

Schutzwald und
Naturwaldreservate



Das Naturwaldreservat Warmbad

GEORG FRANK
HERFRIED STEINER
SEBASTIAN LIPP
JANINE OETTEL

Inhalt

Das Naturwaldreservate-Programm	3
Grundlagen	3
Betreuung	4
Forschung	4
Methodik	5
Winkelzählprobe	5
Fixer Probekreis (300 m ²)	6
Verjüngung und Verbiss	7
Bodenvegetation	8
Totholz	8
Stabilität	10
Das Naturwaldreservat Warmbad	11
Geologie und Standort	14
Waldgesellschaften	15
Bestandesstruktur	23
Waldentwicklung	26
Totholz	28
Verjüngung und Verbiss	31
Stabilität	35
Zusammenfassung	39
Literatur	41
Anhang	42

Das Naturwaldreservate-Programm

Grundlagen

Im Jahr 1995 wurde das Österreichische Naturwaldreservate-Programm gestartet. Anlass waren die Resolutionen der Ministerkonferenz zum Schutze des Waldes in Europa (MCPFE, heute Forest Europe) 1993 in Helsinki. Durch die Resolution H2 verpflichteten sich die Forst- und Umweltminister zum Ausbau eines zusammenhängenden, für alle Waldtypen repräsentativen Netzes von Waldschutzgebieten.

Eine weitere Grundlage des Programmes ist die Alpenkonvention. Im Gegensatz zur politischen Absichtserklärung der MCPFE beinhaltet das Protokoll Bergwald der Alpenkonvention eine gesetzliche Verpflichtung zur Einrichtung von Naturwaldreservaten (NWR), allerdings sehr unbestimmt mit „in ausreichender Größe und Anzahl“.

Die Umsetzung des NWR-Programmes erfolgt auf Basis eines Rahmenkonzeptes. Dessen wesentlicher Inhalt definiert als Ziel, alle in Österreich vorkommenden Waldgesellschaften, differenziert nach Wuchsgebieten, in das Programm zu integrieren. Drei gleichrangige Intentionen werden im Rahmenkonzept berücksichtigt: der Beitrag zur Erhaltung biologischer Vielfalt, Monitoring und Forschung, sowie die Nutzung als Bildungsobjekte. Die Vorgehensweise von Flächenauswahl, Einrichtung und der weiteren Betreuung werden festgelegt.

Vertragsgrundsätze

Freiwilligkeit

Jeder Vertragsabschluss erfolgt nur auf ausdrücklichen Wunsch des Waldeigentümers.

Vertragsnaturschutz

Der Waldeigentümer verzichtet auf die forstliche Nutzung seiner Waldfläche und erhält dafür ein jährliches Entgelt.

Langfristigkeit

Die Verträge wurden auf 20 Jahre angelegt. Der Bund hat eine Option auf Weiterverlängerung.

Ausstiegsmöglichkeiten

Unter bestimmten Bedingungen kann der Waldeigentümer auch vorzeitig aus dem Vertrag aussteigen.

Jährliches Entgelt

Entrichtung eines jährlichen Entgelts nach vereinbarten Regeln.

Betreuung

Mit aktuell 8403 Hektar (Stand: 2017) Gesamtfläche hat das NWR-Netz durchaus die Größe eines Nationalparks. Allerdings ist der Aufwand für die notwendige regelmäßige Betreuung der 195 Einzelflächen aufgrund vieler Grenzlinien, einer Vielzahl an Eigentümern und Ansprechpartnern, und nicht zuletzt der Verteilung über das gesamte Bundesgebiet ungleich höher. Notwendige Tätigkeiten sind: Aufrechterhaltung der Personenkontakte, Sicherung der Grenzen und Wartung der verorteten Probeflächen, Beurteilung von Verbissbelastung und Abschätzung der Gefahr von Insektengradationen. Besonders in letzterem Fall ist die rasche Einbeziehung der Behörde unumgänglich. Zentralen Stellenwert haben das Gespräch und die Beratung des Waldeigentümers, der in die Betreuung eingebunden ist.

Forschung

Im Zuge des Forschungsprojekts „Biodiversitätsmonitoring für Bildungszwecke in Naturwaldreservaten (Bio/MonNWR)“ werden seit 2013 systematisch Wiederholungsaufnahmen in den Naturwaldreservaten durchgeführt. Das Probeflächennetz ist eine wichtige Referenz zur Erforschung der Waldentwicklung. Ein standardisiertes Aufnahmeverfahren ermöglicht eine langfristige Dokumentation der Bestandesentwicklung, von Verjüngung und Wildverbiss, sowie des Tothholzangebotes. Es können nicht nur die aktuellen Vorräte erhoben, sondern auch Aussagen über die Mortalitätsraten und den Zuwachs getroffen werden. Sämtliche



bisher wiederholten Aufnahmen zeigen, dass sich die Reservate hinsichtlich ihres Vorrates in einer Aufbauphase befinden. Der Zuwachs an Holzmasse ist in allen untersuchten Naturwaldreservaten (NWR) bedeutend höher als die Menge an absterbendem Holz im selben Zeitraum. Allerdings sind für eine quantitative Erfassung solcher Trends langfristige Zeitreihen vonnöten. Eine Anwendung der Methodik erfolgt über die Pilotphase hinaus, um wichtige Informationen z.B. über das Tothholzangebot und die Mortalitätsraten der einzelnen Waldgesellschaften zu erlangen. Nicht ein einzelnes Reservat, sondern die Waldgesellschaft stellt die Auswertungseinheit dar.



Methodik

Im Zuge der Einrichtung des Naturwaldreservates wurde 1999 bis 2001 eine Erstaufnahme der Waldbestände durchgeführt. Diese erfolgte im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft durch das Institut für Ökologie (E.C.O.) in Kooperation mit der Forstagentur Herzog. Mit Hilfe eines systematisch angelegten Rasternetzes wurden Stichprobenpunkte eingerichtet, dauerhaft vermarktet und farblich gekennzeichnet, um die Wiederauffindbarkeit zu gewährleisten.

Winkelzählprobe

Auf jeder Stichprobe wurde im Rahmen der Ersterhebung eine Winkelzählprobe (Zählbreite 4) durchgeführt. Diese diente als Grundlage für die Entgeltmittlung der Ausgleichszahlung für den Bewirt-

schaftungsverzicht. Eine erste Wiederholungsaufnahme ermöglicht es nun Veränderungen in Bezug auf Durchmesser- und Höhenzuwachs sowie Ausfall und Einwuchs zu untersuchen. Die Zeitreihe ermöglicht die Dokumentation dynamischer Bestandesmerkmale zwischen Erstaufnahme und Wiederholungsaufnahme. In erster Linie können mittels dieser Methode wertvolle Informationen in Bezug auf Stammzahl-, Grundflächen- und Vorratsänderung ermittelt werden, weiterhin sind Aussagen über Zuwachs und Mortalität möglich.

Für eine detaillierte Erfassung der Bestandesstruktur werden neben der Wiederholung der Winkelzählproben zusätzliche Erhebungen (300 m²-Probekreise, Totholzaufnahmen und Verjüngungsprobeflächen) durchgeführt.

Fixer Probekreis (300 m²)

Als flächenbezogenes Stichprobenverfahren eignet sich der 300 m² Probekreis besonders für Analysen der Bestandesstruktur und hier besonders für die jungen Bestandesglieder. Damit liefert dieses Stichprobensystem wichtige Daten für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung.

Der Zentrumspunkt der Probekreise ist äquivalent zu jenem der Winkelzählprobe. Es werden alle Baumindividuen höher als 1,3 m erfasst. Jene mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von weniger als 5 cm werden nur quantitativ erhoben, für diejenigen mit einem BHD von 5 – 10 cm wird der BHD gemessen. Für alle Bäume mit BHD größer als 10 cm werden auch die Polarkoordinaten erfasst.



Verjüngung und Verbiss

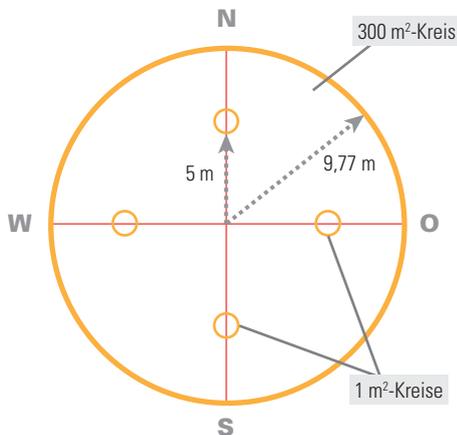
In der Verjüngung wird nicht nur der Grundstein für die weitere Bestandesentwicklung gelegt, auch finden hier die stärksten Ausleseprozesse statt. In dieser äußerst sensiblen Schicht laufen Entwicklungen ab, die von sehr unterschiedlichen Faktoren gesteuert werden. Samen- und Mastjahre, Witterungsextreme, Konkurrenz mit der Krautschicht um Licht und Wasser und nicht zuletzt der Verbiss durch Schalenwild sind einige der wesentlichen Einflussgrößen. In keiner anderen Schicht sind natürliche Prozesse in kürzeren Zeitintervallen zu beobachten.

Zur Erhebung wesentlicher Parameter wird auf vier je 1 m² großen kreisförmigen Probeflächen die Verjüngung vom Keimlingsstadium bis 130 cm Höhe erfasst. Baumart, Höhenklasse (in 10 cm-Stufen) und Verbissgrad (4 Schadensklassen; siehe Abbildung 1) werden bestimmt. Für eine Ansprache der aktuellen Verbiss-Situation wird der letztjährige Trieb auf Schäden hin untersucht.

Schadensklassen	Leittrieb	Seitentrieb
0	unverbissen	unverbissen
1	unverbissen	verbissen
2	verbissen	unverbissen
3	verbissen	verbissen

Abbildung 1:
Schadensklassen zur
Bestimmung des Verbiss-
grades der Verjüngung

Verjüngungs- und Verbisserhebung



Bodenvegetation

Die größte Diversität an höheren Pflanzen ist in der Krautschicht zu finden, auch werden Standortfaktoren sehr gut wiedergegeben. Auf den Probeflächen der Verjüngungserhebung wird die Bodenbedeckung nach Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten geschätzt, wobei die Gefäßpflanzen nach Baumarten, Sträuchern, Gräsern, Kräutern und Farnen differenziert werden. Um die Mikrostandorte auch im Bezug auf die Verjüngungssituation darstellen zu

Abbildung 2:
Schematische Darstellung
zur Erfassung von Ver-
jüngung und Vegetation

können wird die Bodenbedeckung im Hinblick auf offenen Boden, Fels, Streu, Tot- und Lebendholz angesprochen.

