

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 94 (2022)

Artikel: Naturwaldreservat Weid : Grundlagen und Baummortalität
Autor: Ehrbar, Rolf / Huber, Barbara
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1055438>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Naturwaldreservat Weid: Grundlagen und Baummortalität

Rolf Ehrbar und Barbara Huber

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	81	7 Schlussbemerkung	103
1 Vorgehensweise bei der Gründung des Waldreservates	82	Verdankung	104
2 Ziele des Waldreservates Weid	82	Literaturverzeichnis	104
3 Betrieb des Waldreservates	83		
4 Naturräumliche Grundlagen und Waldzustand bei Projektbeginn	83	Kurzfassung	
4.1 Lage und Geologie	83	Das Naturwaldreservat Weid des Klosters Wurmsbach wird nicht mehr forstlich bewirt- schaftet. Es zeichnet sich durch seine Vielfalt an Waldstandorten und Baumarten aus. Im Mittel- land wird wegen der oft sehr guten Erschlies- sung nur selten auf die Waldbewirtschaftung verzichtet. Diese Wälder beherbergen aber ein grosses Potenzial für Tiere, Pilze, Moose und Flechten, welche von Alt- und Totholz abhängig sind und von einem Nutzungsverzicht profitie- ren. Im Naturwaldreservat Weid erhalten sie passende Lebensbedingungen. Das Waldreser- vat Weid nimmt für die Waldbiodiversität im Linthgebiet jetzt schon eine wichtige Stellung ein. Dies wird in den Beiträgen zu den Totholz- pilzen (BLASER 2022), Holzkäfern (HUBER & WILD 2022) und Moosen (SCHNYDER 2022) sowie im vorliegenden Artikel aufgezeigt.	
4.2 Waldstandorttypen, vorhandene Baumartenzusammensetzung und deren Naturnähe	85	Das Waldreservat Weid wurde bereits inten- siv erforscht. In diesem Artikel und in den nach- folgenden Beiträgen werden das Reservat und die bisherigen Forschungsergebnisse vorgestellt,	
4.3 Entwicklungsstufen	86		
4.4 Inventarisierung von Habitatbäumen und Baummonumenten zu Projektbeginn	87		
5 Vorbereitender letzter Holzschlag und Holzvorrat danach	91		
6 Mortalität der Bäume	94		
6.1 Einleitung	94		
6.2 Fichte	95		
6.3 Weisstanne	96		
6.4 Buche	98		
6.5 Esche	99		
6.6 Weitere Baumarten	99		
6.7 Mortalität insgesamt	99		

mit Ausnahme der Aufnahme der Brutvögel. Die Beobachtungsergebnisse sind in den entsprechenden nationalen Datenbanken deponiert. Der vorliegende Artikel widmet sich speziell der Entstehungsgeschichte des Waldreservates, den natürlichen Voraussetzungen und der Mortalität der Bäume nach Aufgabe der Waldbewirtschaftung.

1 Vorgehensweise bei der Gründung des Waldreservates

Der für dieses Gebiet zuständige Revierförster Bruno Blöchliger und der Co-Autor Rolf Ehrbar als damaliger Regionalförster befassten sich im Jahr 2009 mit einem Holzschlag in diesem Wald. Ein klares Ziel zeichnete sich für sie nicht ab, weshalb auf eine Schlaganzeichnung verzichtet wurde. Rolf Ehrbar beurteilte dieses Gebiet anschliessend noch einmal vor Ort, evaluierte verschiedene Ziele und Strategien und kam zum Schluss, dass am besten überhaupt keine Holznutzung mehr ausgeführt und dieser Wald zu einem Naturwaldreservat umfunktioniert werden sollte. Dies erschien umso mehr gerechtfertigt, als bisher auf dieser Fläche keine andere Vorrangfunktion ausgeschieden worden war. Die Idee für das Naturwaldreservat besprach er als Erstes mit dem Revierförster und mit dem Kantonsforstamt, welche beide sofort dahinter standen. Anschliessend stellte er das Projekt der Waldeigentümerin, der Klostergemeinschaft Mariazell Wurmsbach vor. Die Ordensschwestern waren ebenfalls einverstanden. Schlussendlich genehmigte auch die Katholische Administration St.Gallen das Reservatsprojekt. Da dieses Objekt im kantonalen Waldreservatskonzept nicht vorgesehen war, empfahl das Kantonsforstamt, dass das Kloster Wurmsbach im Rahmen der gleichzeitig ablaufenden Waldentwicklungsplanung formell ein Gesuch an die Waldregion um die Etablierung dieses Waldreservates stellt. Das Naturwaldreservat Weid wurde schliesslich als Objekt Nr. VN6 im Waldentwicklungsplan «Zürichsee» (Nr. 12) verankert. Der Reservatsvertrag zwischen dem Kanton St.Gallen und dem Kloster

Wurmsbach wurde am 2. November 2010 unterzeichnet. Die Vertragsdauer beträgt 50 Jahre. Für Exkursionen und Bildungsveranstaltungen schlug der Regionalförster ein Waldschulzimmer im nicht mehr genutzten Teil des Stalles in der «Weid» vor, welches am 11. Dezember 2015 ebenfalls eingeweiht werden konnte. Zur allgemeinen Information der Waldbesucher wurden im Reservat an mehreren Orten Informationstafeln platziert.

2 Ziele des Waldreservates Weid

Wie vorhergehend erläutert handelt es sich beim Waldreservat Weid um ein Naturwaldreservat. Während in Sonderwaldreservaten Massnahmen zur Förderung von Zielarten oder lichten Waldstrukturen ausgeführt werden – wie im vorliegenden Berichtband am Beispiel des Seerenwaldes dargestellt – wird in Naturwaldreservaten forstlich nicht eingegriffen. Die Prozesse von der Verjüngung bis zum Absterben der Bäume und deren Zersetzung können natürlich ablaufen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Prozessschutz. Naturwaldreservate zeichnen sich mit der Zeit durch alte Waldbestände, alte und dicke Bäume, Habitatbäume (Kapitel 4.4) sowie durch eine Anreicherung von stehendem und liegendem Totholz in allen Zersetzungsstadien aus. Das bedeutet optimale Lebensmöglichkeiten für Pilze (BLASER 2022), Moose (SCHNYDER 2022), Flechten, Insekten (HUBER & WILD 2022), andere Wirbellose sowie Vögel und Kleinsäuger, welche auf Habitatbäume oder auf Totholz angewiesen sind. Wichtig ist neben einem ausreichend grossen Angebot auch die langfristige Verfügbarkeit von Habitatbäumen und von Totholz.

Die Ziele des Waldreservates Weid sind:

- Prozessschutz, d.h. ungehinderter Ablauf der natürlichen Prozesse im Wald und des gesamten Lebenszyklus der Bäume. Die Bäume können ihr biologisches Alter erreichen und natürlich absterben, was im bewirtschafteten Wald nur sehr eingeschränkt möglich ist. Nach Naturereignissen wie Windwurf, Schneebruch,

Trockenheit, Borkenkäferbefall und anderen biotischen und abiotischen Einflüssen wird nicht interveniert, sondern der Natur freier Lauf gelassen.

- Dadurch entstehen Habitatbäume mit vielseitigen Mikrohabitaten und Baummonumente, und es bildet sich Totholz in allen Zersetzungsstadien.
- Damit schafft der Prozessschutz nachhaltige Lebensmöglichkeiten für eine grosse Vielfalt und Häufigkeit von Organismen, welche auf Alt- und Totholz angewiesen sind.
- Erhalt ökologisch besonders wichtiger oder seltener Baumarten wie Eichen, Schwarzerlen, Bergulmen, Linden und Waldföhren.
- Umweltbildung, im Speziellen Förderung des Interesses und des Verständnisses der Öffentlichkeit für den Wald als Ökosystem sowie Sensibilisierung für unsere Verantwortung gegenüber der Natur.

Naturwaldreservate sind auch Erfahrungs-, Lehr- und Forschungsobjekte, insbesondere im Hinblick auf den naturnahen Waldbau. Viele der nachfolgend vorgestellten Informationen und Erkenntnisse wären nicht gewonnen worden, wenn es sich nicht um ein Waldreservat handelte. Eine grosse Bedeutung werden in Zukunft Beobachtungen im Hinblick auf den Klimawandel und die Entwicklung der Waldstrukturen erhalten. Da in Naturwaldreservaten keine klimadaptierten waldbaulichen Eingriffe erfolgen, sind die Auswirkungen des Klimawandels direkt sichtbar.

Für eine wirklich ungestörte, natürliche Waldentwicklung sind nicht alle Voraussetzungen erfüllt. Gegen anthropogenen Nähr- und Schadstoffeintrag aus der Luft, hier insbesondere von Stickstoff, ist das Waldreservat nicht geschützt. Ebenfalls werden im Reservat bereits über 20 Neophytenarten festgestellt, allerdings verhielt sich bisher keine dieser Arten invasiv. Die Erholungsnutzung findet hauptsächlich auf vier Waldstrassen und -wegen statt, welche das Waldreservat in Längsrichtung durchqueren. Sie beeinträchtigt die Waldentwicklung nicht.

An der Spitze der Nahrungskette fehlen derzeit die grossen Beutegreifer weitgehend. Die

Regulation des Rehbestandes zur Sicherstellung der natürlichen Verjüngung jener Baumarten, welche empfindlich auf den Einfluss dieses Paarhufers reagieren, obliegt deshalb der Jagd. Das Reservat ist ein gut geeigneter Lebensraum für das Reh, welches von Natur aus einen wichtigen Platz in der Fauna dieses Waldes einnimmt. Dennoch ist eine erfolgreiche Jagd absolut entscheidend, um die Ziele des Waldreservates erreichen zu können. Die lokale Jagdgesellschaft hat diese Aufgabe bisher sehr gut erfüllt.

3 Betrieb des Waldreservates

Die Einstellung der Waldbewirtschaftung, insbesondere der Holznutzung, ist im vorhergehenden Waldreservatsvertrag fixiert. Trotzdem gilt es, weiterhin wichtige Aufgaben zu erfüllen. Der langfristige Nutzungsverzicht ist auf solch produktiven Standorten nicht selbstverständlich und stellt eine wichtige Chance für die Beobachtung der natürlichen Waldentwicklung dar. Deshalb wurden Monitoringprojekte initiiert, welche in den nachfolgenden Beiträgen über das Waldreservat Weid vorgestellt werden. Interessante Ergebnisse liefert auch die Dokumentation des natürlichen Absterbens der Bäume (Kapitel 6), der unmittelbarsten Auswirkung des Prozessschutzes. Davon hängen das Totholzangebot und die Entwicklung der Waldverjüngung ab. Diese Wirkungskontrollen dienen dazu, die Erreichung der Ziele des Waldreservates zu überprüfen und Erkenntnisse zur natürlichen Walddynamik zu gewinnen.

4 Naturräumliche Grundlagen und Waldzustand bei Projektbeginn

4.1 Lage und Geologie

Das Waldreservat Weid liegt beim Weiler Bollingen im Südosten der Stadt Rapperswil-Jona nördlich des oberen Zürichsees (Abbildung 1). Die Schwerpunktkoordinaten lauten 2°711'650/1°231'810. Waldeigentümerin ist die

Zisterzienserinnenabtei Kloster Mariazell Wurmsbach in Bollingen. Die Fläche des Reservates beträgt 33 Hektaren. Die Ortsgemeinde Schmerikon erweiterte die Reservatsfläche im Jahr 2020 östlich angrenzend um 6.6 Hektaren. Die folgenden Ausführungen und Beiträge beziehen sich auf den ursprünglichen Reservatsperimeter des Klosters Wurmsbach.

