



Universität für Bodenkultur Wien

Verbiss durch wildlebende Huftiere und Kleinsäuger im Urwald Rothwald

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Master of Science

im Rahmen des Studiums Wildtierökologie und
Wildtiermanagement

Eingereicht von: Julia ZARFL
Matrikelnummer: 00912779

Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft (IWJ)
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Betreuer:
Ao. Univ. Prof. i. R. Dipl.- Ing. Dr. nat. techn. Friedrich Reimoser

Co- Betreuerin:
Mag. Iris Kempter

Wien, Jänner 2018





Universität für Bodenkultur Wien

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen genutzt habe als jene, die im Text und in der Literaturliste erwähnt werden. Ich erkläre weiters, dass alle Personen und Institutionen, die direkt oder indirekt bei der Erstellung der Arbeit geholfen haben, erwähnt sind und dass die Arbeit oder Teile davon an keiner anderen Institution als Abschlussarbeit eingereicht worden ist.

Datum

Unterschrift

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Mag. Iris Kempfer, die die Betreuung und Organisation der Arbeit übernahm und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Auch bei Prof. Dr. Friedrich Reimoser bedanke ich mich für die Betreuung dieser Arbeit und bei Dr. Ursula Nopp- Mayr für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung und die Korrektur.

Ebenso möchte ich mich für die Bereitstellung der Unterkunft bei der Schutzgebietsverwaltung des Wildnisgebietes bedanken sowie bei der Forstverwaltung Langau.

Ein Dankeschön gilt auch meinen studentischen Kolleginnen und Kollegen Hannah Wilting, Annina Prüssing, Peter Hechenberger und Patrick Weikenkas für die Mithilfe bei der Datenaufnahme und –eingabe sowie für die schöne Zeit.

Ein ganz großes Dankeschön geht auch an meine Familie, die mir diese Ausbildung erst ermöglichte, mich immer in allen Angelegenheiten unterstützte und mir zur Seite stand. Ohne sie wäre ich nie soweit gekommen.

Abstract

As part of a long-term study the browsing impact of wild ungulates and small mammals on forest regeneration in the old growth mountain forest "Rothwald" in the Wilderness Dürrenstein, Lower Austria, was studied in 2002.

In the present, the regeneration survey was repeated in July and August 2015 focussing on possible changes in structure or composition of forest regeneration due to browsing impact. On a 100x100 m grid, forest stand characteristics, forest regeneration, vegetation structure and the browsing signs were recorded. The survey revealed that the percent of individuals in the regeneration being browsed by wild ungulates is comparatively low (7,5%) and that there are no significant changes compared to the preceding study of 2002. Obviously, the old growth mountain forest is not highly attractive for ungulates due to the lack of stand edges and the lack of highly abundant food supply. Ungulates mostly prefer silver fir and sycamore maple. The development of silver fir was once threatened by browsing in the Rothwald, but now in this study more individuals higher than 100 cm were found. Small mammals generally prefer deciduous trees, in the old growth mountain forest especially sycamore maple and common beech. The influence of small mammals at the time of the study was quite low in both parts of the forest.

Most of all the influence of ungulates and small mammals is significantly affected by vegetation cover and the part of the old growth mountain forest. The browsing impact of wild ungulates was higher in the part "Großer Urwald" than in the part "Kleiner Urwald", because the vegetation of the latter forms dense thickets and is therefore harder for ungulates to pass. Compared to the study of 2002 the browsing impact of wild ungulates is not significantly different, whereas the influence of small mammals is significant lower in the part "Kleiner Urwald".

Keywords: Wilderness Dürrenstein, Rothwald, ungulates, small mammals, browsing impact

Kurzfassung

Im Zuge eines Langzeitmonitorings wurden im Jahr 2002 im Urwald Rothwald, Niederösterreich, Verbissaufnahmen durchgeführt, um den Einfluss wildlebender Huftiere und Kleinsäuger auf die Waldverjüngung beurteilen zu können.

In dieser Arbeit wurden die Verbissaufnahmen in den Monaten Juli und August 2015 wiederholt, um eine eventuelle Veränderung der Verjüngungsdynamik bzw. der Verbisshäufigkeit feststellen zu können. Zu diesem Zweck wurde ein 100x100 m Raster über die beiden Teile des Urwaldes, Großer und Kleiner Urwald, gelegt, wobei die Eckpunkte als Stichprobenpunkte fungierten. An den Punkten wurden die Verjüngung, Gelände- und Waldstrukturen sowie die Bodenvegetation erhoben.

Das Resultat der Erhebungen ist, dass der Gesamtverbiss durch Huftiere im Urwald Rothwald sehr gering ist (7,5%) und sich gegenüber den Aufnahmen von 2002 nicht maßgeblich veränderte. Durch das Fehlen von auf das Wild attraktiv wirkenden Randlinien sowie ein nicht sehr hohes Nahrungsangebot, ist der Urwald für Huftiere eher unattraktiv.

Die von Huftieren bevorzugten Baumarten sind Tanne und Bergahorn. Die Tanne, die den zweithäufigsten Baum im Urwald darstellen sollte, war in früheren Jahren in ihrer Verjüngung gefährdet, aber im Zuge dieser Arbeit konnten vermehrt höhere Individuen (> 100 cm) verzeichnet werden. Von Kleinsäugetieren werden vor allem Laubbäume (Buche und Bergahorn) als Nahrung bevorzugt, allerdings war ihr Einfluss zum Aufnahmezeitpunkt sehr gering. Der Einfluss von Huftieren und Kleinsäugetieren auf die Vegetation wird durch einige Parameter, wie der Begrünung oder dem Gebiet, besonders beeinflusst, da diese sich auf den Aufenthaltsort der Tiere auswirken. Während in beiden Teilen des Urwaldes nur sehr wenige Bäumchen durch Kleinsäuger verbissen wurden, war der Verbisseinfluss durch Huftiere im Großen Urwald deutlich höher als im Kleinen, da dieser aufgrund seines dichten Bewuchses eine erschwerte Zugänglichkeit für Huftiere aufweist.

