karte der Standortstypen
- Auswahl, Anlage und Beschreibung von Bodenprofilen in repräsentativen Standortstypen
- Beprobung von Auflagehumus und Mineralboden in den Bodenprofilen. Für den Mineralboden wurden Lagerungsdichte, Grobbodenanteil und Bodenart getrennt nach Tiefenstufen eingeschätzt.

Diese Untersuchungen sollten in erster Linie der Gewinnung von standortkundlichen Informationen für das Gebiet dienen. Darüber hinaus sollte aber auch die methodische Vorgehensweise nochmals erprobt und weiterentwickelt werden.

Geologisches Ausgangssubstrat der Bodenbildung

Löss ist das Hauptaussgangssubstrat der Böden im Waldgebiet östlich Oppershofen. Dieses schluffreiche Substrat wurde während der kalt-trockenen Phasen der letzten Eiszeit aus vegetationsarmen Frostschuttdecken ausgeweht. Der Löss lagerte sich überwiegend im Windschatten der Gebirge und Hügel ab und wurde schon ab geringen Hangneigungen als Fließerde von den Kuppen und Oberhängen in Talrichtung umgelagert. Lösslehmdecken



Bodensubstrate im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“

unterschiedlicher Stärke überziehen nahezu flächendeckend die hessischen Waldstandorte. Im Rahmen der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE II) wurden in Hessen 14 % der Gesamtwaldfläche als eigentliche Lösslehmstandorte mit einer Mächtigkeit über 70 cm identifiziert. In der Regel erreicht die Lössdecke in Hessens Wäldern eine Mächtigkeit von 30 bis 60 cm.

Löss ist gelblich gefärbt und je nach Ausblaugungsmaterial häufig kalkhaltig, so auch in vielen Bereichen des Naturwaldreservates. In der Nacheiszeit setzte unter humiden klimatischen Verhältnissen Bodenbildung und Versauerung ein, dabei wurde der Kalk in der Regel weitgehend aufgelöst. Nur in Teilbereichen – vornehmlich im Tiefland – finden sich in Hessen noch größere Bereiche mit Lösslehmdecken von

Prozentuale Verteilung der Bodensubstrate in Totalreservat (TR), Vergleichsfläche (VF) und im gesamten Waldgebiet östlich Oppershofen

Bodensubstrat	Anteil %		
	TR	VF	gesamt
tertiäre Sande mit schluffig-lehmigen Decken	0	1	<0,5
Lössfließerden mit basischen Vulkaniten über tertiären Sanden, Kiesen	0	8	4
typische Lösslehme	10	20	15
Lösslehm mit basenreichen Vulkaniten	14	0	7
(basenreicher) Lösslehm über kalkhaltigem Löss	48	36	42
pseudovergleyte Lössböden über verdichtetem tertiären Grundgestein/Ton	0	5	2
mächtige Lösslehme mit basenarmem Gestein durchsetzt; hier: tertiärer Sand/Kies	2	1	2
von Fließerden überdeckte tertiäre Tonböden	15	24	19
mächtige, feinbodenreiche Basaltverwitterungsböden, auch Lösslehmfließerden über Basalt	12	0	6
mächtige Mischlehme mit basischen Vulkaniten über tertiärem Ton	0	6	3

mehr als 70 cm Mächtigkeit, so z. B. in der Wetterau, im Limburger und Kasseler Becken sowie in der Niederhessischen Senke. Diese Landschaften sind zugleich die bevorzugten Agrargebiete in Hessen, was wesentlich mit der hohen Fruchtbarkeit der Lössböden zusammenhängt.