Das Reservat erstreckt sich über einen schmalen Höhenbereich in der Sub- und Untermontanstufe zwischen 410 und 495 Metern Meereshöhe. Der Felsuntergrund besteht vorwiegend aus Sandsteinen und Mergeln der Unteren Süsswassermolasse. In Muldenlagen sind stellenweise Moränenreste sowie junge Schwemmlagerungen mit Rietvegetation vorhanden. Die relativ beständigen, quarz- und

feldspatreichen Sandsteine – deshalb auch als «granitische Sandsteine» bezeichnet – haben schon seit langer Zeit grosse wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung. Aufgelassene Steinbrüche im Reservat und in Betrieb stehende in der Nachbarschaft zeugen davon. Die ausgedehnten Abbauwände der Steinbrüche, die schluchtartigen, künstlich angelegten Felsdurchbrüche zum Abtransport der gewonnenen Steine, einige Findlinge sowie wenige natürliche Felsaufschlüsse bilden wertvolle ökologische Nischen für Flechten, Moose (SCHNYDER 2022), Farne und Kleintiere. Vier offen gelassene Brüche haben einen freien Wasserspiegel. Mehrere Steinbrüche wurden früher mit Baugrubenaushub aufgefüllt. Dabei wurden vermutlich auch einzelne Neophyten eingeschleppt (Kapitel 2).

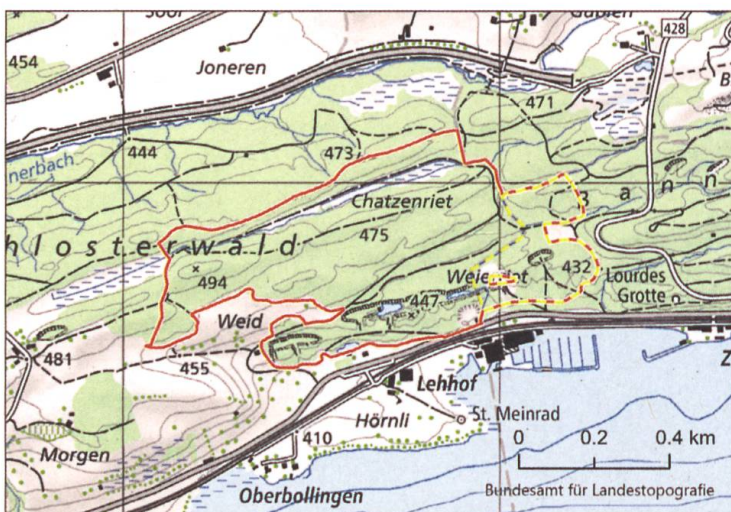


Abbildung 1:
Perimeter des Naturwaldreservates Weid. Die ausgezogene rote Linie umgrenzt den Reservats teil des Klosters Wurmsbach, die schraffierte Linie die Reservatsergänzung der Ortsgemeinde Schmerikon. Die Karte wurde in verdankenswerter Weise von Thomas Baumann, Amt für Raumentwicklung und Geoinformation Kanton St. Gallen, im Mai 2022 erstellt.

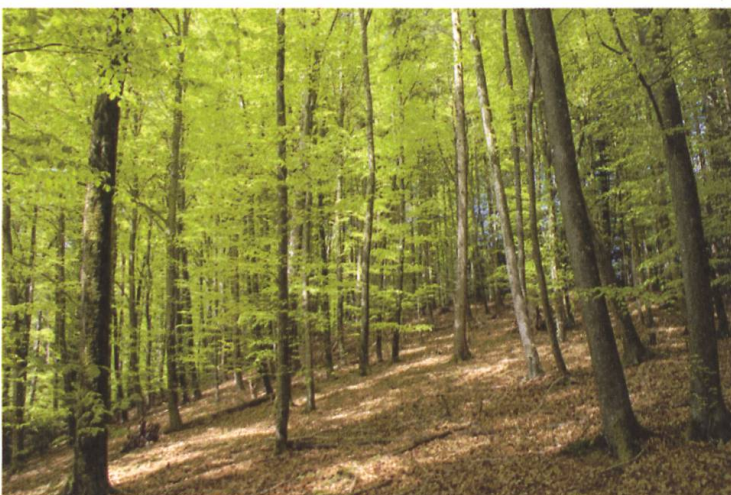


Abbildung 2:
Buchenwaldstandorte dominieren im Waldreservat, wie im Bild der Waldmeister-Buchenwald mit Rippenfarn (Nr. 7*) im Übergang zum Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse (Nr. 6). Der dichte, geschlossene Bestand entspricht der frühen «Optimalphase» eines sich selbst überlassenen ehemaligen Wirtschaftswaldes. Die Strauchschicht ist in dieser Entwicklungsphase von Natur aus wenig entwickelt.

Die maximal knapp 30 Meter hohen Hänge sind meistens 20 % bis 40 %, stellenweise bis etwas über 50 % steil und hauptsächlich nach SSE und NNW exponiert. West- und Osthänge fehlen weitgehend. Zwischen vier mehr oder weniger deutlich ausgeprägten trockeneren Rippen befinden sich nasse Mulden, wovon eine das rund anderthalb Hektaren grosse «Chatzenriet», ein national geschütztes Flachmoor, bildet. Die reiche topografische Gliederung bewirkt kleinklimatisch deutliche Unterschiede.

4.2 Waldstandorttypen, vorhandene Baumartenzusammensetzung und deren Naturnähe

Die Waldstandorttypen (EHRBAR 2022) des Waldreservates repräsentieren viele Hauptwaldstandorte der Sub- und Untermontanstufe des Linthgebietes. Der Waldmeister- und der Waldhirschen-Buchenwald (Waldstandortseinheiten Nr. 6, 7 und 8) nehmen 88 % der Waldfläche ein (Abbildung 2). Die etwas trockenere und oberflächlich versauerte Ausbildung des Waldmeister-Buchenwaldes, jene mit Hainsimse (*Galio odorati-Fagetum luzuletosum*, Nr. 6) ist im Reservat dreimal so stark vertreten wie im übrigen Linthgebiet. Das Spektrum der Waldstandorttypen ist sehr breit und reicht vom Typischen Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo luzuloidis-Fagetum typicum*, Nr. 1) auf trockenen Kuppen bis zu den Eschenwäldern feuchter bis nasser Böden, nämlich dem Typischen Ahorn-Eschenwald (*Aceri-Fraxinetum typicum*, Nr. 26), dem Bach-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm (*Carici remotae-Fraxinetum equisetosum telmateiae*, Nr. 27f), dem Typischen Mulden-Ulmen-Eschenwald (*Ulmo-Fraxinetum typicum*, Nr. 29m) und dem Schwarzerlen-Eschenwald (*Pruno-Fraxinetum*, Nr. 30) mit insgesamt etwa 9 % Flächenanteil. Sehr kleinflächig, aber mit typischer Begleitvegetation, kommt als nasser Standorttyp der Seggen-Schwarzerlenbruch (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*, Nr. 44) vor. Ebenfalls nur sehr kleinflächig vertreten sind die einzigen natürlichen Nadelwaldstandorte, der Moorrand-Fichtenwald (*Sphagno-Piceetum*, Nr. 56) und der Peitschenmoos-Tannen-

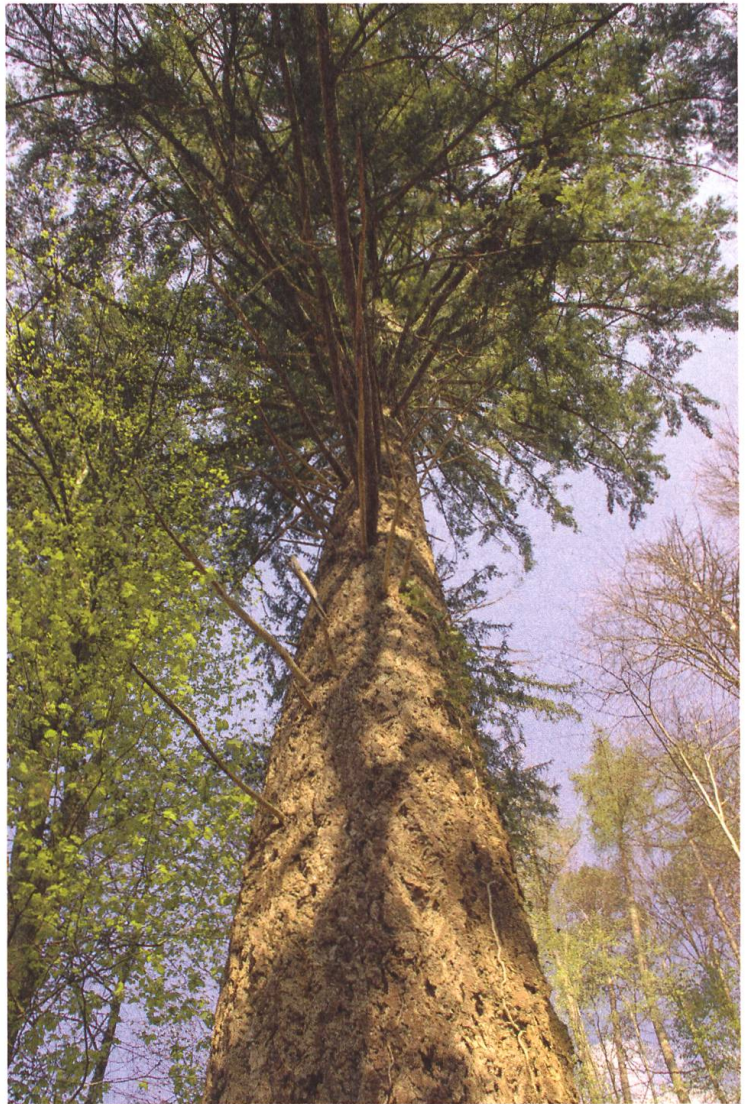


Abbildung 3:
Die längsrissige Rinde ist im Alter typisch für die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), eine Gastbaumart von der Westküste Nordamerikas. Diese Baumart zeichnet sich durch ihre grosse Wuchsleistung und Sturmfestigkeit aus. Sie wird von Schadorganismen wenig tangiert und gilt in Bezug auf den Klimawandel als zukunftsfähig, ist aber spätfrostgefährdet. Dieser Baum gehört mit 1.2 Metern Brusthöhendurchmesser und rund 13 m³ Stammvolumen zu den grössten im Reservat, er ist also ein typisches Baummonument. Am Startzeitpunkt des Waldreservates wurden 131 Douglasien aufgenommen.

wald (*Bazzanio-Abietetum*, Nr. 46t). Auch die etwa 12 % nach NHG schützenswerten Waldflächen sind repräsentativ für die Sub- und Untermontanstufe des Oberseebeckens. Es fehlen nur die Seggen- und Eiben-Buchenwälder. Die sauersten Ausbildungen der Waldmeister-

und Waldhirschen-Buchenwälder, jene mit Rippenfarn (Nr. 7* und 8*), nehmen 34 % der Waldfläche ein und haben von Natur aus einen relativ hohen Nadelbaumanteil von rund der Hälfte (Fichte, Weisstanne, Waldföhre). Die Waldföhre kommt häufig auch im Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse (Nr. 6) vor. Dass das Waldreservat so viele Standorttypen abdeckt, stellt einen Qualitätsfaktor für sich dar.