Im Vergleich zu den Aufnahmen von 2002 hat sich der Gesamtverbiss durch Huftiere nur gering verändert, während der durch Kleinsäuger verursachte Gesamtverbiss vor allem im Kleinen Urwald wesentlich geringer ist als damals.

Schlüsselwörter: Wildnisgebiet Dürrenstein, Rothwald, Huftiere, Kleinsäuger, Verbiss

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Lebensraum des Schalenwildes.....	1
1.2 Nahrungspräferenzen der unterschiedlichen Schalenwildarten	3
1.3 Arten von Wildeinfluss.....	3
1.4 Auswirkungen von Wildverbiss.....	4
1.5 Beurteilung von Verbiss	5
2. Fragestellungen	6
3. Studiengebiet	7
3.1 Lage	7
3.2 Geschichte	8
3.3 Klima	9
3.4 Geologie.....	10
3.5 Vegetation.....	10
3.6 Wildtierbestand und Wildtiermanagement.....	11
4. Material und Methodik	12
4.1 Datenaufnahme.....	13
4.2 Auswertung	17
4.2.1 Klassifikationsbäume	17
4.2.2 Binär logistische Regression.....	18
5. Ergebnisse.....	19
5.1 Baumartenzusammensetzung	19
5.2 Verbiss durch Huftiere.....	21
5.2.1 Gesamtverbiss.....	21
5.2.2 Verbiss der Baumarten und Höhenklassen	21
5.2.3 Bestandessituation.....	24
5.2.3.1 Bestandesrand	24
5.2.3.2 Sichtigkeit	25
5.2.4. Hang- und Geländeform.....	26
5.2.5 Einfluss des Kleinreliefs	27
5.2.6 Einfluss der kleinräumigen Verjüngungssituation	28
5.2.6.1 Kronensituation.....	28
5.2.6.2 Kadaververjüngung	29
5.2.7 Einfluss der Waldstruktur und Vegetation	30
5.2.7.1 Beschirmung und Begrünung.....	30
5.2.7.2 Vegetationsklassen	31
5.3 Verbiss durch Kleinsäuger	34
5.4 Vergleich Huftiere- Kleinsäuger.....	35
5.5 Vergleich Großer und Kleiner Urwald.....	37
5.5.1 Baumartenzusammensetzung	37
5.5.1.2 Altbestand.....	37

5.5.1.3 Verjüngung	38
5.5.2 Verbissituation	40
5.6 Vergleich mit den Ergebnissen von 2002.....	41
5.7 Klassifikationsbäume	42
5.8 Binär logistisches Regressionsmodell.....	51
6. Diskussion und Schlussfolgerungen	53
6.1 Baumartenzusammensetzung	53
6.2 Verbiss durch Huftiere.....	54
6.2.1 Gesamtverbiss und Verbiss der Höhenklassen.....	54
6.2.2 Einfluss des Mesoreliefs	55
6.2.3 Einfluss des Kleinreliefs	56
6.2.4 Einfluss der Standortsituation:	57
6.2.5 Einfluss der Waldstruktur und Vegetation	58
6.3 Verbiss durch Kleinsäuger	59
6.4 Vergleich Huftiere- Kleinsäuger.....	60
6.5 Vergleich Großer und Kleiner Urwald.....	60
6.6 Vergleich mit den Ergebnissen von 2002/03.....	61
6.7 Klassifikationsbäume und binär logistische Regression.....	62
6.8 Schlussfolgerungen.....	64
7. Literaturverzeichnis	66
8. Abbildungsverzeichnis	70
9. Tabellenverzeichnis	72
10. Anhang.....	73

1. Einleitung

Der Einfluss von Wiederkäuern, Hasen und Mäusen auf die Waldverjüngung ist eine natürliche Erscheinung im Ökosystem Wald und einer von vielen biotischen Faktoren, die auf die Entwicklung, das Wachstum und die Mortalität von Bäumen einwirken (Rüegg 1999, Kupferschmid et al. 2014). Man nimmt an, dass Herbivoren in Wäldern der gemäßigten Zone durchschnittlich etwa 1% der Pflanzenmasse, die jährlich produziert wird, fressen (Senn & Häsler 2005). Durch Einflüsse und Nutzungsansprüche des Menschen tritt Schalenwild in vielen Gebieten in erhöhter Dichte auf, kann v.a. bei Vorliegen wildschadenanfälliger Waldbestände maßgeblichen Einfluss auf die Baumverjüngung ausüben (Senn & Häsler 2005, Wildburger & Lebenits 1995). Derartige Forst-Wild-Konflikte spielen im Urwald keine so große Rolle, da keine Bewirtschaftung stattfindet und somit kann nicht von „Schäden“ durch Verbiss gesprochen werden, sondern lediglich von Wildeinfluss. Denn „Schaden“ ergibt sich erst aus dem Blickwinkel eines Geschädigten und erfordert einen SOLL- IST-Vergleich (Reimoser & Reimoser 1998). Allerdings wird, laut Waldentwicklungsplan, den Waldbeständen des Urwaldes Schutzfunktion zugeordnet, was Auswirkungen auf die Festlegung der Zielvorgaben für die Waldverjüngung hat. (Gossow 2001).

1.1 Lebensraum des Schalenwildes

Die Eignung eines Habitates für Wildtiere hängt von verschiedenen Habitatfaktoren ab, zu denen Nahrungsangebot, Einstand, Mikroklima, Geländeform sowie Beunruhigung gehören (Reimoser 1986). Auf letzteren Punkt wird nachfolgend nicht eingegangen, da Beunruhigung im Urwald Rothwald nur in sehr geringem Maß stattfindet und somit kein großer Einfluss erwartet wird.