Im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ erreichen Lösslehme bzw. Lösslehmfließerden auf 68 % der Gesamfläche eine Mächtigkeit von mehr als 70 cm (im Totalreservat 74 %, in der Vergleichsfläche 62 %). Diese sind auf der überwiegenden Fläche des Totalreservats (62 %) und rund einem Drittel der Vergleichsfläche (36 %) basenreich. Dabei handelt sich zum einen um im Untergrund kalkhaltige Lössse (48 % im Totalreservat und 36 % in der Vergleichsfläche) und

zum anderen um Lösslehmfließerden, die im Oberboden mit basenreichen Vulkaniten (14 % im Totalreservat) angereichert sind. Die restlichen von Lösslehm geprägten Flächen machen typische oder in geringem Umfang von Stauwasser beeinflusste sowie sandig verunreinigte Lösslehme aus.

Unterschreiten die Decken aus Lösslehm eine Mächtigkeit von 70 cm, so werden die darunter liegenden Ausgangssubstrate zur Standortklassifikation herangezogen. Dies sind im Untersuchungsgebiet ebenfalls Fließerden, die allerdings aus älteren Substraten ohne Lösseinfluss bestehen. Das Ausgangsmaterial für diese Standorte sind basenreiche Vulkangesteine wie vor allem Basalt oder auch tertiäre Sande, Kiese und Tone.

Bodentypen

Die charakteristischen Bodentypen im Untersuchungsgebiet sind vor allem Parabraunerden und Braunerden. Von geringerer Bedeutung sind Pseudogleye und über tertiärem Ton ausgebildete Pelosole.

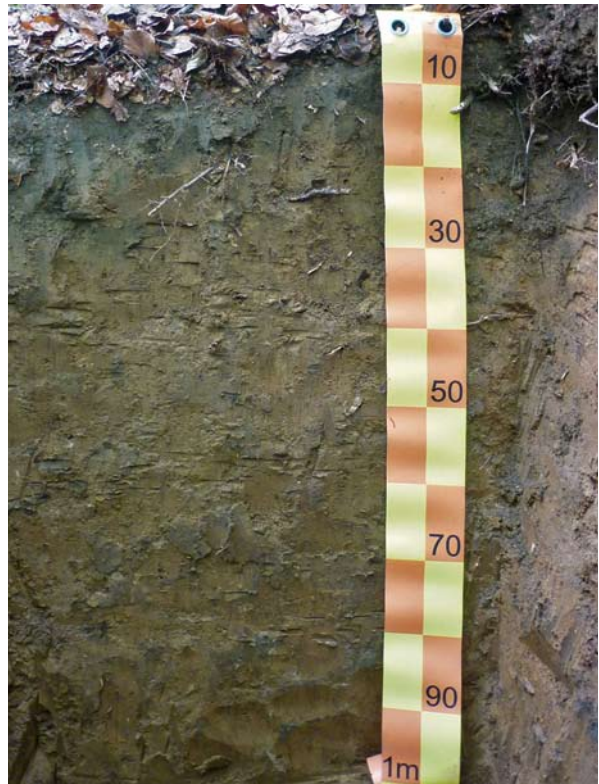
Entsprechend der häufig tiefgründigen Lösslehmüberlagerung bilden Parabraunerden den häufigsten Bodentyp im Untersuchungsgebiet. Sie kommen im Totalreservat an 72 % und in der Vergleichsfläche an 65 % aller Bohrpunkte vor.

Parabraunerden weisen einen Tonverlagerungshorizont über einem Tonanreicherungshorizont auf. Wenn kalkhaltiger Löss vorkommt, tritt dieser unterhalb der Tonanreicherungshorizonte auf.

Braunerden als Hauptbodentyp wurden seltener kartiert als Parabraunerden. Sie sind im Totalreservat an 20 % und in der Vergleichsfläche an 35 % der Bohrpunkte zu finden. Braunerden weisen einen Verbraunungs-Horizont auf, dessen braune Farbe sich durch die Verwitterung intensiv gefärbter Eisenverbindungen erklären lässt.