Totholz

Als Lebensraum für viele seltene Organismen, stellt Totholz eine Schlüsselposition im Wald dar. Diese sogenannten Xylobionten besitzen oft sehr spezifische Anforderungen an Art, Dimension, Zersetzungsgrad und Feuchtigkeitsgehalt des Totholzes, womit Naturwaldreservate mit hohen Totholz mengen prädestiniert für den Schutz dieser Arten sind. Eine differenzierte Totholzerhebung gehört damit zum Kern ökologisch orientierter Waldinventuren.

Es wird zwischen stehendem und liegendem Totholz unterschieden. Stehende Totholzelemente unter 1,3 m Höhe werden als Stöcke und Stümpfe erfasst. Die Erhebungsschwelle liegt bei einem Durchmesser von 10 cm. Stehendes Totholz wird flächig (300 m²), liegendes auf Transekten erhoben. Entlang von vier Linien (je 10 m) werden die Durchmesser der liegenden Elemente gemessen (siehe Abbildung 3).

Neben der Bestimmung der Baumart der Totholzelemente erfolgt eine Ansprache des Zersetzungsgrades. Grundlage hierfür bildet die Klassifizierung des Schweizer Landesforstinventars (Keller, 2013) mit einer fünf-stufigen Bewertungsskala zwischen frisch abgestorbenen (Zersetzungsgrad 1) und sehr stark zersetzt bzw. bereits im Zerfall befindlichen Elementen (Zersetzungsgrad 5).

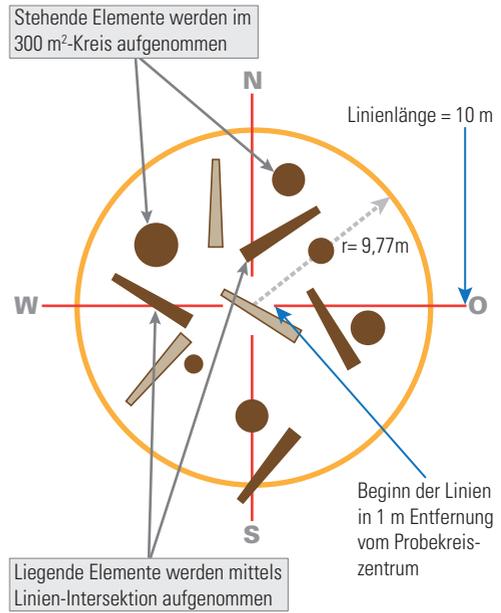


Abbildung 3: Schematische Darstellung zur Erfassung von liegendem und stehendem Totholz

Zersetzungsgrad	Bewertung
ZG 1	Frisch tot
ZG 2	Beginnende Zersetzung
ZG 3	Fortgeschrittene Zersetzung
ZG 4	Stark zersetzt
ZG 5	Sehr stark zersetzt

Abbildung 4: Zersetzungsgrade nach Schweizer Forstinventar (Keller, 2013)

Stabilität

Die Entwicklung in den Naturwaldreservaten erfolgt weitestgehend ohne anthropogenen Einfluss, daher ist eine Untersuchung der Gesamtstabilität der Bestände ohne Eingriffe interessant. Hierfür werden für alle Probestämme der WZP diverse Parameter in Bezug auf Stabilität erhoben. Dazu zählen u.a. Schiefstand, Kronenform und Schädigungen. Mayer (1991) weist diese Kriterien als stabilitätsweisend aus. Die oben genannten Kriterien werden gutachterlich angesprochen. Die Symmetrie der Krone wird für die Einschätzung der Kronenform und die Neigung der Stammachse als Einschätzung des Schiefstands verwendet. Ergänzend wird der Schweregrad biotischer oder abiotischer Schädigung angesprochen. Je Befundeinheit (Waldgesellschaft) erfolgt eine baumartenspezifische Auswertung.

Abbildung 5:
Übersicht der Kriterien
zur Beurteilung der
Stabilität

Kriterien	1	2	3	4	5
Kronenform	symmetrisch	➔	➔	➔	asymmetrisch
Schiefstand	gerade	leicht geneigt	stark geneigt	wurfgefährdet	Säbelwuchs
Schäden	keine	abiotisch leicht	biotisch leicht	abiotisch stark	biotisch stark

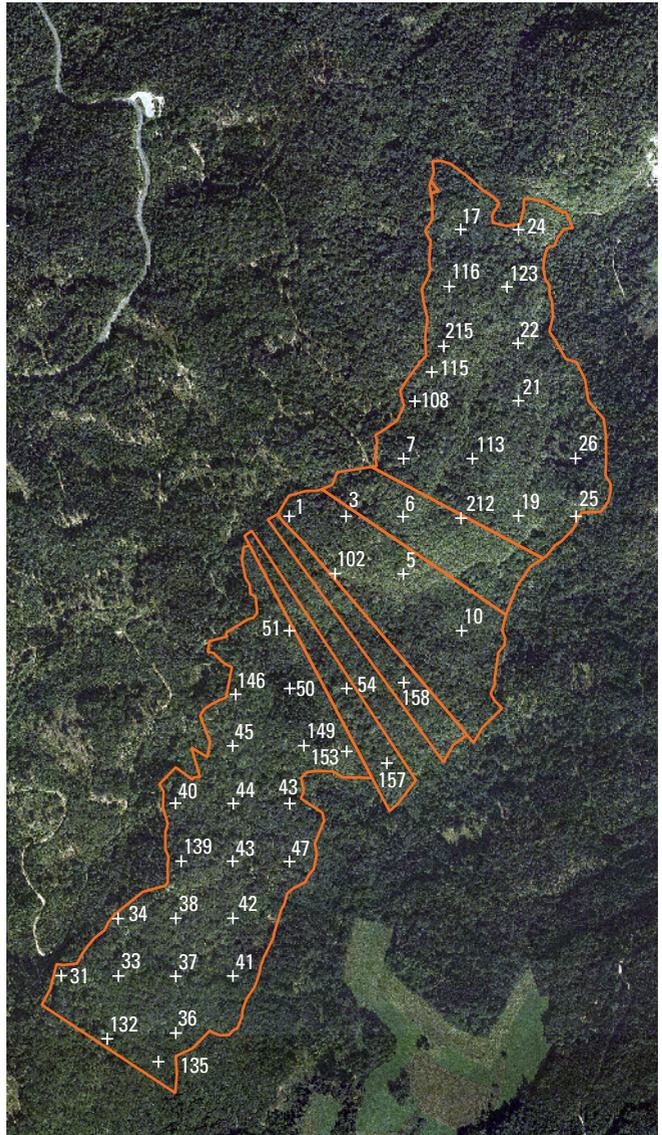
Das Naturwaldreservat Warmbad

Das Naturwaldreservat (NWR) Warmbad befindet sich am Stadtrand von Villach, nahe dem Kurgelbiet Warmbad – somit quasi in der Auslage. Besondere Vorkommnisse, wie Borkenkäferbefall können vom Stadtgebiet aus wahrgenommen werden. Das NWR nimmt einen großen Teil des Ost-Abfalls des Dobratsch ein. Dieses Gebiet ist nicht durch Forststraßen zerschnitten, es wird nur durch alte Saumpfade und kaum benützte Jagdsteige erschlossen. Das NWR ist Teil eines Ensembles von mehreren Naturwaldreservaten, welche den Großteil der am Dobratsch vorkommenden Waldgesellschaften abdecken. Das Naturwaldreservat Warmbad selbst besteht aus mehreren Teilflächen, die administrativ und verrechnungstechnisch unabhängig geführt werden, weil sie verschiedenen Eigentümern zuzuordnen sind. Insgesamt ergibt sich dafür eine Gesamtfläche von 50,87 ha.

Das NWR liegt am Rande des Wuchsgebietes 6.2. Klagenfurter Becken, zählt aber zum Wuchsgebiet 6.1. Südliches Randgebirge und kann dem Übergang der submontanen zur tiefmontanen Waldhöhenstufe zugeordnet werden. Die Niederschlagsverteilung ist illyrisch geprägt, mit charakteristischen Starkniederschlägen im Frühjahr und Herbst. Sommerliche Trockenperioden sind häufig (Kilian et al., 1994).

Bereits Mitte der 1990er Jahre, also in der Startphase des Österreichischen Naturwaldreservate-Programmes, wurde sichtbar, dass es am Ost-Abfall des untersten Dobratsch-Plateaus, am Hangbereich oberhalb des

Abbildung 6:
 Orthofoto mit Stich-
 probennetz des NWR
 Warmbad. Das Natur-
 waldreservat besteht aus
 6 Teilflächen ver-
 schiedener Eigentümer.



Legende: Naturwaldreservate +³⁷ Winkelzählproben

Naherholungsgebietes Napoleonswiese – Warmbad zu Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung kam. Mehrere extreme Trockenjahre hatten zu einer ersten Welle des Ausfalls der Fichte auf seichtgründigen Standorten geführt. Auch war bekannt, dass sich auf den steilen Felshängen wärmeliebende Waldgesellschaften mit submediterranelem Charakter befinden. Das NWR beinhaltet mit dem Hopfenbuchen-Buchenwald (*Ostryo-Fagetum*) und noch mehr mit dem Hopfenbuchenwald-Mannaeschenwald (*Erico-Ostryetum*) vom mediterranen Klima geprägte Waldgesellschaften. Diese kommen im Süden Österreichs nur kleinflächig auf sehr trockenen Kalk-Standorten vor und können als nördlichste Vorposten einer weiter verbreiteten mediterranen Vegetation gesehen werden. Die Vermutung lag nahe, dass sich diese durch den Klimawandel und insbesondere den Ausfall der nicht standortsgemäßen Fichte in Zukunft ausdehnen würden.

In der Folge wurde 1997 seitens des Leiters des NWR-Programmes am Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) Dipl.-Ing. Dr. Georg Frank in enger Zusammenarbeit mit der Bezirksforstinspektion Villach (Dipl.-Ing. Peter Honsig-Erlenburg und Ing. Hugo Brandstätter) mit den Eigentümern Kontakt aufgenommen. Aufgrund der besonderen Besitzstruktur mit langgezogenen Grundstückspartellen mussten mehrere Vertragspartner gewonnen werden. Ein Grundeigentümer konnte trotz intensiver Bemühungen zu keinem Vertragsabschluss bewogen werden.

Die ersten Teilflächen des NWR wurden 1999 als Naturwaldreservate eingerichtet. Eine Erweiterung erfolgte 2001. In beiden Fällen erfolgte die vertragliche Sicherung auf der Grundlage eines Gutachtens einer

Arbeitsgemeinschaft der E.C.O. Institut für Ökologie GmbH und der Forstinventur Herzog. Seit der Vertragsunterzeichnung erfolgt die wissenschaftliche Betreuung und Bearbeitung durch das BFW. Dabei besteht eine enge fachliche Zusammenarbeit mit der Bezirksforstinspektion Villach. Die administrative und finanzielle Abwicklung wird durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft wahrgenommen.