Habitatfaktoren:

(nach Führer & Nopp 2001)

Nahrung:

Es wird zwischen dem allgemein und dem effektiv verfügbarem Nahrungsangebot unterschieden. Das allgemein vorhandene Nahrungsangebot ist das „im Äserbereich vorhandene Nahrungsangebot ohne Berücksichtigung vorübergehender limitierender Einflüsse (Schneedecke, Beunruhigung, Äsungskonkurrenz) hinsichtlich der Nahrungserreichbarkeit“ (Führer & Nopp 2001) und es wird von natürlichen Standortbedingungen, anthropogenen Einflüssen und Weidedruck beeinflusst.

Einstand:

Der Einstand dient Tieren einerseits als Schutz vor Feinden, Konkurrenz und Klimaextremen und wird in diesem Zusammenhang als Deckungseinstand bezeichnet und andererseits als „Wohnraum“ (Ruheplatz, Kommunikation, Sitzplatz) und wird deshalb als Wohnraumeinstand bezeichnet. Beim Deckungseinstand spielen die Dichte sowie die Art und Verteilung des Bewuchses und das Geländere Relief eine wichtige Rolle, um genügend Schutz vor Feinden oder ungünstiger Witterung zu bieten. Generell gilt, je dichter der Deckungseinstand, umso geeigneter ist er, wobei sehr dichte Vegetation die Bewegungsfreiheit der Tiere einschränkt und der Einstand deshalb nicht genutzt wird.

Auch an den Wohnraumeinstand werden einige Anforderungen gestellt, damit er für das Schalenwild geeignet ist: er sollte ebenfalls Bewegungsfreiheit bieten sowie gute Ausblicksmöglichkeiten und rasche Deckungsmöglichkeiten. Neben einem günstigen Mikroklima sind auch die Anzahl und die Exposition auffälliger Randlinien von Bedeutung, da diese besonders attraktiv auf Schalenwild, insbesondere Rehwild, wirken (Reimoser 1986).

Klima:

Die Ansprüche von Schalenwild an das Klima sind sehr vielfältig und variieren zeitlich. Der Schutz vor extremer Witterung kann das Überleben einer Tierart wesentlich beeinflussen. Je extremer die Klimaverhältnisse sind, umso wichtiger ist das Klimaschutzangebot des Habitates.

Geländeform:

Die Geländeform beeinflusst die beiden zuvor genannten Habitatfaktoren Nahrung und Einstand sowie das Mikroklima, das von der Lage und der Mesoreliefform eines Lebensraumes bestimmt wird. Bezüglich der Nahrung werden die Wuchsbedingungen der Vegetation und deren Erreichbarkeit durch die Geländeform beeinflusst. Geländeformen dienen den Tieren als Deckung vor Feinden und sie werden auch zur Nahrungsaufnahme aufgesucht, wobei konkave Geländeform weniger attraktiv wirken als konvexe Geländeformen (Reimoser 1986).

1.2 Nahrungspräferenzen der unterschiedlichen Schalenwildarten

Der stark selektive Verbiss der Schalenwildarten an bevorzugten Baumarten könnte, oft schon im Keimlingsalter, zu einer Baumartenentmischung führen (Wildburger & Lebenits 1995). Die unterschiedlichen Schalenwildarten können in Gruppen eingeteilt werden, die sich in ihren Nahrungspräferenzen unterscheiden. So ist für die sogenannten „grazer“ oder intermediären Typen, denen Rot- und Gamswild angehören, der Mineralstoffgehalt der Pflanzenarten von Bedeutung, während für „browser“ oder Konzentratselektierer, wie zum Beispiel dem Rehwild, sekundäre Pflanzenstoffe sowie protein- und nährstoffreiche Äsung eine wichtige Rolle spielen. Da deshalb bestimmte Pflanzenarten bevorzugt werden, können diese bei hohen Rehwildbeständen in ihrem Bestand . Sowohl standörtliche (z.B. Waldgesellschaften), als auch pflanzenökologische (z.B. Diversität der Pflanzengesellschaften) und tierökologische (z.B. Energiebedarf) Faktoren beeinflussen die Präferenzen (Ammer et al. 2010, Führer & Nopp 2001, Partl 2002).

1.3 Arten von Wildeinfluss

Die verschiedenen Einwirkungsarten von Säugetierarten auf die Vegetation müssen nicht zwangsläufig Schaden bedeuten, sie können auch einen Nutzen für die Vegetation haben oder weder Schaden noch Nutzen bedeuten. Die alleinige Feststellung von Einwirkungsarten sagt nichts über Schaden oder Nutzen aus. Die Einwirkungsarten können in Verbiss, Schälung, Fegen und Schlagen unterteilt werden (Reimoser & Reimoser 1998).

Verbiss:

Unter dem Begriff „Verbiss“ wird das Abfressen von Zweigen, Trieben, Blättern, Nadeln oder Knospen verstanden (Gill 1992). Reimoser & Reimoser (1998) unterscheiden zwischen dem „unsichtbaren“ Keimlingsverbiss, da die Keimlinge vollständig abgefressen werden, und dem „sichtbaren“ Baumverbiss. Verbiss wird sowohl durch alle wiederkäuenden Schalenwildarten verursacht, wie auch durch Hasen und Nagetiere (Reimoser & Reimoser 1998).