Ein durch Staunässe gekennzeichnete Pseudogley-Boden kommt nur als Übergangsform zur Parabraunerde an 8 % der Probestellen im Totalreservat vor und wird dann als Parabraunerde-Pseudogley bezeichnet. Eine im Profil erkennbare Marmorierung als typisches Merkmal einer Pseudovergleyung

tritt jedoch deutlich häufiger auf, nämlich im Totalreservat an 40 % und in der Vergleichsfläche an 35 % der Bohrpunkte. Die Pseudovergleyung wird im Untersuchungsgebiet begünstigt durch eine häufig auftretende Unterlagerung mit stärker tonhaltigen Horizonten bzw. mit tertiären Tonen. Pflanzenphysiologisch schränkt die Pseudovergleyung im Untersuchungsgebiet aber das Wachstum der Hauptbaumart Rot-Buche nicht ein.



Tiefgründiger Lösslehmaufschluss in einer Parabraunerde mit einem noch intensiv verbrauchten Tonverlagerungshorizont (Al-Horizont, Hauptlage bis 50 cm) über einem tonig-lehmigen Tonanreicherungshorizont (Bt-Horizont, Mittellage). Die Standortsbedingungen sind eutroph und nachhaltig frisch. Ab 130 cm Bodentiefe steht noch primär kalkhaltiger Löss an, der über Bohrungen nachgewiesen wurde.

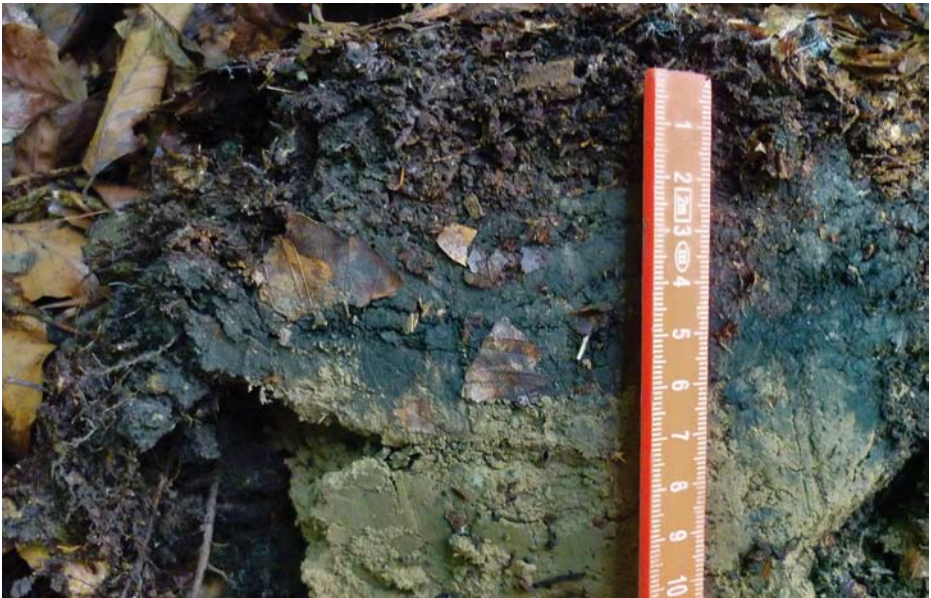
Tonböden (Pelosole) kommen ebenfalls ausschließlich als Subtyp (Pelosol-Braunerde, Pelosol-Parabraunerde oder Pelosol-Pseudogley-Parabraunerde) vor. Dies ist regelmäßig (Totalreservat 20 %, Vergleichsfläche 13 % der Bohrpunkte) bei einer Überlagerung aus lösslehmreichen Hauptlagen über tertiärem Ton der Fall.