Im Jahr 2010, also noch vor dem letzten Holzschlag, wurden die Stammzahl und der Holzvorrat jeder Baumart mittels einer Vollkluppierung erhoben. Dabei wurde der Stammdurchmesser der Bäume gemessen und daraus das Stammvolumen berechnet. Bei sämtlichen Eichen wurden zudem die Koordinaten aufgenommen. Es konnten 21 Baumarten erfasst werden. Zusätzliche zehn Baumarten waren damals zu dünn für die Inventarisierung, das heisst dass deren Brusthöhendurchmesser die Kluppierungsschwelle von 12 cm noch nicht erreicht hatte. Insgesamt wurden bisher also 31 Baumarten festgestellt. Die Laubbäume waren bei der Aufnahme mit 46 % an der Stammzahl und 35 % am Holzvorrat beteiligt. Der hohe Nadelholzanteil von rund zwei Dritteln beim Vorrat und etwas über der Hälfte bei der Stammzahl ist nicht natürlich und auf die Pflanzung von Fichten, Lärchen, Douglasien (Abbildung 3) und Weymouthsföhren zurückzuführen. Für Fragestellungen, welche mit diesem Waldreservat verknüpft werden können, sind diese Gastbaumarten interessant, insbesondere hinsichtlich ihres Verhaltens in Bezug auf den Klimawandel, ihre Verjüngungsfähigkeit und ihre Konkurrenzkraft. Laubbäume wurden nicht künstlich eingebracht, mit Ausnahme zumindest eines Teils der Schwarzerlen.

4.3 Entwicklungsstufen

Die Entwicklungsstufen wiesen gemäss der Bestandskarte beim Projektstart vor der Ausführung des letzten Holzschlages folgende Flächenanteile auf (der Stammdurchmesser wird auf der Höhe von 1.3 Metern ab Boden gemessen):

- Jungwuchs/Dickung
(Durchmesser <12 cm): 12 %

- Stangenholz (Durchmesser 12–30 cm): 6 %
- schwaches Baumholz
(Durchmesser 31–40 cm): 21 %
- mittleres Baumholz
(Durchmesser 41–50 cm): 51 %
- starkes Baumholz
(Durchmesser >50 cm): 10 %

Im Vergleich zum bewirtschafteten Wald des Klosters Wurmsbach war der Anteil der jüngsten beiden Entwicklungsstufen im Reservat dreimal kleiner und derjenige des schwachen und mittleren Baumholzes mehr als doppelt so gross. Dies zeigt, dass das Waldreservat von den grossen Sturmereignissen 1990, 1999 und 2003 vergleichsweise wenig tangiert worden war. Die tatsächliche Fläche der Jungwüchse und Dickungen war deutlich grösser, da sich viele unter aufgelockertem Schirm der Baumkronen befanden und bei der Bestandskartierung nicht erfasst wurden. Mit solchen Flächen ist der Grundstein zu stufigen Waldstrukturen gelegt.

Der letzte Holzschlag (Kapitel 5) und das Absterben der Bäume (Kapitel 6) lockerten den Kronenschirm inzwischen auf und schufen Lücken. Dank des vermehrten Lichteinfalls auf den Waldboden entstanden zahlreiche neue Verjüngungen und konnten sich die bestehenden weiter entwickeln. An wenigen Orten profitierten auch die Brombeeren. Sie erschweren den Verjüngungsprozess aber nur auf einer einzigen Fläche, wo beim letzten Holzschlag ein reiner Fichtenbestand in der Entwicklungsstufe des schwachen Baumholzes entfernt wurde. Die Gemeine Waldrebe (*Clematis vitalba*) konnte ebenfalls nur auf wenigen der natürlich oder künstlich aufgelichteten Flächen Fuss fassen.

Die Waldrandlänge beträgt rund 3.2 Kilometer, was 100 Meter pro Hektare entspricht. Etwa 40 Meter pro Hektare entfallen auf innere Waldränder längs des Chatzenrietes und der offenen gebliebenen, alten Steinbrüche, und 60 Meter pro Hektare auf äussere Waldränder, hauptsächlich gegenüber Landwirtschaftsland. Auf 46 % der Länge grenzt das Waldreservat an andere Wälder.

Merkmal		Anzahl	%
Zwiesel		17	4.08%
Baumhöhlen	Grosshöhle	1	0.24%
	Kleinhöhle	22	5.28%
	Mulmhöhle	1	0.24%
Brüche	Kronenbruch	45	10.79%
	Astabbruch	13	3.12%
Spalten, Risse, Taschen	Spaltung	3	0.72%
	Riss	13	3.12%
	Rindentasche	5	1.20%
Totholz am lebenden Baum	tote Krone	1	0.24%
	Totast	26	6.24%
Epiphyten	Pilzkonsole	14	3.36%
	Farn	0	0.00%
	Moos	8	1.92%
	Flechte	2	0.48%
Horstbaum		0	0.00%
Baumdimension	Durchmesser	66	15.59%
	Krone/Höhe	40	9.59%
toter Baum	stehend tot	141	33.81%
Total		417	100.00%

Tabelle 1:
Gliederung der inventarisierten Habitatbäume und Baummonumente nach ihren Hauptmerkmalen.

4.4 Inventarisierung von Habitatbäumen und Baummonumenten zu Projektbeginn

Besonderes Augenmerk wurde schon zu Projektbeginn auf die Habitatbäume und die Baummonumente, also die Bäume mit über 80 cm Durchmesser, gelegt. Habitatbäume sind lebende oder tote, stehende Bäume mit mindestens einem Mikrohabitat, d. h. mit sehr kleinräumigen oder speziell abgegrenzten Lebensräumen (BÜTLER et al. 2020). Beispiele für solche Kleinstlebensräume sind Baumhöhlen, dicke tote Äste (Abbildungen 4 und 9), Stamm-

brüche (Abbildungen 6 und 22), Risse (Abbildung 8), Pilzfruchtkörper (Abbildungen 5 bis 7, 25, siehe auch BLASER 2022) und Epiphyten (siehe auch SCHNYDER 2022). Die Habitatbäume und Baummonumente wurden 2010 flächendeckend erfasst. Das Ergebnis ist in Tabelle 1 dargestellt.

Insgesamt wurden 417 Habitatbäume und Baummonumente, bestehend aus 18 Baumarten, gefunden. Das entspricht 4 % der Stammzahl nach dem letzten Holzschlag (siehe Kapitel 5) oder 13 Stück pro Hektare und einem durchschnittlichen Abstand von 28 Metern.

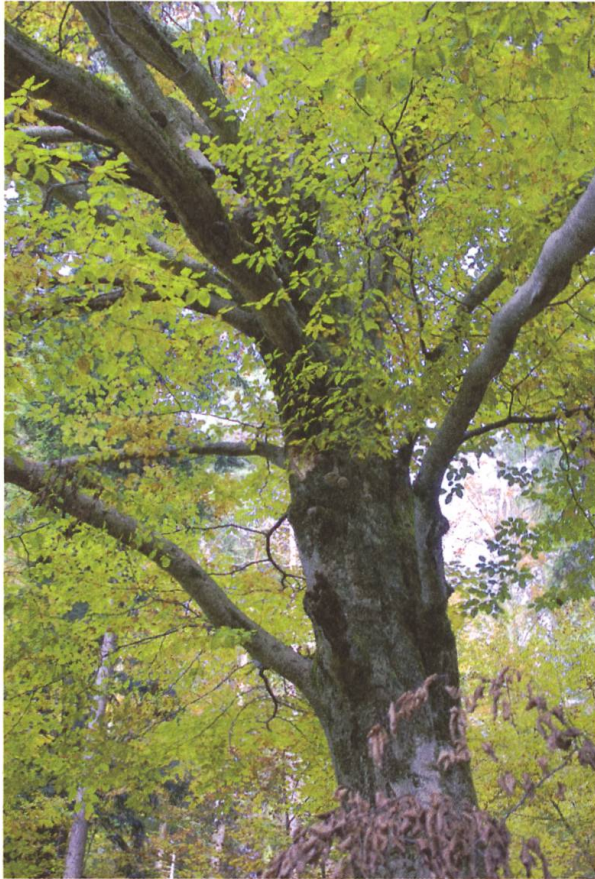


Abbildung 4:
Buche (*Fagus sylvatica*) mit Totaststummel im frühen Zustand eines sich entwickelnden Habitatbaumes im Herbst 2009.



Abbildung 5:
Dieselbe Buche vier Jahre später mit Fruchtkörpern des Zunderschwamms (*Fomes fomentarius*, siehe BLASER 2022). Die Krone ist noch intakt. Der Zunderschwamm ist ein Schwächeparasit und Saprophyt und insbesondere an Buchen ein wichtiger Weissfäuleerreger. Er bildet an diesem Baum Mikrohabitate, aus welchen anlässlich des Holzkäfermonitorings im Jahr 2015 sechs Käferarten herausgezüchtet werden konnten (siehe HUBER & WILD 2022).

Den grössten Anteil stellten mit 41 % die lebenden Habitatbäume, gefolgt von Stehendtotholz (Dürrständer) mit einem Drittel. Trotz seines grossen Anteils lag das Volumen des Stehendtotholzes mit total 157 m³ bzw. 5 m³ pro Hektare deutlich unterhalb des Zielwertes. Das Stehendtotholz setzte sich aus 14 Baumarten zusammen. Die Waldföhre und die Fichte trugen mit je 31 % am meisten dazu bei, gefolgt von der Buche mit 11 %. Bäume mit besonders grossen Dimensionen, also Baummonumente

(Abbildungen 3 und 9), stellten einen Viertel der naturschützerisch besonders bedeutsamen Bäume, die Habitatbäume mit Brüchen 14 % (Abbildungen 4 bis 7, 9 und 22). Die von Misteln (Abbildung 19) befallenen Bäume wurden nicht als Habitatbäume ausgeschieden.

Obwohl die Eiche nur mit einem Anteil von 1.7 % an der Gesamtstammzahl vertreten war, wies sie trotzdem am meisten Habitatbäume und Baummonumente auf, sowohl absolut als auch anteilmässig mit 98 Stück bzw. 23 %. Jede



Abbildung 6:
Im Sommer 2014 brach die Krone dieser Buche ab. Kronen- und Stammbrüche gelten als Mikrohabitate.



Abbildung 7:
Dieselbe Buche im Sommer 2019. Sie ist auch im abgestorbenen Zustand noch vom Zunderschwamm besiedelt.



Abbildung 8:
Ein Baumrarder in einem Riss am Stamm einer 65 cm dicken Waldföhre. Astabbrüche sowie Bruthöhlen und Frasslöcher von Spechten sind weitere Mikrohabitate an diesem Baum.



Abbildung 9:
Diese rund 1.1 Meter dicke und etwa 220 Jahre alte Stieleiche (*Quercus robur*) mit einem Holzvolumen von rund 12 m³ ist ein Baummonument und weist typische Merkmale eines Habitatbaumes auf wie Astbrüche, tote Äste, Mulmhöhlen, Wucherungen und Moosbewuchs. In der Kronenfalle wurden auf dieser Eiche im Jahr 2015 im Rahmen des Holzkäfermonitorings 63 Käferarten mit 314 Individuen gefangen (siehe HUBER & WILD 2022). Dieser Baum erweist sich damit als sehr wertvoller Habitatbaum. Die Eiche gilt bei uns bezüglich der Insektenvielfalt als die wichtigste Baumart. Die Stiel- und Traubeneichen stellen im Waldreservat die meisten inventarisierten Habitatbäume und waren zu Projektbeginn mit insgesamt 186 Stämmen und rund 330 m³ Holzvolumen vertreten.