Schälung:

Durch das streifenartige Abziehen der Rinde am lebenden Baum entstehen Verletzungen, die einen Wachstumsverlust bewirken können. Kleinere Wunden können dabei vom Baum kompensiert werden und die Hemmung des Wachstums ist lediglich auf ein Jahr beschränkt. Größere Verletzungen können den Baum stärker beeinflussen, da sowohl der Wachstumsverlust stärker ist, als auch ein Eindringen der Sporen von Holzfäulepilzen erleichtert wird. Daraus resultierende Folgen können sein, dass die Anfälligkeit von

Waldbeständen gegenüber Windbruch, Schneedruck und Insektenbefall steigt. Es gibt zwar noch keine gültigen Erklärungen für die Ursache, die das Schälen auslöst, allerdings stützen einige Untersuchungen die Hypothese, dass ein Mangel an bestimmten Nährstoffen, Spurenelementen oder Wasser der Auslöser sein könnte und Rinde als Ersatznahrung bei unzureichendem Angebot von Gräsern, Kräutern und Sträuchern dient.

Meist wird Schälung durch Rotwild verursacht, aber auch Hasen und Nagetiere, wie zum Beispiel Eichhörnchen und Schläferarten, schälen an Bäumen (Reimoser & Reimoser 1998; Rheinberger & Suter 2006).

Fegen und Schlagen:

Darunter ist das Abschlagen oder Abreiben von Ästen oder Rinde mit dem Geweih oder Gehörn zu verstehen. Auch hier erleiden Bäume Verletzungen, die zu einem Absterben führen können. Allerdings tritt diese Art des Wildeinflusses meist nur sehr kleinflächig auf und beeinflusst in den seltensten Fällen die Dynamik von Waldökosystemen (Reimoser & Reimoser 1998; Wildburger & Lebenits 1995).

1.4 Auswirkungen von Wildverbiss

Wildverbiss kann einen negativen Effekt auf die Verjüngung haben. Einerseits kann die Verjüngung an sich beeinträchtigt werden oder es werden bestimmte Baumarten von Tieren bevorzugt, was sich auf die Konkurrenzkraft und somit auf die Häufigkeit der Baumarten auswirken kann. So gingen Mayer & Neumann (1981) sogar davon aus, dass diese Selektivität zum Aussterben von Arten führen könnte. Als Beispiel nannten sie die Tanne im Fichten- Tannen-Buchen-Urwald Rothwald. Die Tanne ist die bei Schalenwild begehrteste Nadelbaumart, wird allerdings hauptsächlich im Winterhalbjahr verbissen, da die frischen Triebe chemische Abwehrstoffe beinhalten. Bei der Fichte sind vor allem die frischen Triebe sehr beliebt (Reimoser & Reimoser 1998).

Auch der Einfluss von Kleinsäugetieren durch Verbiss, Fraß und Grabtätigkeiten auf die Walddynamik bzw. Naturverjüngung darf nicht unterschätzt werden, da sie durchaus einen relevanten Einfluss auf die Verjüngungsdynamik haben können. Während sich bei der Familie der Wühlmäuse die Erdmaus (*Microtus agrestis*) auf das Benagen des Stammfußes beschränkt, kann die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) durch Klettern auch höhere Baumpartien benagen. Von den Echten Mäusen (Murinae) werden zwar eher Keimlinge und Samen bevorzugt, allerdings werden auch Rindenbestandteile und Triebe von ihnen genutzt (Jerabek & Reiter 2003, Odermatt & Wasem 2004).

Allgemein ist zu beachten, dass Wildtiere nicht nur negative Effekte auf die Vegetation haben. Durchaus gibt es nicht außer Acht zu lassende positive Effekte wie zum Beispiel „Samenverbreitung und Eintreten von Pflanzensamen in den Boden, Verbesserung der Überlebensmöglichkeit von konkurrenzschwachen Pflanzenarten durch selektiven Verbiss von konkurrenzstarken Arten sowie Verbesserung von Keimungsbedingungen durch Kotproduktion und Nährstoffumverteilung“ (Reimoser & Reimoser 1998).

Hier muss erwähnt werden, dass erst durch menschliche Einschätzung von positiven oder negativen Effekten gesprochen werden kann, da der Einfluss meist von wirtschaftlicher Seite aus betrachtet wird (Menzel 2007).

1.5 Beurteilung von Verbiss

Um Auswirkungen des Wildeinflusses auf menschliche Zielsetzungen beurteilen zu können, muss beurteilt werden, ob der verbissene Baum eine Zielbaumart ist oder nicht. Weiters ist es von Bedeutung, ob genügend unverbissene Individuen für die Waldverjüngung zur Verfügung stehen. Es gilt auch zu beachten, dass nicht jeder verbissene Zweig den Baum schädigt. Ein Seitentriebverbiss schadet dem Höhenwachstum der Jungpflanze nicht so stark, wie ein Verbiss des Leittriebes, wobei ein einmaliger Verbiss nicht gleich zu einer Einschränkung des Höhenwachstums führen muss (Reimoser & Reimoser 1997). Wie sich der Verbiss auswirkt, hängt von verschiedenen Faktoren, wie z.B. Baumart, Standort oder Konkurrenz ab (Suchant et al. 2012). Mehrmaliger Verbiss kann, in Abhängigkeit von der Baumart, zum Absterben des Baumes führen (Ammer et al. 2010). Ein Verbiss des Seitentriebes unterhalb des oberen Drittels der Krone ist nicht von großer Bedeutung, da das Höhenwachstum nicht beeinflusst wird.

Objektivität und eine gründliche Analyse spielen bei der Verbissbeurteilung eine wichtige Rolle und können zu einem erfolgreichen Management wesentlich beitragen (Reimoser & Reimoser 1997).

2. Fragestellungen

In den Jahren 2002 und 2003 wurden im Urwald Rothwald Verbissaufnahmen durchgeführt, um den Einfluss wildlebender Huftiere und Kleinsäuger auf die Waldverjüngung beurteilen zu können (Kempster 2006). Die Verbissaufnahmen werden in dieser Arbeit nach 12 Jahren wiederholt, um eine eventuelle Veränderung der Verjüngungsdynamik bzw. der Verbisshäufigkeit feststellen zu können. Dabei sollte folgende Frage beantwortet werden:

- Wie intensiv ist der Verbiss von Huftieren und Kleinsäugetern im Urwald Rothwald und welchen Einfluss hat er auf die Verjüngungsdynamik?