Humusformen

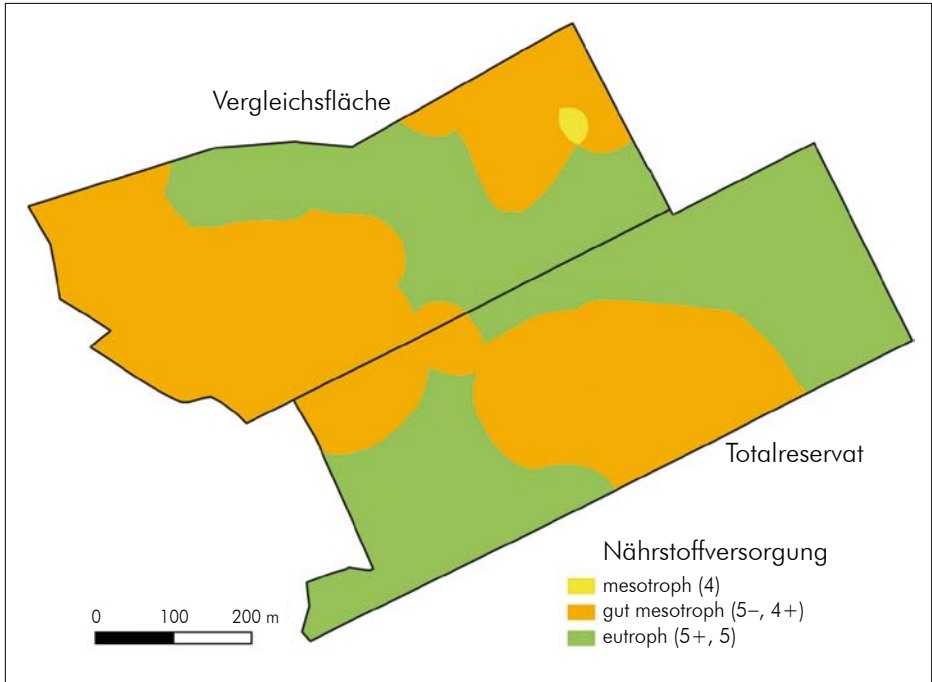
Unter Humus verstehen wir die Gesamtheit aller von abgestorbenen Pflanzen- und Tiersubstanzen abstammenden organischen Stoffe auf und in Waldböden. Er ist stetigem Ab-, Um- und Aufbau unterworfen und bildet so morphologisch definierte Humusformen, die als Mull, Moder oder Rohhumus bezeichnet werden. An allen 37 Rasterpunkten im Untersuchungsgebiet wurden mit Hilfe von Stechrahmen, Wurzelbohrern und Spatenausstichen die

Humusformen abgeleitet. Die dominierende Humusform im Untersuchungsgebiet ist der F-Mull. Im F-Mull bildet sich zwischen den frisch abgefallenen Blättern, der L-Lage, und dem oberen humosen Mineralboden ein Vermoderungshorizont. Dieser wird als F-Lage bezeichnet und enthält typischerweise gut erkennbare Blattreste sowie humoses Feinmaterial. Ein F-Mull ist im Totalreservat an 79 % und in der Vergleichsfläche an 56 % der Rasterpunkte gefunden worden.

Die zweite, noch relativ häufig vorkommende Humusform ist der mullartige Moder. Bei dieser Humusform bildet sich unter der L- und F-Lage eine geringmächtige, filmartig auf dem Mineralboden aufliegende Oh-Lage aus, die vorwiegend aus organischer Feinsubstanz besteht und meist tief braun-schwarz ist. Der mullartige Moder tritt im Totalreservat an 21 % und in der Vergleichsfläche an 39 % der Ras-



Humusaufschluss, der den zur basenreichen verbräunten Parabraunerde gehörenden F-Mull als Humusform zeigt