Abbildung 10:
Die Waldföhre (*Pinus sylvestris*) war zum Startzeitpunkt des Waldreservates mit 712 Stämmen und 1450 m³ Holzvolumen die vierthäufigste Baumart und unter den Nadelbäumen der häufigste Habitatbaum. Das Waldreservat Weid ist ein bedeutendes Reservoir für die Waldföhre in der Sub- und Untermontanstufe des Linthgebietes. Föhren wurden in dieser Region früher für die Herstellung von Wasserleitungsrohren, sogenannten «Teucheln» genutzt.

zweite Eiche wurde in diese Baumkategorie eingeteilt (Abbildung 9). Bei den Nadelbäumen nahm die Waldföhre (Abbildung 10) den Spitzenplatz ein, denn jeder zehnte Baum wurde als Habitatbaum oder Baummonument inventarisiert. Auf den nächsten Rängen folgten Buche und Fichte. Obwohl die Buche mit einem Stammzahlanteil von 30 % zusammen mit der Fichte die häufigste Baumart im Reservat ist, betrug ihr Anteil an den Habitatbäumen und Baummonumenten nur 16 %, da erst 2 % der Bäume dieser Baumart in diese Kategorie fie-

len. Als Ursachen für diese baumartenspezifischen Unterschiede kommen beispielsweise die Wuchsform, die Struktur und der Chemismus der Rinde, die Trocknisempfindlichkeit, die Widerstandskraft gegen Krankheitserreger und Fäulnispilze sowie die Lebenserwartung in Frage. Auch die bisherige waldbauliche Behandlung kann eine Rolle spielen, indem erst eine gezielte langfristige Schonung eines Baumes, wie sie möglicherweise bei den Eichen praktiziert wurde, ein hohes Baumalter ermöglicht.

5 Vorbereitender letzter Holzschlag und Holzvorrat danach

Das Waldreservat war vor seiner Inkraftsetzung nach den Richtlinien der periodisch aktualisierten Betriebspläne forstlich bewirtschaftet worden. Gleichförmige mittelalte Waldbestände mit einförmiger Baumartenzusammensetzung zeugen von eher flächigen, grösseren Holzschlägen. Teilweise wurden die Schlagflächen mit Fichten bepflanzt. Später erfolgten die Holzschläge einzelstammweise in Form von Durchforstungen. Da auch Energieholz bereitgestellt wurde, präsentierte sich der Wald bei der Gründung des Reservates «aufgeräumt». Der Mangel an Totholz und der relativ hohe Anteil von jüngeren Fichtenbeständen widersprachen den Zielen des Waldreservates. Deshalb wurde vor dessen Start noch einmal auf der ganzen Fläche ein Holzschlag ausgeführt. Damit wurde bezweckt, die natürliche Waldentwicklung rascher und besser in die gewünschte Richtung zu lenken, das heisst

- ein Startkapital an liegendem Totholz schaffen,
- den Laubbaumanteil erhöhen und Fichtenbestände, welche die Zielerreichung beeinträchtigen, entfernen,
- Zielbaumarten wie Eiche (Abbildung 9), Linde, Nussbaum, Edelkastanie, Schwarzerle und Waldföhre (Abbildung 10) durch Entnahme einzelner konkurrierender Bäume begünstigen und damit auch die Resilienz des Waldreservates gegenüber dem Klimawandel verbessern,
- den Waldrand pflegen.

Im Januar 2010 wurden 2729 Stämme mit 2430 Kubikmeter Holzvolumen, aufgeteilt in 81 % Nadel- und 19 % Laubholz, zur Nutzung angezeichnet. Der Holzschlag wurde zwischen dem Spätsommer 2011 und Februar 2012 ausgeführt. Der Gesamtvorrat wurde um 21 %, jener der Fichte um 39 % reduziert. Nach dem Holzschlag betrug die Stammzahl 10'271 Stück, was 311 Stück pro Hektare entspricht. Der Holzvorrat fiel auf 278 Kubikmetern pro Hektare und lag damit 30 % unter dem damaligen Durchschnitt im Schweizer Mittelland. Die Basalfläche war dementsprechend ebenfalls tief mit einem Wert von 27 m² pro Hektare. Der Fichtenanteil sank auf etwa ein Viertel des Gesamtvorrates. Rund hundert gefälltte Stämme mit mindestens 40 cm Durchmesser, hauptsächlich Buchen, aber niemals Fichten, wurden liegen gelassen als Startkapital für Liegendtotholz (Abbildungen 11 und 12). Nach Süden exponierte Waldländer wurden auf einer Länge von 1.2 Kilometern aufgewertet, was rund einem Drittel der gesamten Waldrandlänge entspricht (Abbildung 13). Beim Holzschlag wurden keine Habitatbäume und keine Baummonumente gefällt. Der Schutz des Waldbodens hatte höchste Prio-

Abbildung 11:

Gezielt liegen gelassene, am Stammfuss 40 cm dicke Buche unmittelbar nach dem Holzschlag. So wurde schon am Start des Waldreservates ein Vorrat an liegendem Totholz geschaffen.





Abbildung 12:
Derselbe Buchenstamm ist neun Jahre später im fortgeschrittenen Zersetzungsstadium 4 angelangt und weist Fruchtkörper des Zunderschwammes (*Fomes fomentarius*) und der Schmetterlingstramete (*Trametes versicolor*) auf. Der Zersetzungsprozess verläuft nicht überall am Stamm gleich schnell. Einzelne Partien sind bereits Mulmholz, bei welchem die Holzstruktur nicht mehr sichtbar ist.



Abbildung 13:
Anlässlich des letzten Holzschlages aufgewerteter Waldrand mit deutlich erkennbaren Buchten.

rität, weshalb das Holz in zwei für die Befahrbarkeit empfindlichen Gebieten mit einem Seilkrane an die Waldstrasse transportiert wurde. Die Ziele dieses Holzschlages wurden erreicht.

Obwohl der Holzschlag nicht subventioniert oder mit anderen Finanzmitteln unterstützt und obwohl auf die Nutzung und den Verkauf voluminöser Wertträger wie Douglasien und Lärchen mit 2.2 bzw. 1.8 m³ mittlerem Stammvolumen konsequent verzichtet wurde, resultierte trotzdem ein bedeutender Netto-Erlös. Dieser Wald könnte also gewinnbringend bewirtschaftet werden. Deshalb wird der finanzielle Ausfall infolge des Nutzungsverzichtes durch das Kantonsforstamt entschädigt, und das Kloster Wurmsbach erleidet keinen wirtschaftlichen Nachteil.

Die Stammzahl- und Vorratsverteilung über die Baumdurchmesser nach diesem letzten Holzschlag, also am Beginn der natürlichen Waldentwicklung, sind in den Abbildungen 14 und 15 dargestellt, getrennt für die Laub- und Nadelbäume. Da es sich um aggregierte Werte aus heterogenen Straten handelt, werden diese Häufigkeitsverteilungen nicht weiter kommentiert. Für die Biodiversität besonders wertvoll gelten Laubbäume mit mehr als 50 cm und Nadelbäume mit mehr als 70 cm Durchmesser. Bei den Laubbäumen erfüllten 4.5 und bei den Nadelbäumen 11.1 Stämme pro Hektare dieses Kriterium. Die insgesamt 15.6 Starkholzstämme pro Hektare entsprachen den Anforderungen des BAFU bereits sehr gut. Die Baumart mit dem durchschnittlich grössten Stamminhalt war mit 3.4 m³ die Waldföhre (Abbildung 10), bei den Laubbäumen mit 1.8 m³ erwartungsgemäss die Eiche (Abbildung 9). Interessant ist der Vergleich der Eichen mit den übrigen Baumarten. Ein Viertel der Eichen hatte einen Stammdurchmesser von mehr als 50 cm, gegenüber nur 10% bei allen übrigen Bäumen zusammengenommen. Dies stützt die Beobachtung, wonach sich die Eichen an der Oberschicht beteiligen und eine mitherrschende Stellung einnehmen können, also gegenüber der Buche und den Nadelbäumen konkurrenzfähig sind.

Die Auflockerung des Kronendaches durch den Holzschlag bewirkte einen enormen Ver-

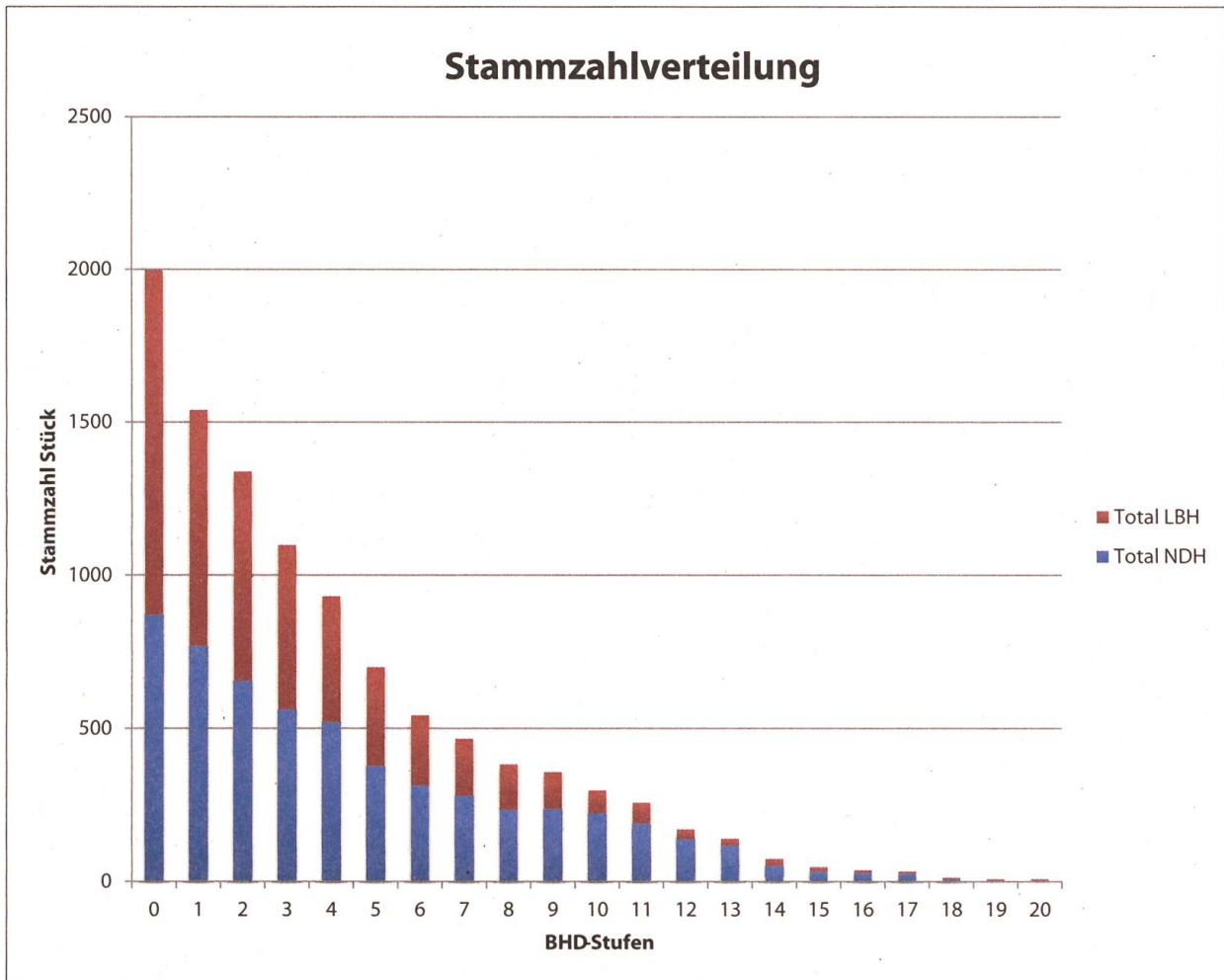


Abbildung 14:

Stammzahlverteilung nach Ausführung des Holzschlages beim Start der natürlichen Waldentwicklung. Es handelt sich um Absolutwerte. BHD=Brusthöhendurchmesser. Die Bäume wurden ab 12 cm BHD aufgenommen und von diesem Schwellenwert an aufwärts in 4 cm – Intervalle eingeteilt: Stufe 0: BHD 12–16 cm, Stufe 1: BHD 16–20 cm, Stufe 2: 20–24 cm, Stufe 3: 24–28 cm, Stufe 4: 28–32 cm, Stufe 5: 32–36 cm, Stufe 6: 36–40 cm, Stufe 7: 40–44 cm, Stufe 8: 44–48 cm, Stufe 9: 48–52 cm, Stufe 10: 52–56 cm, Stufe 11: 56–60 cm, Stufe 12: 60–64 cm, Stufe 13: 64–68 cm, Stufe 14: 68–72 cm, Stufe 15: 72–76 cm, Stufe 16: 76–80 cm, Stufe 17: 80–84 cm, Stufe 18: 84–88 cm, Stufe 19: 88–92 cm, Stufe 20: 92–96 cm. LBH=Laubholz, NDH=Nadelholz.

jüngungsschub, vor allem bei den Buchen, Bergahornen, Eschen, Weisstannen, Fichten und Waldföhren. Bemerkenswert ist auch die derzeit teilweise üppige Verjüngung der Eichen. Die Verjüngungen speisen sich hauptsächlich aus den Samenbäumen im Reservat. Viele Verjüngungen weisen eine sehr hohe Stammzahldichte auf und sind aus mehreren Baumarten, also gemischt zusammengesetzt. Es wird lehrreich sein,

zu verfolgen, wie sich die Konkurrenz zwischen den Baumarten auswirkt und zu welchen Baumartenmischungen und Waldstrukturen die natürliche Waldentwicklung schlussendlich führt.

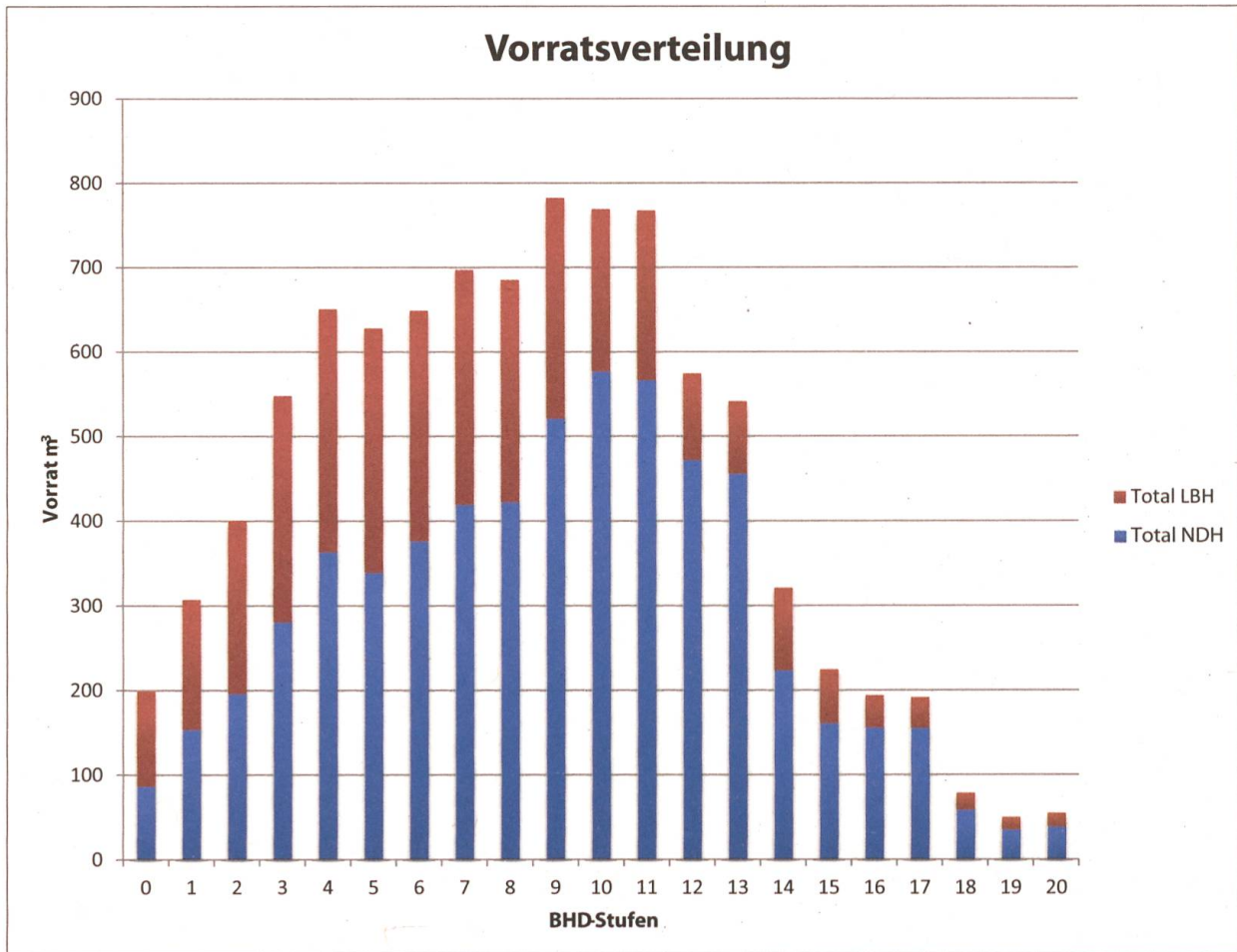


Abbildung 15:
Vorratsverteilung nach Ausführung des Holzschlages beim Start der natürlichen Waldentwicklung.
Weitere Erläuterungen siehe Legende zu Abbildung 14.

6 Mortalität der Bäume

6.1 Einleitung

Die Bäume sterben im Waldreservat wie vorhergehend erläutert ausschliesslich auf natürliche Art ab. Die Mortalität ist ein Indikator für den Verlauf dieses Prozesses und betrifft alle Altersphasen der Bäume. Nachfolgend wird die Mortalität ab der Entwicklungsstufe des Stangenholzes betrachtet. Bei möglichst allen abgestorbenen, über 12 cm dicken Bäumen wurden seit dem Start des Reservates im Jahr 2010 bis Ende des Jahres 2021, also während 12 Jahren, der Absterbezeitpunkt, die Baumart, der Stamm-

durchmesser, die Koordinaten und Hinweise zu möglichen Todesursachen aufgenommen. In 10 % der Fälle, vor allem wenn Fäulnis oder Konkurrenz zwischen den Bäumen als Todesursache mit in Betracht gezogen wurde, war keine eindeutige Differentialdiagnose möglich. Der Absterbeprozess wurde oftmals fotografisch dokumentiert, teilweise während mehrerer Jahre und mehrmals pro Jahr. Die abgestorbenen Bäume wurden laufend erfasst, so dass Analysen mit der Auflösung von einem einzelnen Jahr möglich sind. Das Absterben der Bäume kann auch räumlich dargestellt werden. Ausgeführt wurden diese Erhebungen von Rolf Ehrbar in der Freizeit.

Neben der Konkurrenz um die natürlichen Ressourcen sowie Krankheiten und Schadorganismen beeinflussen auch das Klima und Wettereinflüsse die Vitalität und die Mortalität der Bäume. Ein besonders einschneidendes Jahr seit dem Start des Waldreservates war 2018, in der Schweiz das bis zum damaligen Zeitpunkt wärmste und in der Ostschweiz von April bis November das trockenste seit Messbeginn. Schon anfangs Januar verursachte der Orkan «Burglind» mit Böenspitzen wie bei «Lothar» in den umliegenden Wäldern grosse Schäden, betraf das Waldreservat aber vergleichsweise wenig (Abbildung 16). Die Periode von April bis November war extrem trocken, mit Ausnahme des Monats August. In diesem Zeitraum verzeichnete die Messstation Rapperswil-Jona beim Niederschlag mit 667 Millimetern nur 62 % des Normalwertes und ein monatliches Minimum von 13 % im April und 18 % im Juli. Einzig im August wurde der Soll-Wert übertroffen. Diese Periode war auch zu warm. Beide Faktoren führten bei den Waldbäumen zu Problemen beim Wasserhaushalt. Die Produktion vieler Früchte dürfte die Fichten, Weisstannen und Buchen in diesem Jahr zusätzlich geschwächt haben (WOHLGEMUTH et al. 2020).

Mit 53 % bzw. 17 % trugen die Fichte und die Weisstanne bisher am meisten zum neu entstandenen Totholzvolumen bei. Aus diesem Grund und weil bei der Mortalität dieser beiden Baumarten ein enger Zusammenhang mit dem Trockenjahr 2018 vermutet wird, widmen sich die folgenden Ausführungen besonders ausführlich der Fichte und der Weisstanne.

6.2 Fichte

Die Fichte war mit Anteilen von 29 % an der Stammzahl und von 26 % am Holzvorrat zusammen mit der Buche die häufigste Baumart beim Start der natürlichen Entwicklung des Waldreservates, also nach dem letzten Holzschlag. Obwohl der Orkan «Burglind» im Reservat nur einen geringen Sturmholzanfall verursachte, wurden im Sommer und Herbst 2018 und in den beiden Folgejahren viele Fichten vom Fichtenborkenkäfer («Buchdrucker», *Ips*



Abbildung 16:
Windwurffläche nach dem Orkan «Burglind» im Januar 2018.



Abbildung 17:
Im Jahr 2018 entstandenes Käfernest, eine Gruppe von Fichten, welche vom «Buchdrucker» *Ips typographus* abgetötet wurden, aufgenommen im Februar 2021.