Da bestimmte Parameter eines Habitates besonders attraktiv auf Schalenwild wirken, wurde nachfolgende Frage gestellt:

- Welchen Einfluss haben die aufgenommenen Habitatparameter (beispielsweise Beschirmung, Bodenvegetation, Geländeformen) auf den Anteil an verbissenen Bäumchen?

Der Urwald Rothwald besteht aus 2 Teilen, dem Großen und dem Kleinen Urwald, welche sich in ihrer Struktur, Lage und somit auch Habitatqualität für unterschiedliche Herbivorengruppen unterscheiden, weswegen folgende Frage untersucht wurde:

- Unterscheiden sich Huftier- und Kleinsäugerverbiss zwischen Großem und Kleinem Urwald?

Weiters wurde der Frage nachgegangen, ob sich der Verbissanteil zwischen den Erhebungen von Kempster (2006) und den Erhebungen dieser Arbeit verändert hat.

3. Studiengebiet

3.1 Lage

Das Wildnisgebiet Dürrenstein ist im östlichen Teil der niederösterreichischen Kalkalpen auf einer Seehöhe von 1.000 bis 1.500 Meter gelegen und grenzt an die Steiermark (Tiefenbach et al. 1998). Es erstreckt sich um den 1.878 m hohen Berg Dürrenstein und umfasst insgesamt eine Fläche von ca. 3.500 ha. Es gehört somit, global gesehen, zu den kleinsten Schutzgebieten seiner Art (Leditznig 2013, Kohl & Pekny 2011). Von diesen 3.500 ha nimmt der Urwald Rothwald, der aus dem Kleinen und dem Großen Urwald besteht, eine Fläche von etwa 300 ha ein und ist somit der größte Urwaldrest Mitteleuropas (Fischer et al. 2012). Laut FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen) handelt es sich bei Urwäldern um Waldgebiete, die eine natürliche Vegetation aufweisen, keinen menschlichen Einfluss erfahren und deren Dynamik ungestört ablaufen kann (Witticke & Görner 2012). Das Wildnisgebiet Dürrenstein war das erste Schutzgebiet der Kategorie I nach den Kriterien der IUCN in Österreich. Der östliche Teil wurde als Kategorie Ia („strenges Naturreservat“) und der westliche Teil als Kategorie Ib („Wildnisgebiet“) eingestuft (Leditznig 2013) (siehe Abbildung 1).

Der ca. 240 ha große „Große Urwald“ und der 56 ha große „Kleine Urwald“ werden durch den Moderbach und eine kleine Fläche Wirtschaftswald getrennt (Zukrigl et al. 1963). Der Kleine Urwald liegt auf einer Seehöhe von etwa 1000 m, während der Große Urwald von 940 m bis ca. 1.500 m reicht, wobei der untere Teil eine Neigung von 0-10° aufweist und der obere eine Neigung von 15-30° (Neumann 1979).

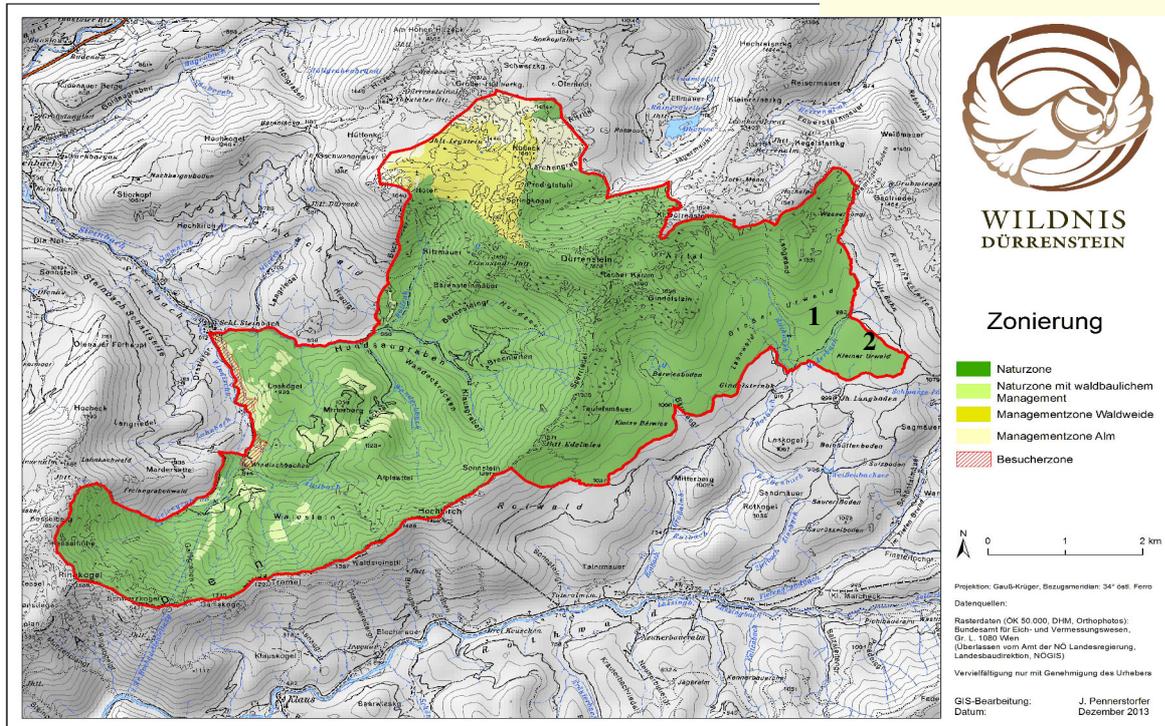
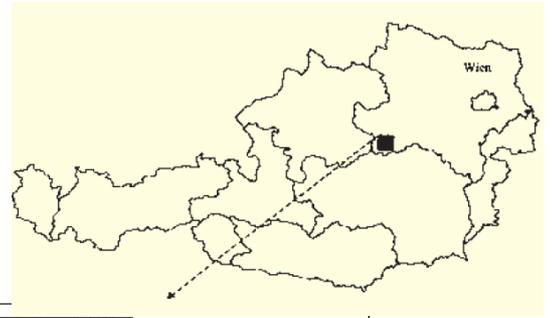