Geologie und Standort

Das Gebiet des Naturwaldreservates Warmbad ist geologisch einheitlich aus Wettersteinkalk (Ladin) aufgebaut. In den meisten Bereichen wird der Untergrund von festem Gestein gebildet, das ausgesprochen reich an Karsterscheinungen wie zum Beispiel Höhlen oder Schächten ist. Nur am Hangfuß (insbesondere im Südteil) findet man bereits gefestigte Schutthalden, die in der Regel bereits eine reife Bodenentwicklung (Braunlehme) aufweisen.

Die Hauptexposition des Gebietes ist Ost bis Südost. Im Nordteil, wo sich ein markanter Felsabbruch durch die Reservatsfläche zieht, herrschen steile bis schroffe Hänge vor, dazwischen finden sich immer wieder Hangverebnungen mit tiefgründigeren Böden. Diese tiefgründigen Standorte findet man auch in den leichten Gräben und am Hangfuß unterhalb des Felsabbruches.

Waldgesellschaften

Die vegetationskundliche Bearbeitung der Naturwaldreservate erfolgte im Zuge der Ersteinrichtung durch das Institut für Ökologie (E.C.O.) Klagenfurt und die Forstagentur Herzog Hermagor. Diese bestand in der Anlage von 27 Vegetationsaufnahmen und einer flächenmäßigen Kartierung der nach Mucina et al. (1993) differenzierten Waldgesellschaften. Die syntaxonomischen Neuordnung der Waldgesellschaften Österreichs durch Willner & Grabherr (2007) wurde nun auch auf die vorliegenden Vegetationsdaten angewandt und führte zu den nachfolgend angeführten Waldgesellschaften.

Die Waldvegetation des NWR Warmbad differenziert sich deutlich entlang eines Standortgradienten, der im Wesentlichen durch die Wasserhaltekapazität des Bodens bestimmt wird. Die beiden Eckpunkte dieser Catena werden am bodenfrischen Ende durch einen relativ gut wüchsigen, geschlossenen Buchenwald und am mäßig trockenen Ende durch einen lockeren Buschwald aus Hopfenbuche und Mannaesche gebildet. Entlang des Standortgradienten kommt es somit in der Baumschicht zu einem weitgehenden Umbau in der Artenzusammensetzung. Eine entscheidende Rolle kommt dabei der Rot-

Abbildung 7:
Das Schwertblatt-Waldvögelein (*Cephalanthera longifolia*) bevorzugt basenreiche, nur mäßig frische und warme Standorte. Sein Vorkommen im Buchenwald belegt eine thermophil geprägte Gesellschaft.



Abbildung 8:
Dreiblatt-Windröschen
(*Anemone trifolia*) und
Andermennig (*Aremonia*
agrimonoides) (gelb
blühend) gelten aufgrund
ihrer südostalpinischen
bzw. illyrischen Ver-
breitung als wichtige
Differentialarten inner-
halb der Buchenwälder.



buche und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit zu. Erst dort, wo die sie aus diesem Grund ihre Konkurrenzkraft verliert, vermögen sich die Hopfenbuche und in besonderem Maße auch die lichtbedürftige Mannaesche zu etablieren. Unter Einbeziehung der Bodenpflanzen können nach pflanzensoziologischen Kriterien zwei natürliche Waldgesellschaften (Assoziationen) unterschieden werden:

Hopfenbuchen-Buchenwald

Ostryo-Fagetum (Wraber ex Trinajstić 1972)

Diese Gesellschaft ist durch dominantes oder subdominantes Vorkommen der Rotbuche geprägt. Regelmäßig beigemischt treten Hopfenbuche, Mehlbeere und örtlich auch Mannaesche auf. Aufgrund früherer forstlicher Bewirtschaftung ist ein örtlich sehr unterschiedlich hoher Fichtenanteil vorhanden.

Die gering deckende Krautschicht ist mit etwa 3 Arten/m² relativ artenarm. Bunt-Reitgras (*Calama-*



Abbildung 9:
Die Bodenvegetation konzentriert sich im Hopfenbuchen-Buchewald auf Kuppen und Rücken, wo das Kronendach und auch die Laubstreu weniger dicht sind. Die Moosvegetation bleibt aber auch dort auf Steine und Felsen beschränkt.

grostis varia), Weiß-Segge (*Carex alba*) und Rotbuchen-Verjüngung treten aspektbildend auf. Weitere stete Arten sind Finger-Segge (*Carex digitata*), Bergahorn, Wald-Habichtskraut (*Hieracium murorum*), Mauertattich (*Mycelis muralis*) und Vogelnestwurz (*Neottia nidus-avis*). Gegenüber dem Dreiblatt-Windröschenwald (*Anemone trifoliae*-Fagetum) der mittelmontanen Lagen sind für diese Gesellschaft vor allem wärmeliebende Arten wie Schwertblatt-Waldvögelein (*Cephalanthera longifolia*), Rotes Waldvögelein (*Ceph. rubra*), Wiesen-Wachtelweizen (*Melampyrum pratense*) und Schwalbenwurz (*Vincetoxicum hinrundinaria*) charakteristisch.

Die weite Spanne in der Wasserversorgung der betroffenen Standorte ermöglicht eine weitere pflanzensoziologische Differenzierung dieser Gesellschaft. So ist neben der „typischen“, relativ artenarmen Ausbildung eine bodentrockenere, artenreichere Ausbildung zu unterscheiden. Hier kommt eine Reihe trockenheitstoleranter Arten wie Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia*

Abbildung 10:
Aspektbildende Art des
Buchenwaldes ist die
Weiß-Segge (*Carex alba*).
Mit Hilfe ihres klonalen
Wachstums bildet sie
große Herden. Gleich-
zeitig umgeht sie so die
ungünstigen Keim-
bedingungen im
trockenen Buchenlaub.



cyparissias), Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), Ästige Zaunlilie (*Anthericum ramosum*), Schneeheide (*Erica carnea*) sowie Mehlbeere (*Sorbus aria*) vor. Die Hopfenbuche zeigt ebenfalls eine hohe Stetigkeit in dieser Ausbildung.

Das *Ostryo-Fagetum* kommt in Österreich ausschließlich in Kärnten vor (Willner & Grabherr 2007) und ist dort auf trockene Karbonathänge in sub- bis tiefmontaner Lagen beschränkt. Die Gesellschaft kann dem Natura 2000-Lebensraumtyp „Illyrische Rotbuchenwälder (91K0)“ angeschlossen werden.

Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte

Im Bereich des Hopfenbuchen-Buchenwaldes finden sich fichtendominierte Bestandesteile, die ein Überbleibsel früherer flächiger Nutzungen mit nachfolgender Fichtenaufforstung sind. Diese Bereiche wurden nicht kartiert und sind potenziell dem Hopfen-

buchen-Buchenwald anzuschließen. Im Allgemeinen wurden sie auf weniger steilen, wüchsigen Standorten angelegt. Verglichen mit dem Hopfenbuchen-Buchenwald sind diese Standorte mit über 6 Arten/m² artenreicher. Neben Kräutern ist insbesondere die Moosschicht wegen geringerer Laubstreu besser entwickelt. Aufgrund deutlicher struktureller Unterschiede werden diese Bestandesteile im Folgenden separat ausgewertet. Die Fichte ist im Naturwaldreservat auf solchen früher nutzbaren Standorten verbreitet und dringt in Form von Verjüngung auch in die nachfolgend beschriebenen Hopfenbuchen-Mannaeschenbestände vor. Besonders trockene Jahre führen allerdings speziell dort zu zahlreichen Ausfällen.

Alpisch-dinarischer Karbonat-Hopfenbuchenwald

Erico-Ostryetum

Das *Erico-Ostryetum* wird von Mannaesche und Hopfenbuche dominiert. Regelmäßig findet sich Mehl-



Abbildung 11:
Die Hopfenbuche lässt anhand ihrer kleinstandörtlichen Verteilung eine Präferenz für Felsen erkennen.

beere und vereinzelt auch Fichte beigemischt. Einzelvorkommen von Rotbuche stehen meist mit kleinräumig günstigen Kleinstandorten in Zusammenhang.

Die Krautschicht ist deckungsreicher als jene des Hopfenbuchen-Buchenwaldes. Mit etwa 10 Arten/m² handelt es sich um sehr artenreiche Lebensräume. Die Krautschicht wird von folgenden Arten aufgebaut: Schneeheide (*Erica carnea*), Erd-Segge (*Carex humilis*), Kalk-Blaugras (*Sesleria albicans*), Wald-Reitgras (*Calamagrostis varia*), Schwalbenwurz (*Vincetoxicum hirsutum*), Zypressen-Wolfsmilch (*Euphorbia cyparissias*), Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*), Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) und andere. Typisch ist die höhere Bedeutung von Zwergsträuchern und das weitgehende Fehlen mesophiler Arten wie Rotbuche, Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*) und Leberblümchen (*Hepatica nobilis*).

Diese auch als Hopfenbuchen-Mannaeschenwald bezeichnete Gesellschaft ist zweifelsohne eine Besonder-

Abbildung 12:
Im Hopfenbuchen-
Mannaeschenwald finden
sich auf kleinem Raum
zahlreiche thermophile
und trocken-tolerante
Arten.



Legende

● Vegetationsaufnahmen

Waldgesellschaften

■ Ostryo-Fagetum, typische Ausbildung

■ Ostryo-Fagetum, Ausbildung mit Euphorbia cyparissias

■ Erico-Ostryetum

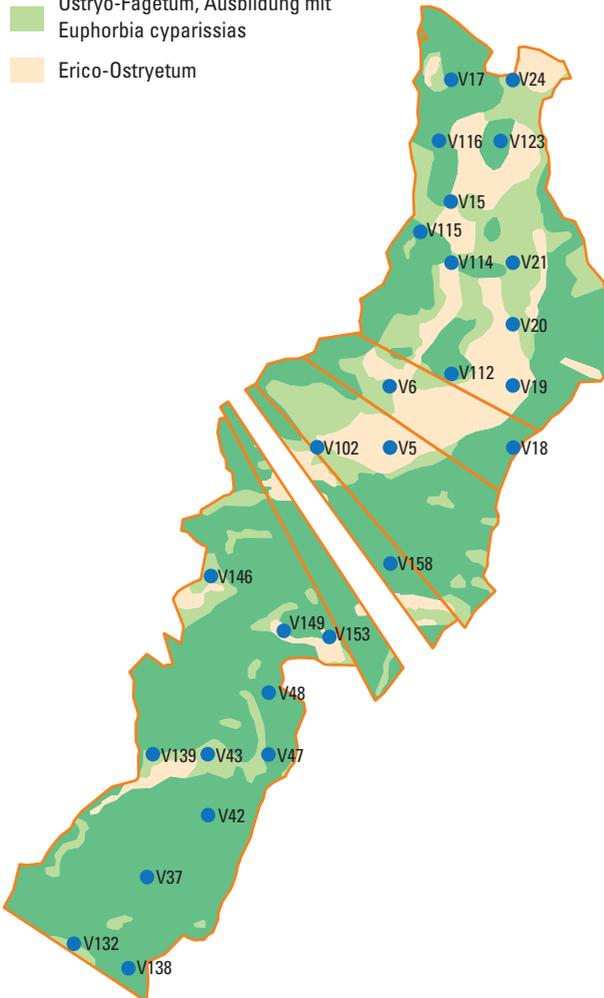


Abbildung 13:
Karte der Waldgesellschaften des NWR Warmbad

heit der österreichischen Waldlandschaft. Die außerhalb Kärntens nur sehr lokal in Osttirol und der Steiermark vorkommende Assoziation stellt hier gewissermaßen einen nördlichen Vorposten der submediterran verbreiteten Hopfenbuchen-Mannaeschenwälder dar und besiedelt warme Hänge außerhalb von Frostlagen.