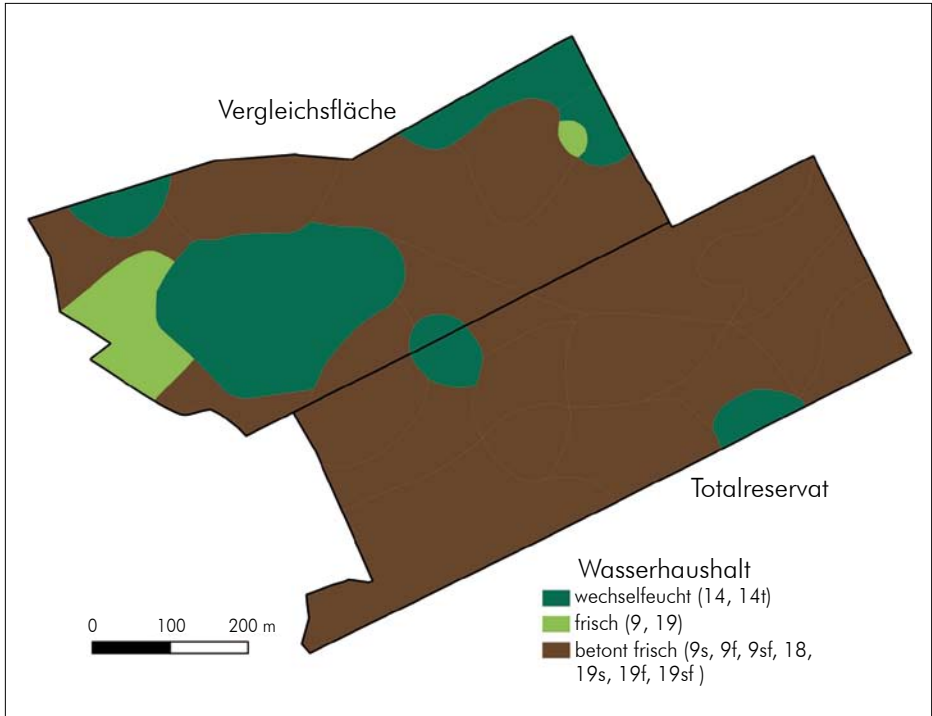
Nährstoffversorgung im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“

terpunkte auf. An nur einem Rasterpunkt der Vergleichsfläche wurde ein typischer Moder vorgefunden; hier hat sich bereits eine Oh-Lage von mindestens einem halben Zentimeter flächenhaft ausgebildet.

Nährstoffversorgung und Wasserhaushalt

Die Nährstoffversorgung ist für das Naturwaldreservat insgesamt zu 48 % als „eutroph“, also gut nährstoffversorgt und auf 52 % der Fläche als „gut mesotroph“, also mittel bis gut nährstoffversorgt einzustufen. Das Totalreservat und die Vergleichsfläche unterscheiden sich nur geringfügig in der Verteilung der Nährstoffeinschätzung: Im Totalreservat überwiegen eutrophe Standorte mit 59 %

der Fläche, in der Vergleichsfläche die gut mesotrophen Standorte mit 64 %. Dieser Befund korrespondiert mit der Substratverteilung. Basenreiche Vulkanite, die zu einer stärker eutrophen Einschätzung führen, kommen als Ausgangsgesteine schwerpunktmäßig im Südwesten des Totalreservates vor, während tertiäre Sande bzw. Kiese, die vergleichsweise schwächer aber durchaus „noch“ als gut mesotroph eingeschätzt werden, verstärkt in der Vergleichsfläche vorgefunden wurden. „Eutroph +“ als höchste kartierte Einstufung der Nährstoffversorgung wurde nur beim Vorkommen von kalkhaltigem Löss im Unterboden ausgewiesen. Dies tritt im Totalreservat auf 48 % und in der Vergleichsfläche auf 36 % der jeweiligen Fläche auf. Die einzige mesotrophe, also



Wasserhaushalt im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“

mittlere Einschätzung der Nährstoffversorgung kennzeichnet einen Sonderstandort. Es handelt sich um eine Abbaufäche von Sand in der Vergleichsfläche.