Abbildung 1: Lage des Wildnisgebietes Dürrenstein (rot umrandet), dargestellt mit den unterschiedlichen Zonen. In dunkelgrün dargestellt die Naturzone, in der sich der Urwald befindet. 1: Großer Urwald, 2: Kleiner Urwald (Leditznig 2013).

3.2 Geschichte

Lange Zeit war der Rothwald im Besitz des Klosters Gaming, das den Wald zur Viehweide und Brennholzgewinnung nutzte. Mitte des 18. Jahrhunderts wurde der Wald aufgrund seiner schweren Zugänglichkeit außer Nutzung gestellt. Nach einigen Besitzerwechseln wurde der Rothwald 1875 schließlich in den Besitz der Familie Rothschild übergeben, die keine Holznutzung im Urwald zuließ und diesen lediglich zu jagdlichen und forstästhetischen Zwecken nutzte. Während des 2. Weltkrieges ging der Rothwald in den Besitz der Österreichischen Bundesforste über, wurde danach jedoch wieder an die Familie Rothschild zurückgegeben. In den Jahren 1997- 2001 wurde das Wildnisgebiet im Rahmen eines LIFE-Projektes gegründet (Gratzer et al. 2014). Der Urwald ist seit 2001 Teil des Wildnisgebietes und wurde, gemeinsam mit dem 1159 ha großen östlichen Teil rund um den Rothwald, von der IUCN im Jahr 2003 in die Schutzgebietskategorie Ia eingestuft und ist somit ein strenges Naturreservat, das nur zu Zwecken der Forschung genutzt werden darf. Der westliche Teil mit der Kategorie Ib, Wildnisgebiet, umfasst eine Fläche von 2289 ha (Leditznig 2010).

3.3 Klima

Das Klima im Wildnisgebiet Dürrenstein ist submaritim bis subkontinental und wird durch hohe jährliche Niederschlagsmengen sowie kühle Temperaturen geprägt. Die jährliche Durchschnittstemperatur liegt bei 3,7 °C, wobei Januar den kältesten Monat mit einer Durchschnittstemperatur von -4,7 °C darstellt und die mittlere Julitemperatur 12,9 °C beträgt (siehe Abbildung 2). Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 2300 mm mit ausgeprägtem Sommermaximum, wobei der Monatsniederschlag durchschnittlich nie unter 100 mm liegt. Schneefall tritt zwischen Oktober und Mai auf, was zu einer Schneebedeckung von bis zu 200 Tagen im Jahr führen kann und im Durchschnitt zu einer geschlossenen Schneedecke zwischen November und April führt. Die durchschnittliche Schneehöhe liegt bei ca. sechs Metern (Zukrigl et al. 1963).

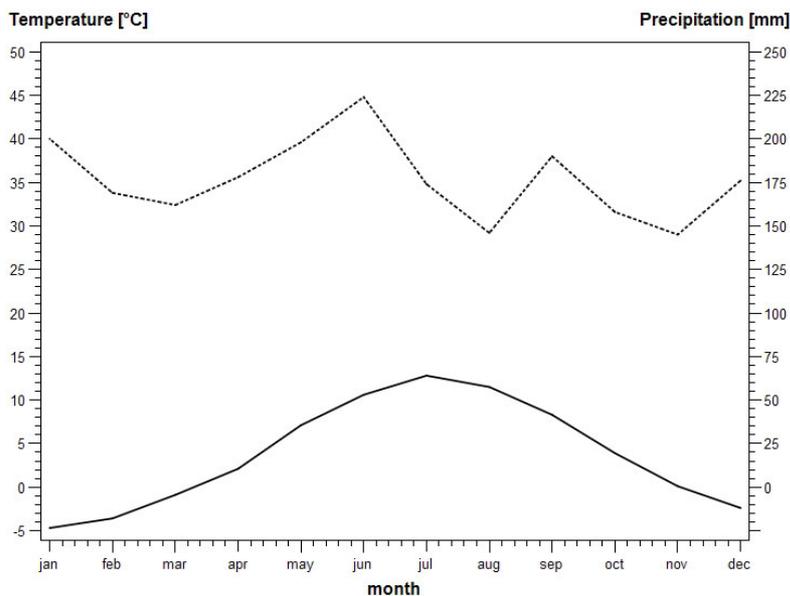


Abbildung 2: Klimadiagramm des Wildnisgebietes. Die gepunktete Linie stellt die monatliche Niederschlagssumme dar und die durchgehende Linie die monatliche Durchschnittstemperatur (Zukrigl et al. 1963).

3.4 Geologie

Das Grundgestein im Urwald Rothwald bilden der Hauptdolomit und der Dachsteinkalk, der vor allem höhere Gebirgsteile und Gipfel aufbaut. Der Hauptdolomit baut die Sockel der Berge auf und wird vom Dachsteinkalk überlagert, der die höheren Gipfel und Gebirgsteile aufbaut (Zukrigl 1961).