Flächentabelle und Auswertungseinheiten:

Abbildung 14:
Übersicht der Waldgesellschaften und ihrer Flächengröße im NWR Warmbad

Waldgesellschaft	Größe [ha]
Ostryo Fagetum, typische Ausbildung	33,3
Ostryo Fagetum, Ausbildung mit <i>Euphorbia cyparissias</i>	9,4
Erico Ostryetum	8,2

Abbildung 15:
Die Auswertungseinheiten mit der jeweiligen Anzahl an Stichprobenpunkten

Auswertungseinheit		Stichprobenpunkte
Hopfenbuchen-Buchenwald	typisch	37
	mit sekundärer Fichte	7
Hopfenbuchen-Mannaeschenwald		6

Bestandesstruktur

Die Auswertung der Bestandesstruktur basiert auf den fixen Probekreisen mit je 300 m² sowie den Verjüngungserhebungen mit 4 je 1 m² Kreisen pro Stichprobenpunkt.

Im **Hopfenbuchen-Buchenwald** treten insgesamt 9 (und drei weitere marginal auftretende unter „andere“ zusammengefasste) Baumarten auf, wobei die größte Artenvielfalt in der Verjüngung zu finden ist. Rotbuche ist mit einem Anteil von mindestens 54 % die dominante Baumart in der mehrjährigen Verjüngung bis hin zum Hauptbestand. Neben ihr tritt die ursprünglich anthropogen eingebrachte Fichte mit einem Anteil ca. 20 % in allen BHD-Klassen auf, in der Verjüngung spielt sie jedoch nur noch eine untergeordnete Rolle (6 %). Weitere Mischbaumarten sind Hopfenbuche und Mannaesche, die besonders in den lichtereren und trockenen Bereichen vorkommen. Besonders die erstgenannte dominiert die Klasse der Keimlinge (84 %), vermag sich jedoch lediglich in geringer Zahl erfolg-

Abbildung 16:
Hopfenbuchen-Buchenwald – Baumartenanteile nach Entwicklungs- und BHD-Klassen (n=37)

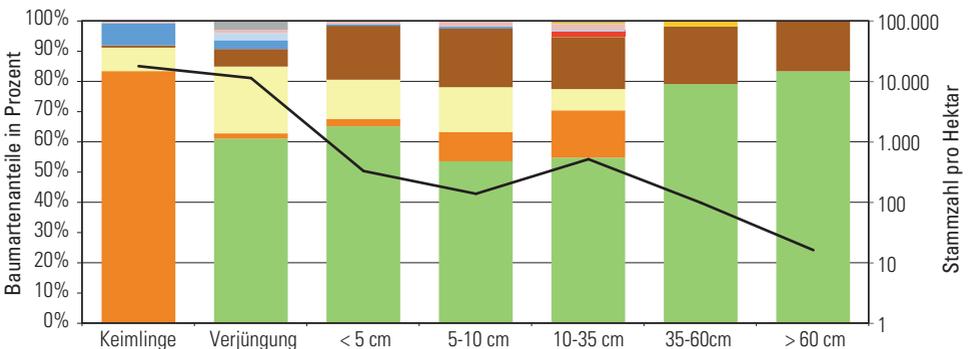


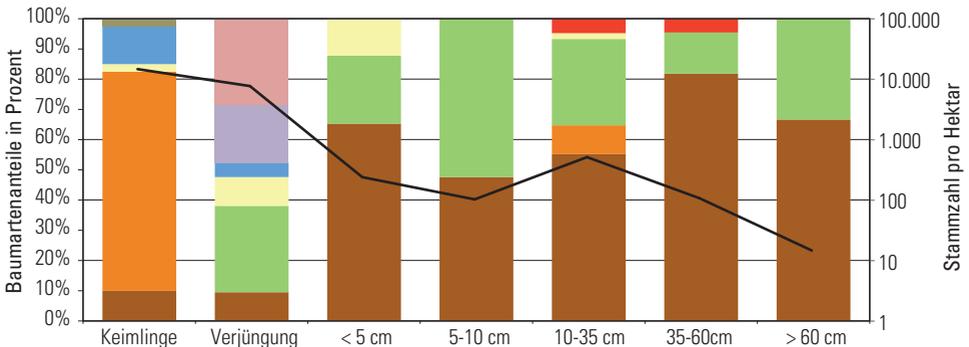
Abbildung 17:
Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte - Baumartenanteile nach Entwicklungs- und BHD-Klassen (n=7)



— Stammzahl/ha

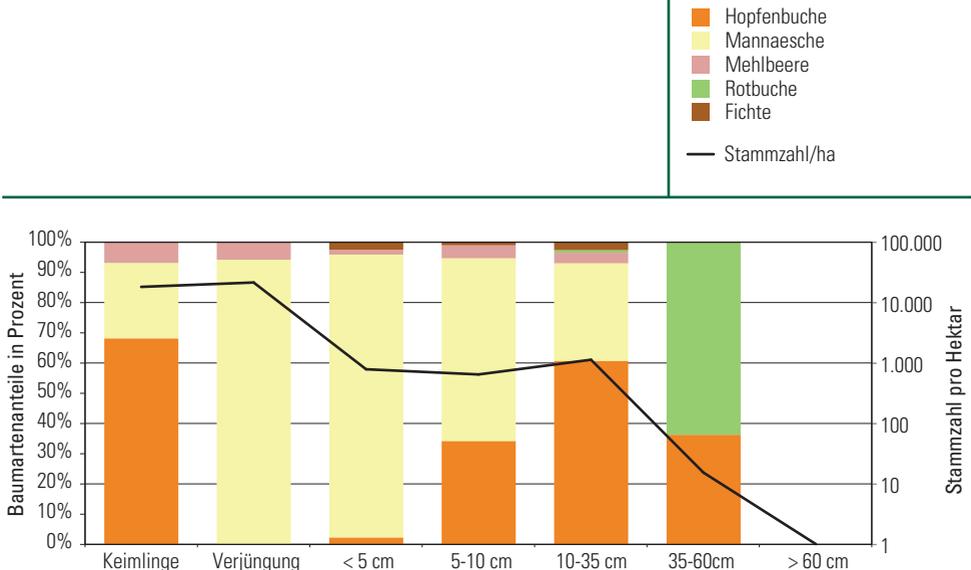
reich in der mehrjährigen Verjüngung zu etablieren. Die vereinzelt in der Oberschicht auftretenden Birken und Rotföhren sind Relikte als Folge einer früheren Kahlschlagsbewirtschaftung.

Im **fichtendominierten Bereich des Hopfenbuchen-Buchenwaldes** kommen insgesamt 9 Baumarten vor. Die höchste Baumartenvielfalt ist in der Verjüngung vorzufinden. Den Hauptbestand dominiert die ursprünglich anthropogen eingebrachte Fichte (55-82 %), in den schwachen Durchmesserklassen (BHD: 5-10 cm) wird sie von Rotbuche abgelöst. In der Verjüngung spielt die Fichte nur mehr eine untergeordnete Rolle (10 %), häufig treten Rotbuche, Vogelbeere (je 29 %) und Esche (20 %) auf. Ähnlich wie im Hopfenbuchen-Buchenwald ist auch hier ein hohes Aufkommen von Hopfenbuche im Keimlingsstadium (73 %) auffällig, eine Etablierung in der mehrjährigen Verjüngung offensichtlich jedoch kaum möglich. Vereinzelt im Hauptbestand auftretende Birken sind auch hier auf eine frühere Kahlschlagsbewirtschaftung zurückzuführen.



Die Baumartenvielfalt im **Hopfenbuchen-Mannaeschenwald** ist mit 5 vorkommenden Baumarten deutlich geringer als in den anderen Waldgesellschaften. Diese Waldgesellschaft ist von den, durch ihre Physiologie bedingt, eher schwach dimensionierten Baumarten Hopfenbuche und Mannaesche geprägt. Rotbuche tritt nur im Hauptbestand (67 %) und hier vermutlich auf Bereichen mit günstigerer Wasserversorgung auf. Im Unterstand und der Verjüngung ist sie nicht vorhanden. Als Mischbaumart geringen Anteils (bis zu 7 %) kommt Mehlbeere konstant in allen Klassen vor. Auffällig ist, wie auch in den vorher beschriebenen Waldgesellschaften, die Dominanz der Hopfenbuche im Keimlingsstadium, ihr jedoch geringes Etablierungsvermögen in der mehrjährigen Verjüngung.

Abbildung 18:
Hopfenbuchen-
Mannaeschenwald –
Baumartenanteile nach
Entwicklungs- und BHD-
Klassen (n=6)



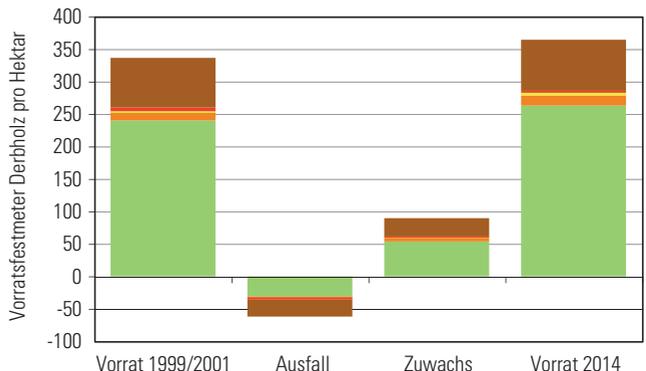
Waldentwicklung

Die Ergebnisse der Vorratsentwicklung werden für den Hopfenbuchen-Buchenwald und den Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte dargestellt. Eine Beobachtung der Waldentwicklung im Hopfenbuchen-Mannaeschenwald ist zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich, da die Erhebung im Rahmen der Einrichtung als NWR 1999/2001 lediglich auf wirtschaftlich nutzbaren Bereichen stattgefunden hat. Eine Erhebung im Hopfenbuchen-Mannaeschenwald fand daher erst im Rahmen der Wiederholungsaufnahme 2014 statt, hier konnte ein Vorrat von 104 VfmD/ha errechnet werden.