Bezüglich des Wasserhaushaltes nehmen sowohl im Totalreservat (96 %) als auch auf der Vergleichsfläche (56 %) betont frische Standorte den größten Flächenanteil ein. Auf 36 % der Vergleichsfläche finden sich wechselfeuchte Böden, die im Totalreservat mit 4 % Flächenanteilen eher selten sind. Werden jedoch zusätzlich Merkmale der Pseudovergleyung mit berücksichtigt, dann sind die Unterschiede zwischen dem Totalreservat und der Vergleichsfläche nicht mehr so gravierend. In der Vergleichsfläche weisen insgesamt 57 %, im Totalreservat 36 % der Bohr-

punkte Pseudogley-Merkmale auf. In der Vergleichsfläche treten tertiäre Sande und Kiese an 8 % oberflächennah auf und führen zu einer Verringerung der nutzbaren Feldkapazität und zu einer Wasserhaushaltseinschätzung als frisch.

Vergleichsfläche und Totalreservat unterscheiden sich in Bezug auf Standortsbeeinträchtigungen infolge von Befahren mit Holzerntemaschinen. So weisen in der Vergleichsfläche 87 % der Bohrpunkte Merkmale solcher Beeinträchtigungen auf, während im Totalreservat nur vereinzelt Spuren einer früheren Befahrung gefunden wurden.

In Bezug auf die Wuchsleistung der Baumarten sind die beschriebenen Böden als Hochleistungsstandorte einzustufen.

Fledermäuse

Das „Waldgebiet östlich Oppershofen“ und die „Niddahänge östlich Rudingshain“ waren 2002 die ersten hessischen Naturwaldreservate, die fledermauskundlich untersucht wurden. Heute erlaubt die automatische akustische Erfassung mit sogenannten Batcordern eine höhere zeitliche Intensität und eine eindeutigere Zuordnung der nachgewiesenen Arten zu bestimmten Teilflächen mit ihren charakteristischen Waldstrukturen. Die bei der Erstuntersuchung nachgewiesene Artenzahl für das Naturwaldreservat bei Oppershofen ist somit als Mindestanzahl zu verstehen.

Mit seinen zum Teil mächtigen Buchen und aufgrund der klimatischen Gunstlage weist das Waldgebiet östlich Oppershofen einige für Fledermäuse sehr wichtige Merkmale auf. Wo es warm ist, entwickeln sich höhere Insektenichten. Zudem können die Fledermäuse bereits im zeitigen Frühjahr ihre Jagdflüge unternehmen, wenn es in den höheren Mittelgebirgslagen noch kalt ist. Die Folge des Insektenreichtums ist, dass sich in den wärmeren Tieflandwäldern Hessens oftmals mehr Fledermausarten und auch mehr Fledermauskolonien finden lassen. Umgekehrt nehmen mit zunehmender Höhenlage und dem damit verbundenen strengeren Klima die Artendiversität und die Dichte an Fleder-

mäusen ab. Dies zeigen die Untersuchungen aus mittlerweile 14 bearbeiteten Naturwaldreservaten in Hessen.

Die in den alten Buchen ausgebildeten Baumhöhlen sind ein wesentliches Lebensraumrequisit für Fledermäuse in Wäldern. Im „Waldgebiet östlich Oppershofen“ findet man im Totalreservat 8,2 Baumhöhlen pro Hektar; in der bewirtschafteten Vergleichsfläche ist deren Anzahl mit 4,9 deutlich niedriger. Dies ist erklärbar, da in unbewirtschafteten Waldflächen die Anzahl von Bäumen mit Höhlen über die Zeit allmählich ansteigt.

In dem vertikal wie horizontal vielfältig strukturierten Naturwaldreservat sind sehr unterschiedliche räumliche Nischen gegeben, in denen wiederum unterschied-



Bechsteinfledermäuse im Quartier. Die Bechsteinfledermaus ist eine Indikatorart für alte Laubmischwälder.

liche Fledermausarten Jagdgebiete finden, ohne sich gegenseitig Konkurrenz zu machen. In der vergleichsweise kleinen Fläche des Naturwaldreservats konnten neun Fledermausarten gefunden werden, die hier allnächtlich in hoher Intensität ihre Beutetiere fangen.