typographus) befallen und abgetötet (Abbildung 17). Der Buchdrucker besiedelt im Normalfall geschwächte Bäume und erst bei grossen Populationen auch gesunde. Da die Fichten im Jahr 2018 einem aussergewöhnlichen Trockenstress unterworfen waren, gab es für ihn ein grosses Angebot an geeigneten Brutbäumen. Bemerkenswerterweise fielen in den Jahren vor 2018 praktisch keine Bäume dem Buchdrucker zum Opfer, und insgesamt entstanden nur 23 m³ Fichtentotholz, was 3.5 % des bisherigen Totholzanfalls bei dieser Baumart entspricht. Der Buchdrucker reagierte beim Eintreten der für ihn günstigen Bedingungen sehr rasch. In den Jahren 2018 bis 2020 starben 191 Fichten mit 553 m³ Volumen infolge Borkenkäferbefalls. Dies entspricht 84 % des gesamten Fichtentotholzes oder 23 % des Holzvorrates der Fichte unmittelbar nach dem letzten Holzschlag. Mit 8 % figuriert an zweiter Stelle der Windwurf als Todesursache bei der Fichte. Die Mortalitätsrate in Bezug auf die Stammzahl betrug bei dieser Baumart im Durchschnitt 0.77 % pro Jahr (Abbildung 26). Von den abgestorbenen Bäumen wiesen 44 % einen Stammdurchmesser von über 50 cm auf, bei den lebenden nur 9 %. In den Jahren 2018 bis 2020 entstanden drei grosse, flächige Käfernester (Abbildung 17) mit jeweils rund 50 abgestorbenen Bäumen, während in gemischten Beständen fast kein Käferholz anfiel. Streuschäden betrafen in dieser Periode nur 23 % der abgestorbenen Fichten. In

den benachbarten Forstrevieren und im übrigen Linthgebiet verlief die Käferholzentwicklung ab dem Jahr 2018 bis 2020 stark steigend (gemäss den freundlicherweise von Stefan Buob, Kantonsforstamt, zur Verfügung gestellten Erhebungszahlen), während im Waldreservat schon 2019 die Spitze erreicht wurde und der Befall 2020 bereits wieder auf das Niveau von 2018 sank (Abbildungen 23 und 26). Das Befallsmuster im Waldreservat unterscheidet sich somit grundlegend von demjenigen der umliegenden, bewirtschafteten Wälder. Die Selbstregulation im Waldreservat ist bemerkenswert, wurde aber möglicherweise zum Preis eines hohen Totholzanfalls erkaufte. Die rasche, natürliche Eindämmung des Borkenkäferbefalls dürfte vermutlich vor allem der Reduktion bruttauglicher Fichtenbestände zu verdanken sein. Möglicherweise trugen auch das beachtliche Artenspektrum der Antagonisten (siehe HUBER & WILD 2022), weitere Fressfeinde wie Spechte sowie Parasiten dazu bei. Innerhalb eines Jahres fielen bei den befallenen Fichten alle Nadeln ab. Schon eineinhalb Jahre nach dem Borkenkäferbefall erfolgte oftmals ein Kronenbruch, was das Angebot an Liegendtotholz markant vergrösserte. Die erneute Zunahme des Totholzanfalles in Bezug auf die Stammzahl im Jahr 2021 (Abbildung 26) ist hauptsächlich auf den starken Schneefall im Januar zurückzuführen, welcher bei vielen dünnen Fichten Stammbrüche verursachte, volumemässig allerdings nicht ins Gewicht fiel.



Abbildung 18:
Die roten, abgestorbenen Nadeln und die von oben nach unten beginnende Entnadelung dieser Weisstanne dürften Trocknissymptome sein.

6.3 Weisstanne

Die Weisstanne ist nach der Fichte und der Buche die dritthäufigste Baumart im Waldreservat. Ihr Anteil an der Stammzahl und am Holzvorrat betrug beim Startzeitpunkt des Reservates nach dem letzten Holzschlag rund 15 %. Die grösste Mortalität wies sie wie die Fichte im Jahr 2019 auf (Abbildungen 23 und 26). Die Mortalitätsrate vervierfachte sich in diesem Jahr gegenüber dem Durchschnitt der Beobachtungsperiode von 0.40 % auf 1.6 %. Im Trockenjahr 2018 war die Mortalität nur leicht angestiegen auf 0.33 %. Insgesamt starben 55 %

der Weisstannen stehend ab. Bei 64 % dieser Bäume wurde auf Grund der roten Nadelverfärbung (Abbildung 18) und des Nadelfalls Trockenheit als primäre Todesursache vermutet. 56 % der Weisstannen mit dieser Diagnose starben allein im Trockenjahr 2018 und im Folgejahr, also in nur 17 % der Beobachtungszeit, und 84 % zwischen 2018 und 2021.

Viele grosse Weisstannen im Waldreservat weisen seit längerem einen Befall mit der Mistel auf (*Viscum album ssp. abietis*, Abbildungen 19 und 20). Möglicherweise hat dieser immergrüne Halbparasit einzelne Bäume für das Absterben infolge Trockenheit prädisponiert, was damit zu erklären wäre, dass die Mistel besonders stark transpiriert, auch noch bei Trockenstress des Wirtsbaumes (NIERHAUS & LAWRENZ 1997). Von den stehend abgestorbenen Weisstannen waren fast 40 % an den Ästen im oberen Kronenbereich und manchmal auch am Stamm von der Mistel besiedelt, teilweise extrem stark (Abbildungen 19 und 20). 87 % der stehend mit Mistelbefall abgestorbenen Weisstannen starben erst ab dem Trockenjahr 2018. Der Wasserbedarf der Mistel und das grosse Niederschlagsdefizit erhöhten möglicherweise auch die Anfälligkeit der Weisstannen gegenüber dem Krummzahnigen Weisstannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens*), dessen Befalls-symptome (NIERHAUS-WUNDERWALD 1995) im Jahr 2019 nachgewiesen werden konnten. Der Krummzahnige Weisstannenborkenkäfer tritt nur in extremen Trockenjahren deutlich in Erscheinung. Er ist ebenfalls ein Schwächeparasit, wird aber zum Teil auch als primär auslösender Faktor bei Trockenstress betrachtet und kann die befallenen Bäume abtöten. Es ist nicht möglich zu beurteilen, ob diese Weisstannen nicht auch ohne Misteln oder den Krummzahnigen Weisstannenborkenkäfer abgestorben wären.

Weitere häufige Todesursachen waren mit einem Anteil von 16 % Schneedruck und -bruch und in 14 % der Fälle Windwurf und -bruch. Bei 8 % der abgestorbenen Weisstannen konnte die Ursache nicht bestimmt werden.

Bisher starben insgesamt 71 Weisstannen mit 206 m³ Holzvolumen. Das entspricht 14 % des

Abbildung 19:

Extrem starker Befall einer Weisstanne mit Misteln (*Viscum album ssp. abietis*) im Frühling 2021. Die Mistel ist wirtsspezifisch und wächst im Waldreservat meistens auf der Weisstanne. Der abgebildete obere Kronenteil ist weitgehend entnadelt, während der untere Kronenbereich zu diesem Zeitpunkt noch das grüne Nadelkleid trug. Dieser über ein Meter dicke Baum steht auf einem Boden mit sehr guter Wasserversorgung und hat das Trockenjahr 2018 überlebt. Solche Bilder sind zur Zeit in der Sub- und Untermontanstufe verbreitet anzutreffen. Die Mistelsamen werden vor allem von der Misteldrossel verbreitet. Beim Vogelmonitoring im Jahr 2015 wurden vier Brutreviere dieser Art festgestellt. Auch die Mönchsgrasmücke verbreitet die Mistelsamen und zählte 2015 mit 26 Revieren zu den häufigsten Brutvögeln im Reservat.



Abbildung 20:

Mit solchen Kanälen im Stammholz der Weisstanne stellen die Senker der Misteln die Verbindung zum Wasserleitsystem des Wirtsbaumes her. Im Bild der abgebrochene Kronenteil einer im Jahr 2019 abgestorbenen, 50 cm dicken Weisstanne.

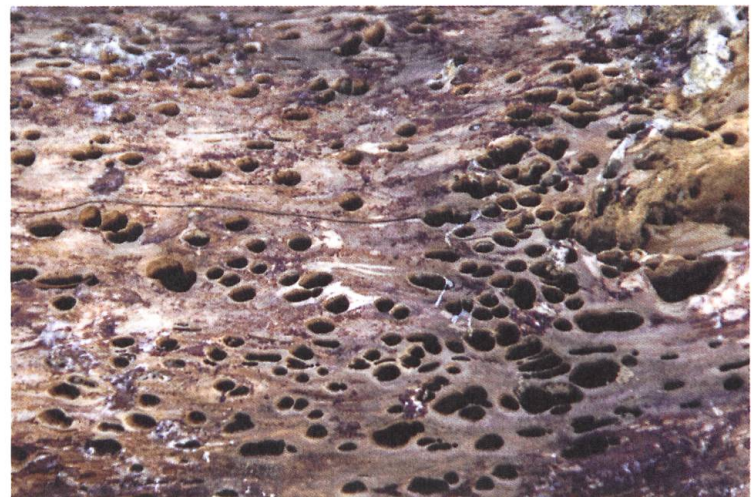




Abbildung 21:
Früher Laubfall einer Buche im August 2018.
Dieser Baum starb nicht ab.

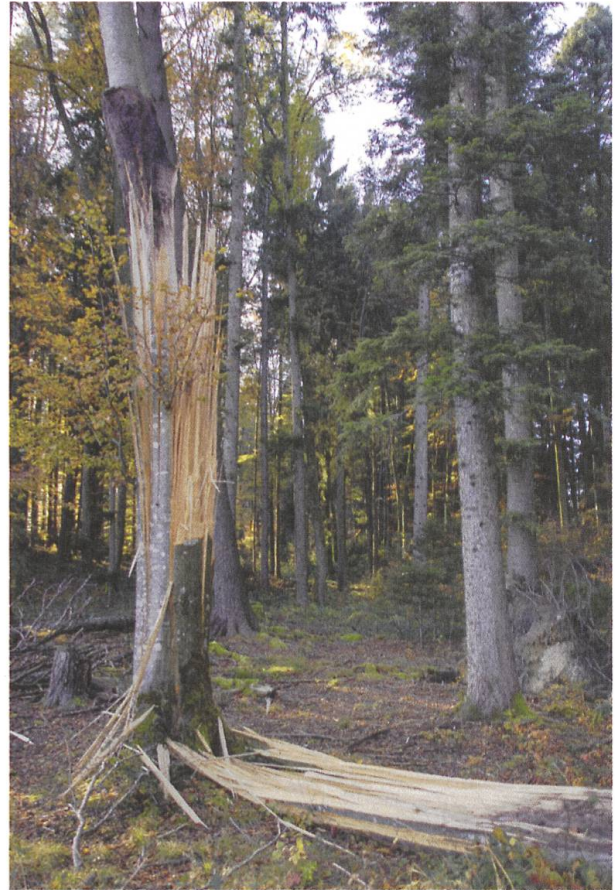


Abbildung 22:
Der Stamm dieser 56 cm dicken Buche brach unter der Schneelast beim Nassschneefall anfangs November 2014. Das Foto wurde unmittelbar nach dem Ereignis aufgenommen, weshalb das Holz noch frisch ist. Kronen- und Stammbrüche gelten als Mikrohabitate.

Vorrates dieser Baumart nach dem letzten Holzschlag, und bezüglich der Stammzahl einer durchschnittlichen Mortalitätsrate von 0.40 % pro Jahr. Mehr als 50 cm dick und somit in der Oberschicht waren fast zwei Drittel aller abgestorbener Weisstannen, ebenfalls 72 % der mutmasslich wegen Trocknis sowie alle mit Mistelbefall abgestorbenen Tannen. Bei den lebenden Bäumen sind nur 16 % über 50 cm dick.

Die zahlreichen abgestorbenen Fichten und Weisstannen erhöhten die Anzahl der Dürrestränder beträchtlich, was auch zu einer grösseren Menge von Liegendtotholz führte. Durch den Wegfall ihrer konkurrierenden Baumkronen werden seltenere und in Bezug auf die Bio-

diversität besonders wertvolle Baumarten begünstigt. So profitiert die grosse Eiche in Abbildung 9 beispielsweise davon, dass die direkt neben ihr stehende, 70 cm dicke Weisstanne im Jahr 2019 abgestorben ist, was der Eiche nachhaltig zu mehr Kronenraum verhilft.