Im Urwald kommen hauptsächlich drei Bodenarten vor. Eine davon ist Terra fusca oder Kalksteinbraunlehm, der ein humusarmer, leicht saurer Boden ist und eher in den unteren Lagen vorkommt. Eine weitere Bodenart sind A- C- Böden, die sowohl mit und ohne Tonkomponente zu finden sind. Weiters ist Parabraunerde- Pseudogleye im Urwald vertreten (Zukrigl et al. 1963).

3.5 Vegetation

Der Urwald weist die für die Kalkalpen typischen Fichten- Tannen- Buchenwaldgesellschaften auf, die auf karbonatischem Gestein, dem Hauptdolomit und dem Dachsteinkalk stocken (Leditznig 2010).

Am stärksten vertreten ist die Waldmeister-Buchenwaldgesellschaft. Die vorherrschende Baumart im Wildnisgebiet ist die Rotbuche (*Fagus sylvatica*), die vor allem auf Hängen zu finden ist (Zukrigl et al. 1963). Generell wird das Baumwachstum in mittleren Hanglagen durch eine höhere Jahresdurchschnittstemperatur positiv beeinflusst (Neumann 1979). Kodominante Baumarten stellen die Fichte (*Picea abies*) und die Weißtanne (*Abies alba*) dar. Da Fichte und Weißtanne die Buche höhenmäßig überragen, bildet die Buche hauptsächlich die untere Baumschicht. Weiters sind Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Bergulme (*Ulmus glabra*) im Urwald vertreten, aber sie sind den anderen Baumarten zahlenmäßig deutlich unterlegen (Zukrigl et al. 1963).

Die dominanten Gesellschaften des Fichten- Tannen- Buchenwaldes sind *Asperulo Abieti-Fagetum cardaminetosum trifoliae*, *Adenostylo_glabrae-Abieti-Fagetum cardaminetosum trifoliae* und *Adenostylo glabrae-Abieti-Fagetum typicum* (Mayer 1974).

3.6 Wildtierbestand und Wildtiermanagement

Schalenwildarten, die das Wildnisgebiet beherbergt, sind Reh-, Rot- und Gamswild, wobei das Gebiet von Reh- und Rotwild überwiegend nur als Sommerhabitat genutzt wird, während Gamswild es sowohl als Sommer- wie auch Winterhabitat nutzt.

Das Rotwild (*Cervus elaphus*) weist eine Dichte von 4 Individuen pro 1 km² auf, Gamswild (*Rupicapra rupicapra*) eine Dichte von 5 Individuen pro 1 km² und Rehwild (*Capreolus capreolus*) kommt nur in sehr geringer Dichte im Wildnisgebiet vor (Splechna 2001).

Der Schneehase (*Lepus timidus*) hält sich zwar im Wildnisgebiet auf, bevorzugt aber normalerweise eher offene Flächen und Almweiden. Tiefer gelegene Flächen sucht er nur in strengen Wintern mit hoher Schneedecke auf. Der Feldhase (*Lepus europaeus*) ist vor allem im Sommer im Wildnisgebiet zu finden, ist aber nur in geringer Zahl vertreten (Leditznig & Pekny 2009).

Einem Langzeit-Monitoring zufolge wurden im Wildnisgebiet zehn verschiedene Kleinsäugerarten nachgewiesen, wobei die Populationsgrößen in den verschiedenen Monitoring-Jahren entsprechend den Buchenmasten schwankten. Die beiden häufigsten Arten stellen die Rötelmaus (*Myodes glareolus*) und die Gelbhalsmaus (*Apodemus flavicollis*) dar (Kempter & Nopp-Mayr 2013).

Grundsätzlich wird die Regelung des Wildtiermanagements im Wildnisgebiet Dürrenstein von den IUCN-Kriterien, dem entsprechenden Management-Plan und von der Einflussnahme der Wildwiederkäuer auf die Baumartenzusammensetzung/Verjüngung abgeleitet. Eine Reduzierung erfolgt ausschließlich durch Abschuss. Allerdings ist die Jagd auf 25% des Wildnisgebietes beschränkt und 75% der Naturzone sind Wildruhezone. Im aktuellen Managementplan für das Wildnisgebiet Dürrenstein wird eine jagdliche Regulierung der Rehwildbestände derzeit und auch in den nächsten Jahren als nicht notwendig erachtet, da keine starke Vermehrung zu erwarten ist. Die Gamswildpopulationen werden stark von winterlichen Verhältnissen beeinflusst und je nach Einfluss auf das natürliche Baumartengefüge reguliert. Beim Rotwild werden im Falle eines negativen Einflusses auf die Naturverjüngung jährlich einige Stücke entnommen, wobei die Bejagung im Schutzgebiet auf ein Minimum beschränkt wird. Schon länger wird ein Anstieg der Rotwildichte erwartet, aber aufgrund fehlender Lockfütterungen hält sich das Rotwild nicht allzu lange in dem Wildnisgebiet bzw. im Urwald auf (Leditznig 2013).

4. Material und Methodik

Zur Aufnahme des Verbisses wurde über den Großen und Kleinen Urwald ein Stichprobenraster mit 100x100 m Punktabstand gelegt, wobei die Eckpunkte der Quadrate die Mittelpunkte der Stichprobenflächen darstellen (Abbildung 3).