Eine typische Baum bewohnende Fledermausart im Naturwaldreservat bei Oppershofen ist die Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteinii*). Sie ist wie keine andere Fledermausart in Hessen an geschlossene und alte Laubmischwälder gebunden. Bechsteinfledermäuse suchen

vor allem Spechthöhlen auf, in denen sich bis zu 70 Weibchen zur gemeinsamen Jungenaufzucht zusammenfinden können. Bechsteinfledermäuse suchen und fangen ihre Beute sehr variabel, wobei sie vom Waldboden bis zur Baumkrone unterschiedlichste Fangstrategien anwenden. Entsprechend verlassen sie den Wald für ihre Nahrungsflüge selten und wenn, dann suchen sie nur benachbarte Streuobstwiesen auf.

Vergleichbar groß und auf den ersten Blick der Bechsteinfledermaus nicht unähnlich sind die Fransenfledermaus (*Myotis nat-*



Die enge Verzahnung alter Buchen mit hoher Baumhöhlendichte und die Klimagunst der Tieflagen bieten im Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ ideale Lebensbedingungen für eine hohe Fledermausvielfalt.



Die Fransenfledermaus kann in dichter Vegetation Beute erjagen.

tereri) und das Braune Langohr (*Plecotus auritus*). Beide Fledermausarten suchen ebenfalls Baumhöhlen auf, allerdings sind sie häufiger als die Bechsteinfledermaus in engen Spalten oder Astabbrüchen zu finden. Die Fransenfledermaus ist ein ausgewiesener Spinnenjäger. Sie fängt Weberknechte auf dem Waldboden und über Wiesen erbeutet sie sogar Spinnen aus ihren Netzen. Manchmal jagt sie auch in offenen walddahen Kuhställen, wo sie Fliegen von der Decke sammelt. Das Braune Langohr dagegen hat sich auf Nachtfalter spezialisiert. Diese werden im Flug erbeutet oder auch als Raupe von der Blattoberfläche abgesammelt. Die Langohren hören dabei die Krabbelgeräusche ihrer Beutetiere, was angesichts der großen Trichterohren nicht verwundert. Weitere in Baumhöhlen ruhende Fledermausarten, sind der Abendsegler und der Kleine Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N.*

leisleri). Sie sind äußerlich und in ihrem Flugbild sehr ähnlich, allerdings ist der Abendsegler deutlich größer und leichter zu beobachten. Er fliegt bereits in der frühen Abenddämmerung aus und ist dabei manchmal noch mit Schwalben und Mauerseglern anzutreffen. Der Abendsegler ist die einzige hessische Fledermausart, die auch obligatorisch in Baumhöhlen überwintert. Dabei bildet er Koloniegrößen von mehreren hundert Tieren.

Mit dem Großen Mausohr (*Myotis myotis*) sucht die größte in Hessen vorkommende Fledermausart im

Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ nach Nahrung. Mit 40 cm Flügelspannweite fliegt sie in langsamem Flug und in geringer Höhe über den Waldboden, um die am Boden laufenden Laufkäfer zu erbeuten. Buchenhallenwälder mit vegetationsarmen Böden sind typische Nahrungshabitate für diesen Bodenjäger. Am Tage leben Mausohren vor allem in geräumigen Dachböden, wo sie ihre Jungen großziehen. Nur zur Paarung zieht es die Weibchen in den Wald, wo Männchen Baumhöhlen besetzt halten und im Spätsommer auf die Weibchen warten.

Den allermeisten bekannt ist die kaum daumengroße Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), die in Dörfern um das Naturwaldreservat hinter Holz- und Schieferverkleidungen den Tag verbringt und des Nachts in die Wälder ausschwärmt, um vor allem unterschiedlichste Mücken und kleine Nachtfalter zu fangen.