6.4 Buche

Die Buche ist gemeinsam mit der Fichte die häufigste Baumart im Reservat. Ihr Anteil an der Stammzahl beträgt 30 % und am Holzvorrat 21 %. Die Buche entwickelte im Linth-/Wallenseegebiet im Sommer 2018 auf im Vergleich zum Waldreservat noch niederschlagsärmeren,

flachgründigen Standorten starke Trocknissymptome. Im Waldreservat Weid deutete signifikanter Laubfall von noch grünen oder nur leicht verfärbten Blättern im Juli und August (Abbildung 21) auf Trockenstress hin (WOHLGEMUTH et al. 2020). Die Mortalität erreichte in diesem Jahr mit 11 abgestorbenen Bäumen und 22 m³ Totholz anfall (Abbildung 23) den bisherigen Maximalwert, was bezüglich der Stammzahl einer Mortalitätsrate von 0.36 % entspricht. Die Ursachen für das Absterben der Buchen waren Stürme, die Schneelast (Abbildung 22) und bei 40 % der stehend abgestorbenen Bäume vermutlich die Folgen der Trockenis 2018. Des Weiteren bestehen nicht zuverlässig eruierbare Gründe, wobei einige Male starker Pilzbefall beobachtet wurde. Die auf die Stammzahlen bezogene Mortalitätsrate betrug im Durchschnitt 0.12 % pro Jahr (Abbildung 26), was dem tiefsten Wert der Baumarten entspricht.

6.5 Esche

Das in ganz Europa grassierende Eschentriebsterben führte auch im Waldreservat zu einer erhöhten Mortalität der Esche. Bisher fielen insgesamt 94 m³ Totholz an, was 23 % des Holzvorrates dieser Baumart nach dem letzten Holzschlag und einer durchschnittlichen Mortalitätsrate von 1.0 % pro Jahr entspricht. Die Esche weist damit die höchste Mortalitätsrate der betrachteten Baumarten auf. Das Triebsterben war für 46 % der abgestorbenen Eschen verantwortlich. Obwohl sie nur mit rund 5 % Mischungsanteil vertreten sind, wird es aufschlussreich sein, zu beobachten, welche und wie viele Eschen sich langfristig als tolerant gegenüber dieser Krankheit erweisen und gesund bleiben.

6.6 Weitere Baumarten

Bei den Eichen starb durchschnittlich ein Baum jährlich ab. Betroffen waren Eichen mit einem Durchmesser zwischen 25 und 55 cm, also keine Baummonumente. In diesem Durchmesserbereich befinden sich 69 % der Eichen. Ein Drittel

starb stehend ab und blieb lange Zeit als Habitatbaum erhalten, länger als bei anderen Baumarten. Todesursachen waren Windwurf, Schneedruck und Fäulnis. In 42 % der Fälle konnte der Grund für das Absterben nicht zuverlässig eruiert werden. Keine der 40 aufgenommenen Linden ist bisher abgestorben und von den 131 Douglasien nur eine einzige. Diese drei Baumarten sind in Bezug auf den Klimawandel besonders interessant.

6.7 Mortalität insgesamt

Bisher starben von 16 Baumarten total 560 Bäume mit 1256 m³ Stammvolumen ab. Dies entspricht 3.2 m³ pro Hektare und Jahr. Der Durchschnitt der jährlichen Mortalität, bezogen auf die Stammzahl der jeweils anfangs Jahr noch lebenden Bäume mit Brusthöhendurchmessern von mehr als 12 cm, beträgt 0.46%. Der mittlere Stamminhalt der abgestorbenen Bäume war mit 2.24 m³ zweieinhalb Mal so gross wie derjenige sämtlicher lebender Bäume von 0.9 m³. Diesen Werten für den so genannten Massenmittelstamm entsprechen Stammdurchmesser von 50 cm bzw. 34 cm. Diesen Grösseunterschied zwischen den abgestorbenen und den lebenden Bäumen veranschaulichen auch die Mediane und die arithmetischen Mittelwerte der Stammdurchmesser. Bei den abgestorbenen Bäumen liegt der Median bei 40 cm, bei den lebenden bei 24 cm. Die arithmetischen Mittelwerte sind 4 bis 6 cm grösser und betragen 46 cm bzw. 28 cm. Auch bei diesen beiden Parametern unterscheiden sich die abgestorbenen Bäume deutlich von den lebenden. Dass die abgestorbenen Bäume im Durchschnitt dicker sind als die lebenden zeigt zudem der Vergleich der Häufigkeitsverteilungen der Stammzahlen über die Durchmesserklassen. Oberhalb 36 cm Stammdurchmesser ist der prozentuale Anteil bei den abgestorbenen Bäumen in allen Durchmesserklassen höher als bei den lebenden. Diese Zahlen belegen, dass die Mortalität mehrheitlich die dickeren Bäume betraf. Die unmittelbare Erklärung dafür ist, dass die Mortalitätsrate mit zunehmendem Baumdurchmesser steigt. Dies ist oberhalb 60 cm Stammdurch-

messer besonders ausgeprägt der Fall. Der Zusammenhang zwischen Durchmesser und Mortalität ist statistisch sehr eng, wie das Bestimmtheitsmass der Regressionsfunktion zeigt. Biologisch ist diese Beziehung indirekter Natur, komplex und baumartenabhängig. Die Standorttauglichkeit der Bäume, die Bestandesgeschichte und, wie vorhergehend bei der Fichte und Weisstanne gezeigt, die Interaktion zwischen den prädisponierenden und auslösenden Mortalitätsfaktoren spielen eine Rolle. Einzelne Bäume wie diejenigen in den Abbildungen 3 und 9 können trotz allem aussergewöhnlich dick werden und auch noch im sehr hohen Alter gesund bleiben. Das sind besonders wertvolle Baummonumente und Habitatbäume.

Das neu entstandene Totholzvolumen liegt deutlich unter dem laufenden Holzzuwachs, welcher seit dem letzten Holzschlag auf rund 8 m³ pro Hektare und Jahr geschätzt wird, so dass der Holzvorrat in der Beobachtungsperiode zu genommen hat.

Die mutmasslichen Mortalitätsursachen sind vielseitig, wobei wie gezeigt prädisponierende und auslösende Faktoren miteinander verknüpft sind. Deshalb kann die Mortalität zwischen einzelnen Jahren und zwischen den Baumarten sehr unterschiedlich ausfallen (Abbildungen 23 und 26). Nachfolgend werden nach abnehmender Häufigkeit die eindeutigen Mortalitätsursachen (Wind, Schnee, Buchdrucker, Eschentriebsterben) und die anderen Beobachtungen aufgelistet, bei welchen ein Zusammenhang mit dem Absterben der Bäume aber nur vermutet werden kann. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Stammzahlen und die zwölf Untersuchungsjahre zwischen 2010 und 2021:

Absterben von Fichten durch den Buchdrucker:	35%
Einfluss von Wind:	19%
Belastung durch Schnee:	14%
Eschentriebsterben:	10%
Trocknis als alleiniger Faktor:	5%
Absterben durch Kombination von Trocknis und Befall von Weisstannen mit der Mistel oder mit dem Krummzahnigen Weisstannenborkenkäfer:	4%

Übrige:	3%
ohne besondere Beobachtungen/ keine Ursache erkennbar:	10%

Die Trockenheit im Jahr 2018 begünstigte den Befall der Fichten und Weisstannen durch den Buchdrucker beziehungsweise den Krummzahnigen Weisstannenborkenkäfer und verstärkte den negativen Einfluss der Misteln auf die Weisstannen. Somit könnte die Niederschlagsarmut 2018 direkt und indirekt für bis zu 44% der abgestorbenen Bäume mitverantwortlich sein.

Drei Viertel der Bäume starben stehend ab. Ein Sechstel der Stämme stürzte samt dem Wurzelstock um oder brach am Stammfuss ab und wurde so zu liegendem Totholz. In knapp 10% der Fälle brach der Stamm infolge Wind- und Schneebelastung, was sowohl zu Stehend- als auch Liegendtotholz führte (Abbildungen 24 und 25). Somit entstand aus den frisch abgestorbenen Bäumen rund 80% Stehend- und 20% Liegendtotholz. Das Angebot an Habitatbäumen verdoppelte sich dank der Dürrestände. Der Vorrat an Stehendtotholz allein wurde sogar versechsfacht auf etwa 30 m³ pro Hektare. Liegendtotholz ist bereits in allen Zersetzungsphasen vorhanden, vom Frischholz bis zum Stadium des Mulmholzes, sowohl dank natürlicher Entstehung als auch wegen der gezielt liegen gelassenen Baumstämme beim letzten Holzschlag (Abbildungen 11, 12, 24 und 25).

Wird die Mortalitätsrate jährlich so berechnet, dass die Anzahl der im betreffenden Jahr abgestorbenen Bäume in Bezug zu den lebenden am Jahresbeginn gesetzt wird, zeigt sich ebenfalls, wie stark die Fichte und die Weisstanne unter dem Trockenjahr 2018 litten (Abbildung 26). Mit 5.6% bzw. 1.6% stieg die jährliche Mortalitätsrate im Folgejahr 2019 auf den Maximalwert dieser beiden Baumarten, was dem Sieben- bzw. Vierfachen des Durchschnittswertes in der Beobachtungsperiode entsprach. Der Höchstwert bei der Fichte war die höchste jährliche Mortalitätsrate überhaupt unter den betrachteten Baumarten. Der Verlauf der Mortalitätsrate der Buche ist im Vergleich zu jener von Fichte und Tanne gedämpft und erreichte

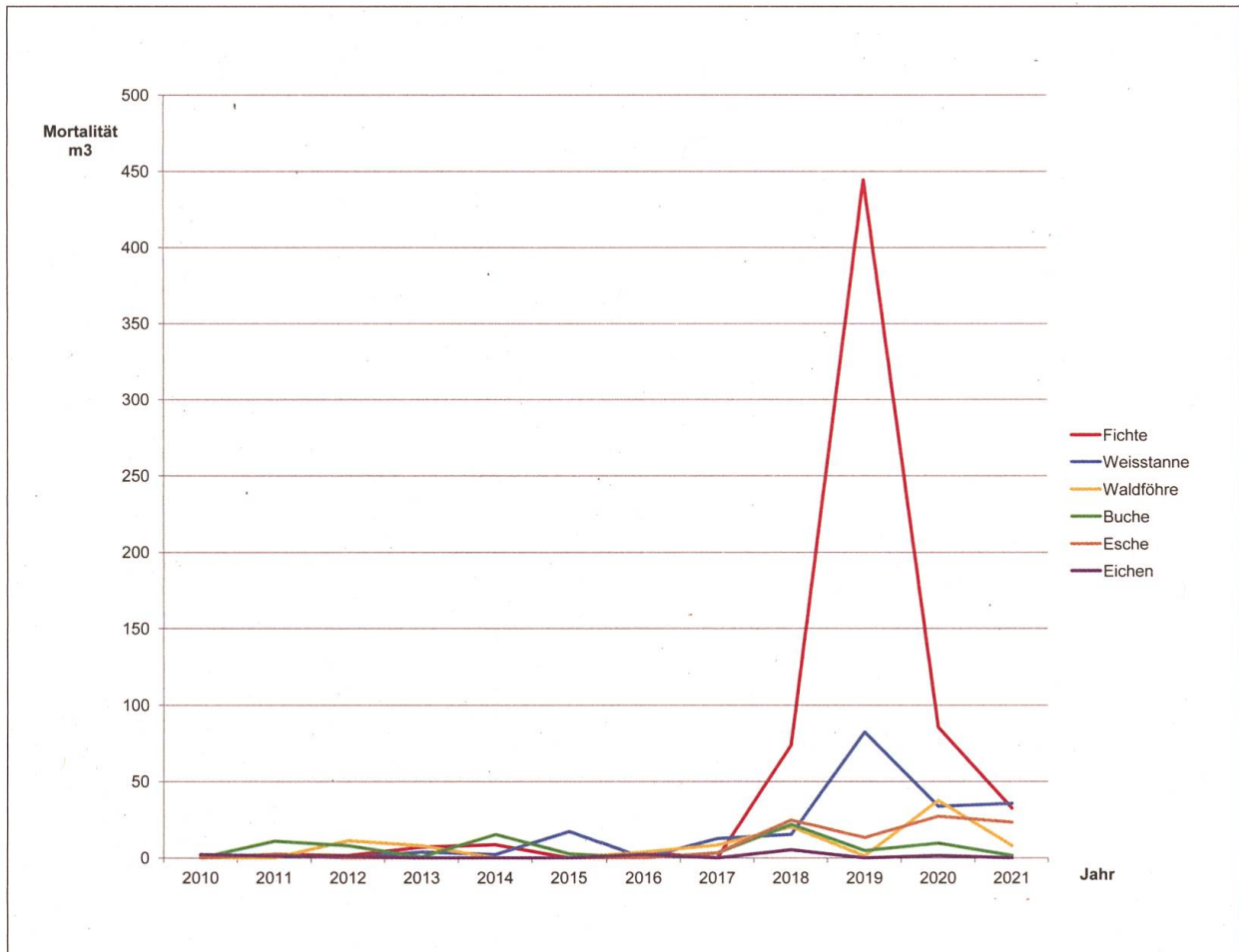


Abbildung 23:

Mortalität der vier häufigsten Baumarten während der bisherigen Betriebsdauer des Waldreservates, gemessen als jährlich abgestorbenes Holzvolumen in m^3 . Eine jährliche Mortalitätsberechnung analog zu Abbildung 26 ist nicht möglich, weil der Holzzuwachs zu wenig genau und nicht nach Durchmesserstufen bekannt ist.

bereits im Jahr 2018 mit 0,36 % den Maximalwert. Dies entsprach rund dem Dreifachen des jährlichen Durchschnittswertes bei dieser Baumart. Die Ursachen für das Absterben der Waldföhren sind vielfältig und konnten in 45 % der Fälle nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Die durchschnittliche jährliche Mortalitätsrate betrug bei dieser Baumart 0,50 %.

Das Absterben der Bäume führte wie vorhergehend gezeigt zu einem bedeutenden Schub an Stehend- und Liegendtotholz und somit auch zu vermehrtem Lichtgenuss für die Bodenvegetation und die Waldverjüngung (Abbildung 27). Vom Absterben der Fichten und Weisstannen

profitierten insbesondere einzelne Eichen, indem der ihnen zur Verfügung stehende Kronenraum vergrößert wurde. Die Analyse der Mortalität verschiedener Baumarten im zeitlichen Verlauf zeigt, dass Prognosen über die Absterbeprozesse kaum möglich sind. Die Mortalitätsrate kann von Jahr zu Jahr und zwischen den Baumarten stark variieren. Faktoren, welche die Mortalität auch in Zukunft maßgeblich mitbestimmen dürften, sind insbesondere der nach wie vor hohe Anteil von Fichten und der eiserne Bestand an Buchdruckern, der starke Befall vieler Weisstannen mit Misteln, die Krankheitserreger bei Esche, Weymouthsföhre und Ulme,



Abbildung 24:
Die Mortalität der Bäume bewirkt eine Zunahme des stehenden und liegenden Totholzes. Die beiden Weisstannen im Hintergrund sind im Jahr 2017 abgestorben und nach etwa eineinhalb Jahren abgebrochen. Der liegende Stamm im Vordergrund ist zum Zeitpunkt der Aufnahme im Frühling 2021 im fortgeschrittenen Zersetzungsstadium 4 angelangt.



Abbildung 25:
Die Krone dieser Buche brach im Herbst 2014 unter der Schneelast. Im Jahr 2018 starb der Baum ab. Die Pilzfruchtkörper gehören zum Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*). Zum Zeitpunkt der Aufnahme dieses Fotos im Frühling 2021 ist der liegende Stamm im Zersetzungsstadium 3 bis 4, im Gipfelbereich und auf der Unterseite stellenweise im Stadium 5 (Mulmholz) angelangt. Dieser Baum liefert rund 3 m³ Totholz. Er ist ein wertvoller Habitatbaum. Beim Holzkäfermonitoring 2015 wurden in der Falle neben diesem Baum 160 Käferarten gefangen (HUBER & WILD 2022). Am liegenden Stamm wurden bisher 17 Pilzarten festgestellt.

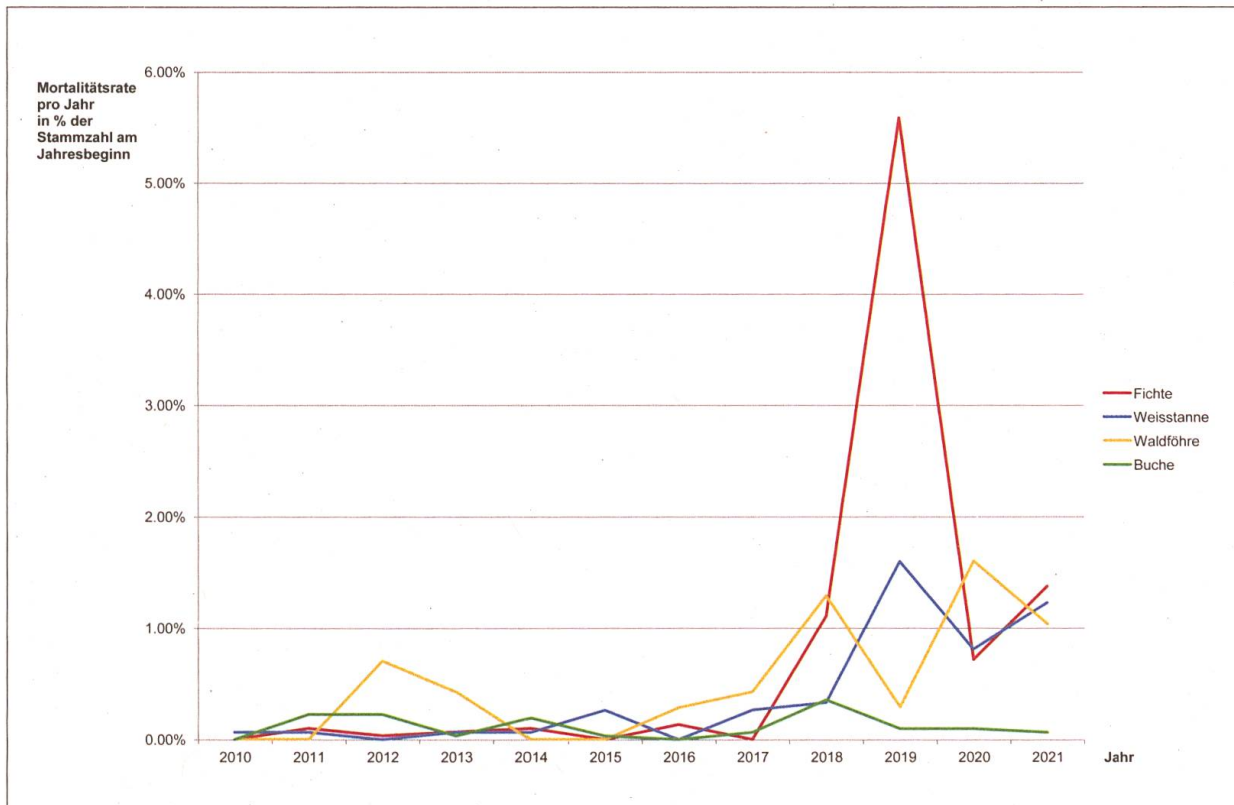


Abbildung 26: Jährliche Mortalitätsrate der vier häufigsten Baumarten. Dargestellt ist der Anteil der pro Jahr abgestorbenen Bäume in Prozent der lebenden am Jahresbeginn. Da diese Grafik auf der Stammzahl basiert, verläuft der Trend im letzten Jahr teilweise anders als in Abbildung 23, wo das Holzvolumen betrachtet wird. Wegen des Einwuchses in die unterste Durchmesserklasse wird die Mortalität tendenziell leicht überschätzt.

Naturereignisse, der Klimawandel, welcher möglicherweise noch weitere Mortalitätsursachen bewirken wird, und vielleicht auch neu eingeschleppte Krankheitserreger. Die derzeit ältesten Bäume im Reservat haben die Lebenserwartung vermutlich noch bei weitem nicht erreicht. Bei ihnen könnten in Zukunft auch Fäulnisprozesse eine grössere und klarer erkennbare Bedeutung erlangen.

7 Schlussbemerkung

Die Erwartungen an das Naturwaldreservat Weid haben sich bisher erfüllt. Es entwickelt sich zu einem in vieler Hinsicht sehr wertvollen Naturobjekt. Das Angebot an Habitatbäumen inklusive Dürrständer und liegendem Totholz

Abbildung 27: Das Absterben von Bäumen und die damit verbundene Öffnung des Kronendaches fördert das Aufkommen der Bodenvegetation und der Verjüngung und führt zu einer differenzierten Waldstruktur und wertvollen Lebensräumen.



hat sich stark vergrössert. Verjüngungen kommen verbreitet vor und sind oft aus verschiedenen Baumarten zusammengesetzt, auch seltene Baumarten fehlen nicht. Die Waldstruktur ist vielfältiger geworden. Stellenweise entstehen ungleichaltrige bis stufige Bestände, und die Länge der inneren Waldränder hat zugenommen. Diese Entwicklungen dürften sich in Zukunft fortsetzen. Erfreulich ist, dass alle dicken, bis über zweihundert Jahre alten Eichen bisher überlebt haben und eine uneingeschränkte Vitalität aufweisen. Diese wertvollen Habitatbäume und Baummonumente bleiben ein prägender Bestandteil des Waldreservates.

Verdankung

Der Klostersgemeinschaft Mariazell Wurmsbach und dem Kantonsforstamt St.Gallen wird auch an dieser Stelle der beste Dank dafür ausgesprochen, dass das Waldreservatsprojekt realisiert und langfristig gesichert werden konnte.

Kantonsoberförster August Ammann danken wir vielmals für die Finanzierung dieses Berichtes mit Mitteln des Kantonsforstamtes St. Gallen.

Literaturverzeichnis

- BLASER, S. (2022): Die Vielfalt totholzbesiedelnder Pilze im Naturwaldreservat Weid. – Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Band 94: 105–118.
- BÜTLER, R., LACHAT, T., KRUMM, F., KRAUS, D. & LARRIEU, L. (2020): Habitatbäume kennen, schützen und fördern. – Merkblatt für die Praxis, Nr. 64. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL Birmensdorf.
- EHRBAR, R. (2022): Einleitung zum Thema Waldreservate. – Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Band 94: 79–80.
- HUBER, B. & WILD, R. (2022): Die Holzkäferfauna des Naturwaldreservats Weid – vom Wirtschaftswald zum Naturwald. – Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Band 94: 129–137.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D. (1995): Rindenbrütende Käfer an Weisstanne. – Merkblatt für die Praxis, Nr. 23. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL Birmensdorf.
- NIERHAUS-WUNDERWALD, D. & LAWRENZ, P. (1997): Zur Biologie der Mistel. – Merkblatt für die Praxis, Nr. 28. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL Birmensdorf.
- SCHYDER, N. (2022): Die Moosflora im Waldreservat Weid. – Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, Band 94: 119–127.
- WOHLGEMUTH, T., KISTLER, M., AYMON, C., HAGEDORN, F., GESSLER, A., GOSSNER, M., QUELOZ, V., VÖGTLI, I., WASEM, U., VITASSE, Y., & RIGLING, A. (2020): Früher Laubfall der Buche während der Sommertrockenheit 2018: Resistenz oder Schwächesymptom? – Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, 171, 257–269.