Der Vorrat im **Hopfenbuchen-Buchenwald** steigt im Beobachtungszeitraum von 15 (13) Jahren von 345 auf 373 VfmD/ha. Ein Gesamtausfall von 63 VfmD/ha steht einem Gesamteinwuchs von 91 VfmD/ha entgegen. Rotbuche und Fichte dominieren Ausfall und Einwuchs. Der Einwuchs (54 VfmD/ha) der Rotbuche ist wesentlich höher als deren Ausfall (31 VfmD/ha). Bei

Abbildung 19:
Vorratsentwicklung des
Hopfenbuchen-Buchen-
waldes (n=37)

- Andere
- Rotföhre
- Fichte
- Birke
- Mannaesche
- Hopfenbuche
- Rotbuche



Fichte halten sich Ausfall (26 VfmD/ha) und Einwuchs (28 VfmD/ha) beinahe die Waage. Hopfenbuche verzeichnet einen leichten Vorratsanstieg von 12 auf 16 VfmD/ha.

Der **Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte** hat einen deutlichen Vorratsanstieg von 337 auf 447 VfmD/ha zu verzeichnen. Dies ist auf einen deutlichen Zuwachs der ehemals zu wirtschaftlichen Zwecken eingebrachten Fichte zurückzuführen. Der Fichtenvorrat steigt von 241 auf 339 VfmD/ha. Einwuchs (28,5 VfmD/ha) und Ausfall (27 VfmD/ha) der einzigen häufiger auftretenden Mischbaumart, der Rotbuche, sind ausgeglichen. Birke und Hopfenbuche kommen lediglich zu marginalen Anteilen vor, verzeichnen jedoch auch einen geringfügigen Zuwachs. Der immer noch hohe Zuwachs der Fichte ist auf das optimale Alter der horst-oder zumindest geklumpt auf besseren Standorten auftretenden Individuen zurückzuführen. Ein Baumartenwechsel zeichnet sich jedoch in der Verjüngung bereits ab (vgl. Abbildung 17).

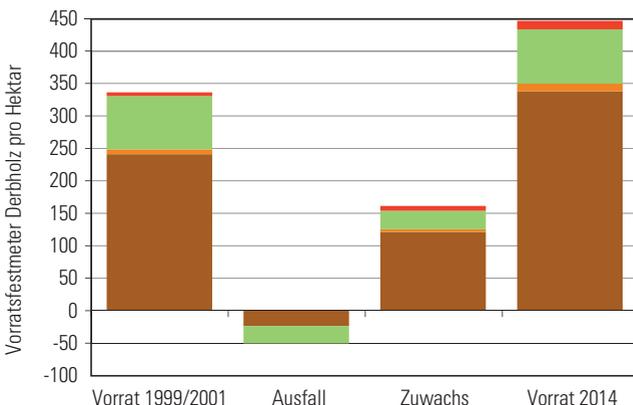


Abbildung 20:
Vorratsentwicklung im
Hopfenbuchen-Buchen-
wald mit sekundärer
Fichte (n=7)



Totholz

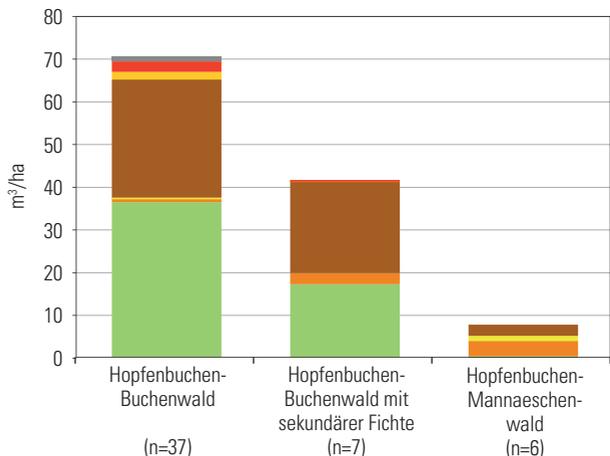
Der Totholzvorrat ist im Hopfenbuchen-Buchenwald mit $70 \text{ m}^3/\text{ha}$ am höchsten und entspricht ungefähr 19 % des Lebendvorrats. Im Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte sind es - bei einem Totholzvorrat von $42 \text{ m}^3/\text{ha}$ - 9 % des lebenden Vorrats. Das Totholzvorkommen im Hopfenbuchen-Mannaeschenwald beträgt $8 \text{ m}^3/\text{ha}$ und dem geringen Lebendvorrat gemäß, 7 % vom Lebendvorrat.

Im Hopfenbuchen-Mannaeschenwald wird das Totholz von Fichte ($3 \text{ m}^3/\text{ha}$), Hopfenbuche ($4 \text{ m}^3/\text{ha}$) und Mannaesche ($1 \text{ m}^3/\text{ha}$) repräsentiert, 18 % davon sind in liegender Form vorhanden. Sämtliches Liegendtotholz ist der Hopfenbuche zuzuordnen.

In den beiden Hopfenbuchen-Buchenwald Auswertungseinheiten wird das Totholz zu annähernd

Abbildung 21:
Totholzvorräte (liegend
und stehend) im NWR
Warmbad

- andere
- Birke
- Rotföhre
- Fichte
- Mannaesche
- Hopfenbuche
- Rotbuche



gleichen Teilen von Rotbuche und Fichte gebildet. In marginalen Anteilen ist Birken-, Rotföhren- und Hopfenbuchenotholz vorhanden. Auch der Anteil liegender Elemente ist annähernd gleich hoch, mit 55 % im Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte und 57 % im Hopfenbuchen-Buchenwald.

Hinsichtlich des Zersetzungsgrades werden die beiden das Totholz dominierenden Baumarten Fichte und Rotbuche dargestellt. Basis dieser Auswertung ist das gesamte Naturwaldreservat, eine Unterscheidung nach Waldgesellschaften erfolgt nicht. Der Großteil des Fichtentholzes (54 %) befindet sich in beginnender Zersetzung (ZG 2), weitere 34 % sind fortgeschritten bis stark zersetzt. Das Totholz der Rotbuche ist zu 54 % fortgeschritten bis sehr stark zersetzt (ZG 3-5), 37 % sind frisch tot oder in beginnender Zersetzung. Diese Verteilung ist auf den höheren Anteil liegender Elemente der Rotbuche (68-82 %) gegenüber der

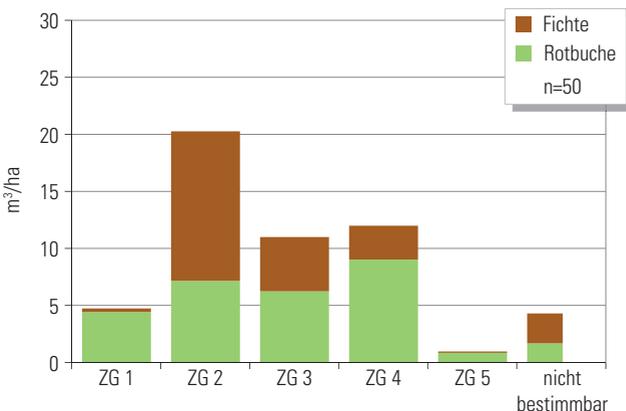


Abbildung 22:
Zersetzungs-
gradansprache an
Rotbuche und Fichte im
NWR Warmbad

Abbildung 23:
Liegendes und stehendes
Totholz im NWR Warm-
bad.

Fichte (28-44 %) in den einzelnen Waldgesellschaften zurückzuführen. Totholz mit Bodenkontakt zersetzt sich generell rascher.

Bezüglich der Absterbeursache kann für Rotbuche keine eindeutige Schlussfolgerung getroffen werden. Für das Absterben der Fichte jedoch lässt sich, aufgrund der örtlichen klimatischen Gegebenheiten und der ausgeprägten Südosthanglage, Borkenkäferbefall als Hauptursache identifizieren.

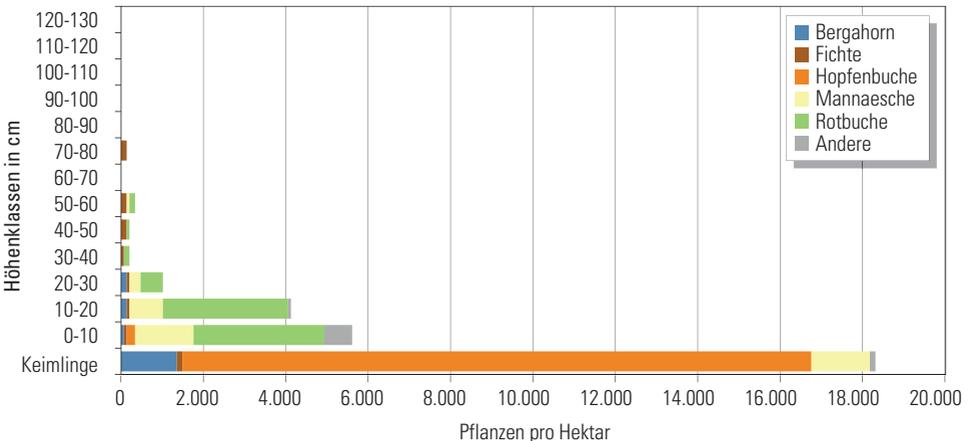


Verjüngung und Verbiss

Die Erhebung der Verjüngung erfolgt auf 4 je 1 m² großen Probekreisen je Stichprobenpunkt. Es werden Pflanzen bis zu einer Höhe von 130 cm berücksichtigt und im Hinblick auf die aktuelle Verbissbelastung (letztjähriger Trieb) untersucht. Abhängig vom Erhebungszeitraum im Jahresverlauf, kann die Artenverteilung schwanken und mitunter daher nicht als repräsentativ angesehen werden. Zu beachten ist, dass die Verjüngungserhebung eine Momentaufnahme darstellt. Die Anzahl unverholzter Keimlinge kann von Jahr zu Jahr sehr stark schwanken.