Ausblick

Das Naturwaldreservat „Waldgebiet östlich Oppershofen“ liegt in der Wetterau, einem seit der Jungsteinzeit intensiv ackerbaulich genutzten und daher für hessische Verhältnisse außergewöhnlich waldarmen Naturraum. Auch das Naturwaldreservat selbst unterlag einer Ackernutzung, die aber sehr wahrscheinlich schon im Mittelalter nicht mehr bestand. Jahrhundertlang war das Gebiet in der Folgezeit Teil des Rockenberg-Oppershofer Markwaldes, dessen Nutzung in Markordnungen sehr detailliert geregelt wurde, sodass ihre Nachhaltigkeit gewährleistet war. Wohl deshalb und auch aufgrund der günstigen Standortbedingungen werden die Waldbestände im Bereich des heutigen Naturwaldreservats schon in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts als schöne und vorratsreiche Buchenhochwälder beschrieben.

Heute gehören die Buchenbestände des Totalreservats mit Holzvorräten von mehr als 700 Festmetern pro Hektar und Baumhöhen von über 40 Metern zu den wüchsigsten und vorratsreichsten in Hessen. Mischbaumarten wie die Trauben-Eiche spielen keine große Rolle, haben in ihren Anteilen abgenommen und werden aufgrund der großen Konkurrenzkraft der Buche voraussichtlich auch zukünftig weiter abnehmen. Dass die seit mehreren Jahren zu beobachtenden Klimaveränderungen, die sich unter anderem in einer Häufung warm-trockener Sommer ausdrücken, hieran etwas ändern könnten, ist zumindest bis zum Jahr 2015 nicht erkennbar. Die Erfassung der Waldstruktur sowie ihrer Veränderungen seit 1988 ist, besonders im Kontext weiterer Erhebungen wie der Vegetationsaufnahme und der standortkundlichen Feinkartierung, eine belastbare Grundlage, mit deren Hilfe Veränderungen der Waldbestände dokumentiert und analysiert werden können. Nur auf der Grundlage solcher Zeitreihen ist eine objektive Abschätzung der Konkurrenz zwischen den Baumarten in unbewirtschafteten wie auch in bewirtschafteten Buchenwäldern unter sich wandelnden Umweltbedingungen möglich.

Weiterführende Literatur

- Bullmann, E. (1986): 175 Jahre Forstamt Butzbach. Geschichte des hessischen Forstamtes Butzbach. Nidda. 192 S.
- Dietz, M. (2007): Ergebnisse fledermauskundlicher Untersuchungen in hessischen Naturwaldreservaten. Naturwaldreservate in Hessen 10: 1-70.
- Gesser, J. J. (1950): Rockenberg. Ein Wetterauer Dorf im Spiegel der Geschichte 1150-1950. Ein Heimatbuch zur 800-Jahrfeier. Rockenberg. 364 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 HessenForst, Bertha von Suttner-Str. 3, 34131 Kassel, <http://www.hessen-forst.de>

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

Text: Dr. Markus Dietz, Dr. Jan Evers, Thomas Hövelmann, Dr. Peter Meyer, Dr. Uwe Paar, Torsten Schilling, Dr. Marcus Schmidt

Karten: Dr. Marcus Schmidt (NW-FVA)

Layout: Etta Paar (NW-FVA)

Druck: Printec Offset, Kassel

Bildnachweis: Grossherzogliches Ministerium der Finanzen, Abteilung für Forst- und Cameralverwaltung, Darmstadt: S. 10; Bedarff: S. 1, 21, 22, 34; Dietz: S. 31; Evers: S. 2, 3, 20; Hölzer: S. 27, 28; König: S. 33, 36m; Schmidt: S. 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 23, 32, 36o, 36 2. vo, 36 2. vu, 36u

ISSN 2191-107X

Kartengrundlage: Top. Karte 1:25.000 Nr. 5518 © HLBG

Göttingen, November 2019

Umschlagvorderseite: Kleines Immergrün

Umschlagrückseite: (von oben nach unten): Wald-Sauerklee, Große Sternmiere (Stellaria holostea), Bechsteinfledermaus, Kriechender Günsel (Ajuga reptans), Trauben-Eiche