Für den **Hopfenbuchen-Buchenwald** werden insgesamt 11.600 Pflanzen pro Hektar in der mehrjährigen Verjüngung errechnet. Rotbuche (7.100 Pflanzen pro Hektar) und Mannaesche (2.500 Pflanzen pro Hektar) sind die am häufigsten auftretenden Baumarten. Daneben kommen Bergahorn und Fichte,

Abbildung 24:
Keimlinge und Verjüngung in 10 cm-Stufen im Hopfenbuchen-Buchenwald

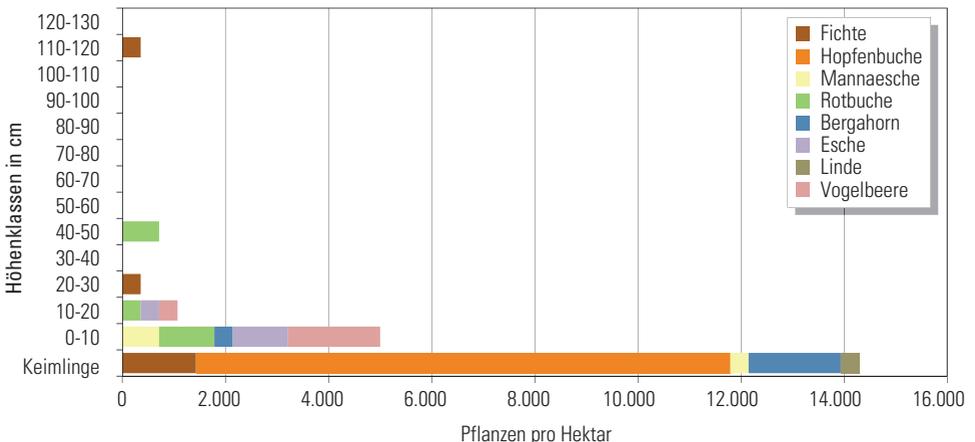


sowie sporadisch Hopfenbuche, Eiche, Mehlbeere, Linde, Vogelbeere und Zitterpappel vor. Weiters sind rund 15.000 Hopfenbuchen-Keimlinge am Hektar vorhanden.

Diese können sich jedoch nicht erfolgreich in der mehrjährigen Verjüngung etablieren. Ab einer Pflanzenhöhe von 80 cm ist keine Verjüngung mehr vorhanden.

Die Verjüngung des **Hopfenbuchen-Buchenwaldes mit sekundärer Fichte** ist von 7 vorkommenden Baumarten geprägt - Bergahorn, Fichte, Esche, Mannaesche, Rotbuche, Linde und Vogelbeere - die gemeinsam eine Summe von 7.500 Pflanzen pro Hektar ausmachen. Ähnlich wie im typischen Hopfenbuchen-Buchenwald ist die Hopfenbuche in der Klasse der Keimlinge in hoher Zahl vertreten, kann sich mehrjährig jedoch nicht etablieren. Die mehrjährige Verjüngung nimmt mit steigender Klasse zahlenmäßig stark ab (5.000-360 Pflanzen pro Hektar). Ab einer

Abbildung 25:
Keimlinge und Verjüngung in 10 cm-Stufen im Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte



Pflanzenhöhe von 30 cm konnten lediglich vereinzelte Rotbuchen und Fichten erfasst werden.

Die höchsten Verjüngungszahlen mit einer Summe von 21.600 Pflanzen pro Hektar werden für den **Hopfenbuchen-Mannaeschenwald** errechnet. Die Baumartenvielfalt ist mit zwei vorkommenden Arten recht gering. Wie auch im Hopfenbuchen-Buchenwald vermag sich auch hier die Hopfenbuche, trotz hoher Keimlingszahlen (12.500 Pflänzchen/ha), nicht erfolgreich in der mehrjährigen Verjüngung zu etablieren. Mannaesche dominiert die mehrjährige Verjüngung mit 420 – 7.100 Pflanzen pro Hektar in den einzelnen Klassen. Einzelne Individuen erreichen Höhen von bis zu einem Meter. Mehlbeere ist in geringer Anzahl beigemischt.

Die Verbissbeurteilung ausgewählter Baumarten der mehrjährigen Verjüngung im NWR Warmbad ergab Verbissprozentage (Leittrieb- sowie Leit- und Seitentriebverbiss zusammengefasst) von 15-34 % je nach

Abbildung 26:
Keimlinge und Verjüngung in 10 cm-Stufen im Hopfenbuchen-Mannaeschenwald

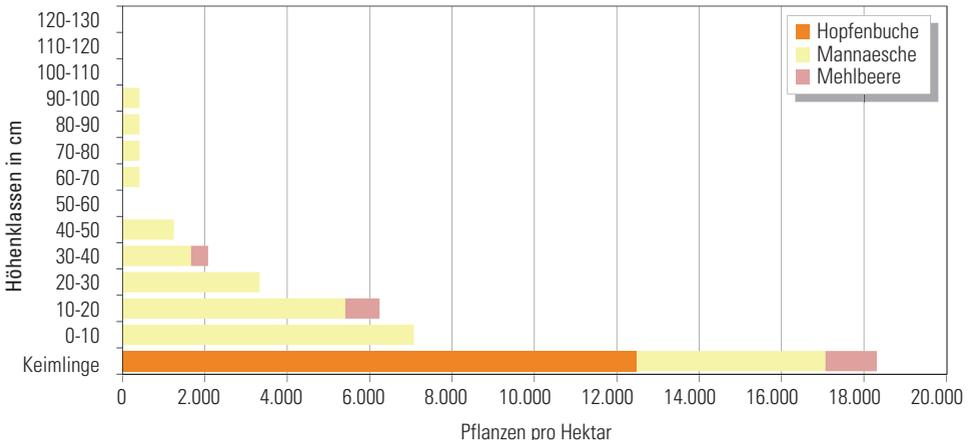
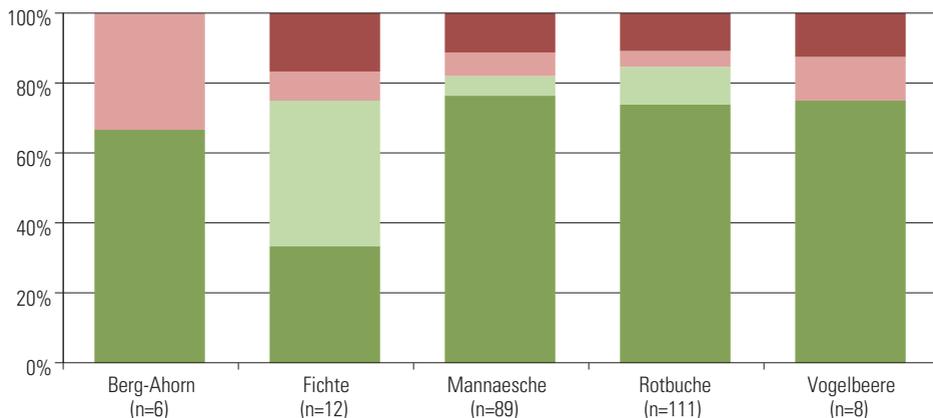


Abbildung 27:
Verbiss ausgewählter
Baumarten im gesamten
NWR

- Leit- und Seitentriebverbiss
- Leittriebverbiss
- Seitentriebverbiss
- kein Verbiss



Baumart. Untersucht wurden die Baumarten Bergahorn, Fichte, Mannaesche, Rotbuche und Vogelbeere. Bergahorn ist am stärksten, Mannaesche am geringsten verbissen. Auffällig ist ein hoher Seitentriebverbiss von 42 % an Fichte, der jedoch für eine Höhenentwicklung der einzelnen Pflanzen nicht maßgeblich ist und sich daher auf die Etablierung nicht eklatant auswirkt.

Die Ursache für den geringen Verjüngungserfolg sämtlicher Baumarten im Reservat kann nicht allein mit dem Wildverbiss begründet werden. Viel mehr dürften abiotische Faktoren, insbesondere unregelmäßig auftretende Jahre mit extremer Trockenheit aufgrund der ausgeprägten Südosthanglage eine entscheidende Rolle spielen. Die lichtbedürftige Hopfenbuche betreffend, wäre auch ein konkurrenzbedingter Ausfall denkbar. Die wärmeliebende und ebenfalls lichtbedürftige Mannaesche kommt auf Standorten mit viel Licht und geringer Konkurrenz durch andere Arten recht erfolgreich an.

Stabilität

Die Beurteilung der Stabilität ist in sensiblen Ökosystemen auf extremen Standorten ein wichtiger Forschungsaspekt. Nachfolgend wird eine Auswahl von Einzelbaum-Stabilitätskriterien im NWR vorgestellt.

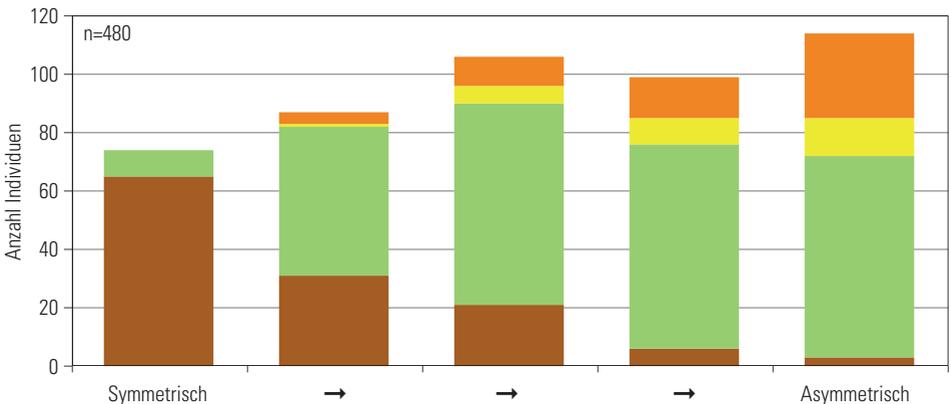
Die Ausprägung der Krone (Kronenform)

Die Ausprägung der Kronenform ist ein für Einzelindividuen nicht unerhebliches Kriterium der Stabilität. So gelten Individuen mit symmetrisch ausgeprägter Krone aufgrund ihres zentral liegenden Schwerpunktes als deutlich stabiler gegenüber jenen mit einseitig ausgeprägter Krone.

Die Physiognomie der Fichte (geradewüchsig) erklärt den hohen Anteil an symmetrischen Kronen dieser Baumart. Die Individuen der Rotbuche neigen eher zu einer asymmetrischen Kronenbildung. Noch deutlich asymmetrisch ausgeprägt sind die Kronen von Hopfenbuche und Mannaesche.

Abbildung 28:
Ausprägung der Kronenformen mit zugehöriger Anzahl an Individuen im NWR Warmbad

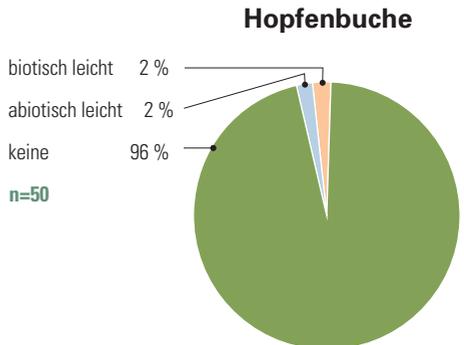
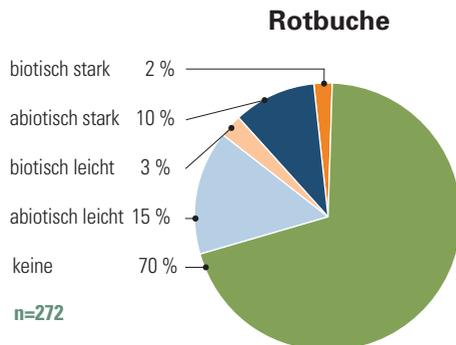
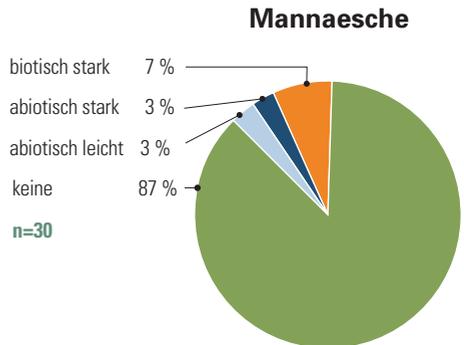
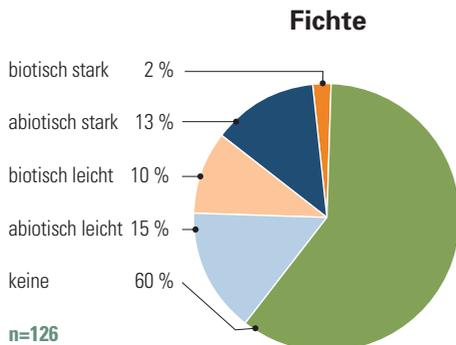
- Hopfenbuche
- Mannaesche
- Rotbuche
- Fichte



Ursache der Schädigungen an den Bäumen (Schäden)

Abbildung 29:
Schäden an ausgewählten
Baumarten im NWR
Warmbad

Schäden an den Individuen tragen direkt oder indirekt zur Instabilität des Einzelindividuums und damit in weiterer Folge auch negativ zur Stabilität des Bestandes bei. Schäden, die biotischer oder abiotischer Natur sind, können je nach Intensität unterschiedliche Folgen für die betroffenen Individuen mit sich bringen. Als stark gewertete Schäden sind



mittelfristig letal für das betroffene Individuum. Bei der Erhebung wird immer der Schaden, der im Moment die Haupteinwirkung darstellt, gewertet.

Die Individuen der Baumarten Fichte und Rotbuche weisen rund ein Drittel an geschädigten Bäumen auf. Ein höherer Anteil an biotisch leichten Schäden ist bei der Fichte zu verzeichnen, was auf beginnende Borkenkäferbesiedlung zurückzuführen ist. Demgegenüber steht ein höherer Anteil abiotisch leichter Schäden bei der Rotbuche. Hier sind insbesondere Astbrüche als Ursache zu nennen. Sowohl die Mannaesche, als auch insbesondere die Hopfenbuche weisen nur einen geringen Prozentsatz geschädigter Individuen auf.

Das Höhen-Durchmesser-Verhältnis (H/D-Wert)

Als Indikator für die Stabilität eines Einzelindividuums gilt unter anderem der H/D-Wert, sprich das Verhältnis der Höhe zum Durchmesser. Je höher dieses Verhältnis ist, umso disponierter ist der Baum gegenüber Windwurf und Schneebruch. Als allgemeiner Richtwert kann ein H/D-Verhältnis von 80 angesehen werden, dessen Überschreitung in den labilen Zustand führt (Rössler, 2013). Je niedriger dieser Wert ist, desto positiver wirkt es sich auf die Stabilität aus.

Baumart	mittlerer HD-Wert (± Standardabweichung)	n
Rotbuche	61 ± 21	154
Fichte	71 ± 17	109
Hopfenbuche	49 ± 19	13
Mannaesche	58 ± 20	4

Abbildung 30:
Mittlere HD-Werte inklusive Standardabweichung ausgewählter Baumarten in der Ober-schicht.

Abbildung 31:
Mittleres Kronenprozent
inklusive Standardab-
weichung ausgewählter
Baumarten in der Ober-
schicht

Bezogen auf den Richtwert sind die Werte aller Baumarten eindeutig im stabilen Bereich. Fichte besitzt hier relativ gesehen die schlechteren Werte. Insgesamt weisen die Baumarten jedoch stabile Höhen-Durchmesserverhältnisse auf.

Das Kronenprozent

Mit dem Kronenprozent wird das Verhältnis des Anteils der grünen Krone zur gesamten Höhe eines Baumindividuums bezeichnet. Neben einem Stabilitätsmaß gilt es auch als Maß für die Vitalität eines Baumes. So wird ein Individuum mit mehr als 50 % Kronenanteil an seiner Gesamthöhe als stabil und vital im Sinne des Kriteriums „Kronenprozent“ beurteilt.

Baumart	mittleres Kronenprozent (± Standardabweichung)	n
Rotbuche	50 ± 18	154
Fichte	51 ± 14	109
Hopfenbuche	36 ± 36	13
Mannaesche	40 ± 19	4

Fichte und Rotbuche weisen ein mittleres Kronenprozent von über 50 auf. Diese Baumarten gelten daher als vital und stabil. Bei Hopfenbuche und Mannaesche ist das Kronenprozent niedriger. Bedacht werden sollte hier jedoch die geringe Anzahl untersuchter Individuen und die dadurch bedingt hohe Standardabweichung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass keine der untersuchten Baumarten eklatant schlechte Werte in

Bezug auf die Stabilität aufweist. Die vorgestellten Kriterien können jedoch nur einen eingeschränkten Blick auf die Bestandesstabilität des Naturwaldreservates geben. Tiefergehende Detailuntersuchungen zur Stabilität waren im Zuge der Wiederholungsaufnahmen jedoch ressourcentechnisch nicht möglich.

Zusammenfassung

Das Naturwaldreservat Warmbad, am Ost-Abfall des Dobratsch in Kärnten gelegen, besteht aus 6 Einzelflächen, die 1999 bzw. 2001 als Naturwaldreservate eingerichtet werden konnten. Im Nordteil der Fläche zieht sich ein markanter Felsabbruch durch das Reservat. Die gesamte Fläche ist geprägt von einem Wechsel aus steilen, felsigen Bereichen und flacheren, tiefgründigeren Böden.

Dem Relief und der Wasserversorgung entsprechend ist auch die Waldvegetation gestaltet. Auf den tiefgründigen, frischen Böden bildet sich ein Rotbuchenwald und auf den trockenen Felsbereichen, wo die Rotbuche ihre Konkurrenzkraft verliert, ein Buschwald aus Hopfenbuche und Mannaesche. Dazwischen kommt es zu Übergängen und einem Wechsel der Artenzusammensetzung. Aktuell werden zwei Waldgesellschaften, Hopfenbuchen-Buchenwald und Hopfenbuchen-Mannaeschenwald differenziert. Ehemals flächige Nutzungen und eine darauffolgende Aufforstung mit Fichte auf den günstigen Standorten erklären das Vorkommen der Fichte im NWR und bedingen die Klassifizierung der dritten Auswertungseinheit, dem Hopfenbuchen-Buchenwald mit sekundärer Fichte.

Hopfenbuche kann sich im Keimlingsstadium sehr gut ansamen. Eine mehrjährige Etablierung gelingt jedoch aufgrund von Trockenheit und Wildverbiss kaum. Naturverjüngung über einer Pflanzenhöhe von 30 cm ist im gesamten Reservat kaum vorhanden, lediglich sporadisch treten Mannaeschen, Rotbuchen oder Fichten auf. Der Totholzvorrat liegt bei 7-19 % des Lebendvorrates. Rotbuchentotholz kommt häufig liegend vor und ist damit stärker zersetzt als jenes der Fichte. Die Untersuchung der Stabilität erfolgte im Hinblick auf Kronenprozent, H/D-Verhältnis, Kronenform sowie abiotische und biotische Schäden. Für keine der untersuchten Baumarten wurden eklatant schlechte Werte festgestellt.

Im gesamten NWR ist für den Beobachtungszeitraum von 15 (13) Jahren ein Vorratsaufbau zu verzeichnen. Auch die Fichte leistet einen deutlichen Zuwachs. Auf trockeneren Standorten kommt diese Baumart jedoch immer häufiger in Stresssituationen, die zu einem beginnenden Borkenkäferbefall führen. Bei Anhalten der aktuellen klimatischen Bedingungen ist generell mit einer erhöhten Mortalität und dem mittelfristigen Ausfall der Fichte auf diesen sekundären Standorten zu rechnen. Ein Baumartenwechsel hin zur ursprünglichen Waldgesellschaft zeichnet sich ab. Längerfristig ist im NWR von einer Begünstigung der trockenheitstoleranten und wärmeliebenden Baumarten Hopfenbuche und Mannaesche, auf Kosten der – gegenüber Trockenheit auch empfindlichen – Rotbuche auszugehen, so dass eine Verschiebung der Waldgesellschaften zugunsten des Hopfenbuchen-Mannaeschenwaldes wahrscheinlich ist.

Literatur

Frank, G. (2009): Naturwaldreservate in Österreich – von persönlichen Initiativen zu einem systematischen Programm. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 46. S. 23-32.

Fischer, M. A., Adler, W., Oswald, K. (2005): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 2. Auflage. Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen. Linz.

Keller, M. (2013): Schweizerisches Landesforstinventar – Feldaufnahme Anleitung 2013. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).

Kichmeir, H., Herzog, E. (2001): Gesamtgutachten für die Eignung des Waldbestandes „Warmbad“ als Naturwaldreservat und Ermittlung des Entgeltes. E.C.O. Institut für Ökologie & Forstagentur Herzog Klagenfurt/Hermagor. Unveröff.

Kilian, W., Müller, F., Starlinger, F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien.

Mayer, H., Ott, E. (1991): Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege: Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. 2. Auflage. Fischer Verlag Stuttgart - New York. S. 26-33.

Mucina, L., Grabherr, G. & Wallnöfer, S. (Hrsg.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs - Teil III Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verlag, Jena. 353.

Rössler, G. (2013): Zusammenhang von Stabilität, Standraum und H/D-Wert. In: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wachstum/bfw_standraum/index_DE. Online Version: 25.11.2014.

Roth, A. et al. (2003): Die Linien-Intersekt-Stichprobe: Ein effizientes Verfahren zur Erfassung von liegendem Totholz? Forstw. Centralblatt 122. Springer-Verlag. S. 318-336.

Willner, W., Grabherr, G. (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Spektrum Akademischer Verlag. München.

Anhang

Stetigkeitstabelle der Vegetationsaufnahmen

(Deutsche Namen
siehe Fischer et al. 2005:
Exkursionsflora von Österreich,
Liechtenstein und Südtirol)

1 = in 1- 20 %
2 = in 21- 40 %
3 = in 41- 60 %
4 = in 61- 80 %
5 = in 81- 100 % der
Vegetationsaufnahmen vertreten

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Baumschicht 1-3					
Mannaesche	Fraxinus ornus	1	5	0	0
		2	0	3	0
		3	0	1	0
Hopfenbuche	Ostrya carpinifolia	1	5	1	1
		2	0	3	3
		3	0	2	0
Mehlbeere	Sorbus aria	1	4	1	1
		2	0	3	2
Stiel-Eiche	Quercus robur	1	1	0	0
Rot-Föhre	Pinus sylvestris	1	0	2	0
Rot-Buche	Fagus sylvatica	1	1	3	5
		2	0	4	5
		3	0	2	0
Fichte	Picea abies	1	2	4	5
		2	0	1	4
Zitter-Pappel	Populus tremula	1	0	0	1
Weiß-Tanne	Abies alba	1	0	0	1
Hänge-Birke	Betula pendula	1	0	0	1
		2	0	0	1
Vogelbeere	Sorbus aucuparia	2	0	1	0
Strauchschicht					
Manna-Esche	Fraxinus ornus		5	3	1
Hopfenbuche	Ostrya carpinifolia		3	3	1
Gemeine Felsenbirne	Amelanchier ovalis		3	1	0
Mehlbeere	Sorbus aria		2	2	0
Wolliger Schneeball	Viburnum lantana		1	1	0

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Gemeine Waldrebe	Clematis vitalba		0	1	0
Rotbuche	Fagus sylvatica		1	3	5
Fichte	Picea abies		2	3	3
Kraut- und Mooschicht					
Trockentolerante					
Zwergbuchs	Polygala chamaebuxus		5	5	3
Hopfenbuche	Ostrya carpinifolia		4	4	2
Braune Sumpfwurz	Epipactis cf. atrorubens		4	4	2
Zweigabeliges Habichtskraut	Hieracium cf. bifidum		3	2	2
Filzige Zwergmispel	Cotoneaster tomentosus		4	3	1
Erd-Segge	Carex humilis		4	2	1
Schneeheide	Erica carnea		5	5	1
Zypressen-Wolfsmilch	Euphorbia cyparissias		5	5	0
Echter Gamander	Teucrium chamaedrys		5	3	0
Gemeine Felsenbirne	Amelanchier ovalis		5	2	0
Purpur-Meier	Asperula cf. purpurea		5	2	0
Kalk-Blaugras	Sesleria albicans		3	2	0
Mehlbeere	Sorbus aria		3	5	0
Ästige Graslilie	Anthericum ramosum		2	3	0
Wohlriechender Salomonsiegel	Polygonatum odoratum		3	1	0
Wolliger Schneeball	Viburnum lantana		3	1	0
Berg-Haarstrang	Peucedanum oreoselinum		2	1	0
Gefranster Enzian	Gentianopsis ciliata		2	1	0
Grauer Löwenzahn	Leontodon incanus		2	0	0
Ochsenauge	Bupthalmum salicifolium		2	0	0
Raue Gänsekresse	Arabis hirsuta		2	0	0
Weißer Fetthenne	Sedum album		2	0	0
Herzblättrige Kugelblume	Globularia cordifolia		2	0	0

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Strauchige Kronwicke	Hippocrepis emerus		1	1	0
Wild-Nelke	Dianthus cf. sylvestris		1	0	0
Alpen-Steinquendel	Acinos alpinus		1	0	0
Gemeine Berberitze	Berberis vulgaris		1	0	0
Frühblühender Thymian	Thymus cf. praecox		1	0	0
Thermophile					
Eiche	Quercus sp.		5	4	3
Manna-Esche	Fraxinus ornus		5	4	3
Schwalbenwurz	Vincetoxicum hirsutinaria		5	5	3
Wiesen-Wachtelweizen	Melampyrum pratense		5	4	2
Schwertblättriges Waldvögelein	Cephalanthera longifolia		2	3	3
Rotes Waldvögelein	Cephalanthera cf. rubra		2	2	2
Große Fetthenne	Hylotelephium maximum		1	1	1
Immenblatt	Melittis melissophyllum		2	2	0
Maiglöckchen	Convallaria majalis		2	0	0
Eingriffeliger Weißdorn	Crataegus monogyna		1	0	0
Blutroter Hartriegel	Cornus sanguinea		0	1	0
Ungarische Witwenblume	Knautia cf. drymeia		0	1	0
Rote Heckenkirsche	Lonicera xylosteum		0	0	1
Lehmböden					
Pfirsichblättrige Glockenblume	Campanula persicifolia		2	3	1
Zweiblättrige Kuckucksblume	Platanthera bifolia		3	2	0
Adlerfarn	Pteridium aquilinum		0	2	2
Wald-Zwenke	Brachypodium sylvaticum		0	2	1
Efeu	Hedera helix		0	1	0
Basiphile					
Bunt-Reitgras	Calamagrostis varia		4	5	4
Finger-Segge	Carex digitata		5	5	4

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Wald-Erdbeere	<i>Fragaria vesca</i>		4	3	2
Weiches Kamm-Moos	<i>Ctenidium molluscum</i>		2	3	2
Zyklame	<i>Cyclamen purpurascens</i>		1	1	1
Haller's Teufelskralle	<i>Phyteuma ovatum</i>		2	1	1
Weißer Segge	<i>Carex alba</i>		2	5	5
Klebriger Salbei	<i>Salvia glutinosa</i>		1	5	2
Wald-Veilchen	<i>Viola cf. reichenbachiana</i>		1	3	2
Gemeiner Wurmfarne	<i>Dryopteris filix-mas</i>		0	3	2
Leberblümchen	<i>Hepatica nobilis</i>		0	3	2
Nickendes Perlgras	<i>Melica nutans</i>		0	2	1
Mandelblättrige Wolfsmilch	<i>Euphorbia amygdaloides</i>		0	2	1
Wald-Bingelkraut	<i>Mercurialis perennis</i>		0	1	2
Ruprechtsfarne	<i>Gymnocarpium robertianum</i>		0	1	0
Großblütiger gelber Fingerhut	<i>Digitalis grandiflora</i>		0	1	0
Gekräuselttes Spiralzahnmoos	<i>Tortella cf. tortuosa</i>		0	1	0
Pfeifengras	<i>Molinia caerulea</i> agg.		0	1	0
Felspflanzen					
Mauer-Streifenfarne	<i>Asplenium ruta-muraria</i>		5	4	3
Braunstielliger Streifenfarne	<i>Asplenium trichomanes</i>		3	5	3
Moos-Nabelmiere	<i>Moehringia muscosa</i>		3	3	2
Felsen-Kugelschötchen	<i>Kernera saxatilis</i>		1	1	1
Frischliebende					
Rosettiges Rosenmoos	<i>Rhodobryum roseum</i>		1	1	0
Ähriges Christophskraut	<i>Actaea spicata</i>		0	1	0
Meisterwurz	<i>Peucedanum ostruthium</i>		0	1	0
Schweiz-Moosfarne	<i>Selaginella helvetica</i>		0	1	0
Kriechender Günsel	<i>Ajuga reptans</i>		0	0	1
Nesselblättrige Glockenblume	<i>Campanula trachelium</i>		0	0	1

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Stacheliger Schildfarn	Polystichum aculeatum		0	0	1
Weißer Zahnwurz	Cardamine enneaphyllos		0	0	1
Echtes Lungenkraut	Pulmonaria officinalis		0	0	1
Acidiphile					
Wald-Habichtskraut	Hieracium murorum		3	5	2
Wald-Bürstenmoos	Polytrichum formosum		0	2	2
Heidelbeere	Vaccinium myrtillus		0	1	2
Wintergrün	Pyrola sp.		0	1	1
Vogelbeere, Eberesche	Sorbus aucuparia		1	0	1
Besen-Gabelzahnmoos	Dicranum scoparium		0	0	1
Auflichtungszeiger					
Rauhhaariges Veilchen	Viola cf. hirta		3	2	1
Färber-Ginster	Genista tinctoria		4	0	0
Gemeiner Dost	Origanum vulgare		3	1	0
Wirbeldost	Clinopodium vulgare		1	1	0
Siebenblatt-Fingerkraut	Potentilla cf. heptaphylla		2	0	0
Kahles Kreuzlabkraut	Cruciata glabra		1	0	0
Tauben-Skabiose	Scabiosa columbaria agg.		1	0	0
Graue Wicke	Vicia incana		1	0	1
Feinstrahl-Berufkraut	Erigeron annuus		0	1	0
Tüpfel-Johanniskraut	Hypericum perforatum		0	1	0
Rose	Rosa sp.		0	1	0
Taubenkropf-Leimkraut	Silene vulgaris		0	1	0
Huflattich	Tussilago farfara		0	1	0
Zypressen-Schlafmoos	Hypnum cupressiforme		0	0	1

Art	Species	Schicht	Erico-Ostryetum	Ostryo-Fagetum (Euph. cypar.)	Ostryo-Fagetum (typicum)
Anzahl der Vegetationsaufnahmen			7	7	13
Mesophile					
Rotbuche	<i>Fagus sylvatica</i>		3	5	5
Fichte	<i>Picea abies</i>		3	5	4
Nestwurz	<i>Neottia nidus-avis</i>		2	3	3
Gemeiner Tüpfelfarn	<i>Polypodium vulgare</i>		2	3	2
Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>		1	5	3
Haselnuß	<i>Corylus avellana</i>		1	1	1
Spitz-Ahorn	<i>Acer platanoides</i>		1	0	0
Mauerlattich	<i>Mycelis muralis</i>		0	3	3
Dreiblättriges Windröschen	<i>Anemone trifolia</i>		0	2	2
Wald-Frauenfarn	<i>Athyrium filix-femina</i>		0	1	1
Echte Goldrute	<i>Solidago virgaurea</i>		0	1	1
Nelkenwurz-Odermennig	<i>Aremonia agrimonoides</i>		0	1	0
Hain-Rispengras	<i>Poa cf. nemoralis</i>		0	1	0
Hasenlattich	<i>Prenanthes purpurea</i>		0	0	1
Nitrophile					
Löwenzahn	<i>Taraxacum cf. sp.</i>		1	0	0
Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>		0	2	1
Gemeine Waldrebe	<i>Clematis vitalba</i>		0	1	1
Echte Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i> agg.		0	1	1
Wasserdost	<i>Eupatorium cannabinum</i>		0	1	1
Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>		0	1	0
Berg-Weidenröschen	<i>Epilobium montanum</i>		0	1	0
Zwerg-Holunder	<i>Sambucus ebulus</i>		0	1	0
Hain-Greiskraut	<i>Senecio nemorensis</i> agg.		0	1	0



© Wien, Juli 2017

Fotos: Steiner, Sallmannshofer, Oettel

Nähere Informationen:

Dipl.-Ing. Dr. Georg Frank

Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien

Tel. 01 87 838 2208 – Fax 01 87 838 2250,

E-Mail: georg.frank@bfw.gv.at

Siehe auch unsere Projekt – Homepage:

➤ www.naturwaldreservate.at



Bundesforschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent-Weg 8

1131 Wien, Österreich

<http://bfw.ac.at>