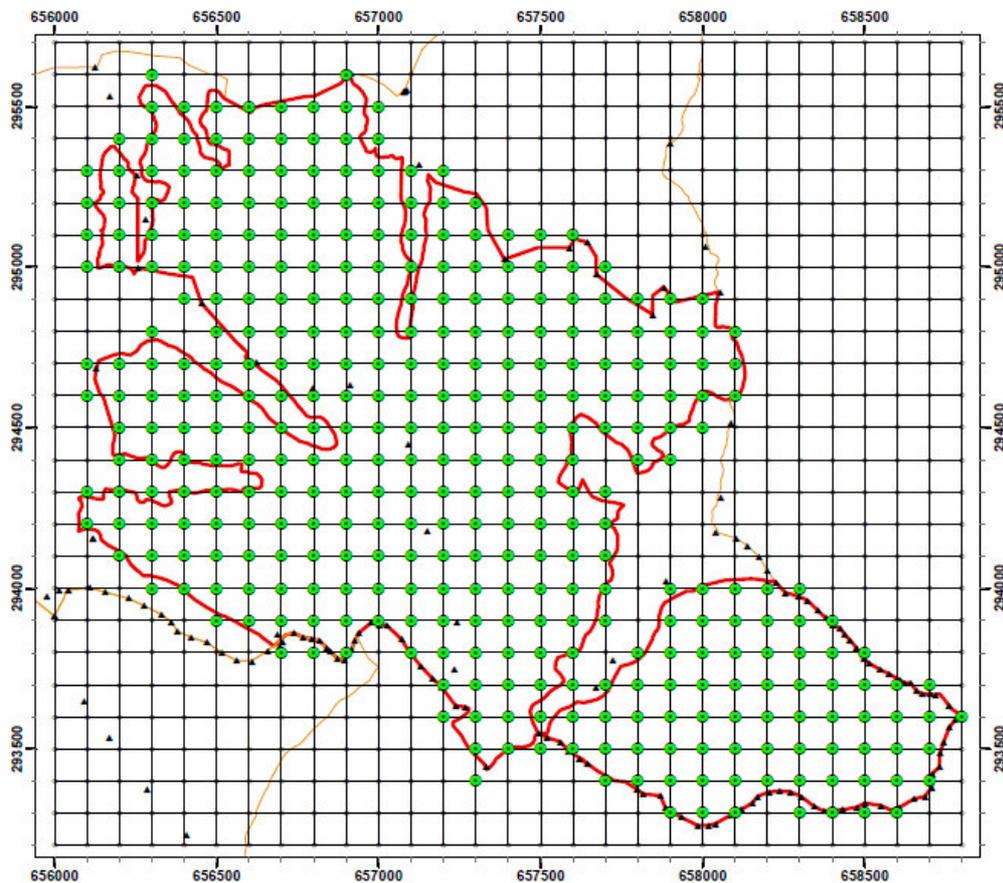


Abbildung 3: Darstellung des Großen und des Kleinen Urwaldes mit darüber gelegtem Raster, Koordinaten und den in grün dargestellten Stichprobenpunkten.

Die Stichprobenpunkte wurden mittels GPS und Kompass aufgesucht. Als Koordinatensystem wurde die Gauß- Krüger- Projektion mit dem Bezugsmeridian M34 gewählt.

4.1 Datenaufnahme

Die Datenaufnahme erfolgte im Juli und August, wobei im Juli und ab Mitte August im Großen Urwald 200 Punkte aufgenommen wurden. Somit wurden etwa 85% aller Punkte im Großen Urwald abgedeckt. Im Kleinen Urwald wurden in der ersten und zweiten Juliwoche alle 61 Stichprobenpunkte erhoben.

An den Stichprobenpunkten wurde eine kreisförmige Fläche mit einem Radius von 10 Metern erhoben (ergibt eine Fläche von $314,16 \text{ m}^2$, Abb. 4). Ausgehend vom Stichprobenmittelpunkt wurden mit Maßbändern jeweils 2 Transekte mit je 10 Metern Länge abgegrenzt, wobei ein Maßband mit der Falllinie gelegt wurde und das zweite normal dazu. Entlang der beiden Maßbänder wurde jeweils ein Transekt von 1 Meter Breite gewählt (Aufnahmefläche von 19 m^2 , weil 1 m^2 im Zentrum doppelt enthalten ist) um die Verjüngung entlang dieser Transekte zu erheben (Abbildung 4). Vom Mittelpunkt aus wurde ein Radius von 30 m über Schrittmaß ungefähr abgegrenzt, um zusätzlich Geländedaten zu erheben.

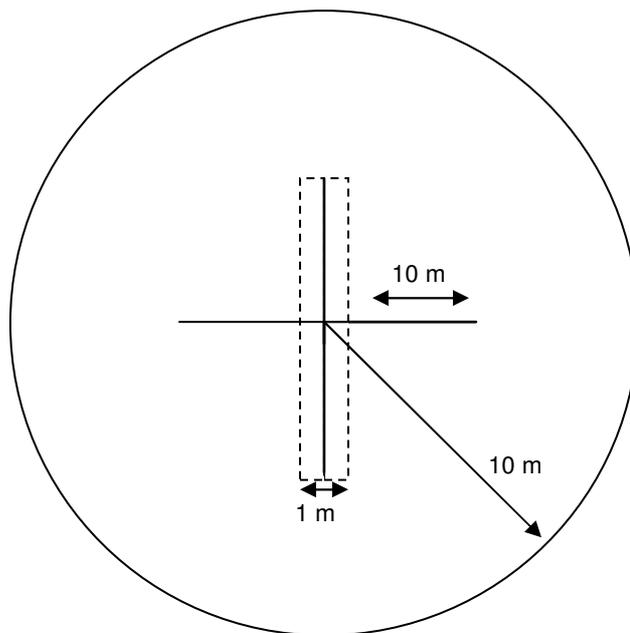


Abbildung 4: Darstellung der kreisförmigen Erhebungsfläche (Radius = 10 m) sowie der beiden eingelagerten Verjüngungstransekte mit je 10 m Länge. Die durchgehenden Linien stellen die beiden Maßbänder mit einer Länge von jeweils 10 m dar. Die gestrichelten Linien stellen die Transekte von insgesamt 1 m Breite dar, hier nur entlang eines Maßbandes dargestellt.

Das Aufnahmeformular und Aufnahmemanual von Kempster (2006) wurde leicht abgewandelt und ist im Anhang zu finden. Folgende Daten wurden an jedem Stichprobenpunkt erhoben:

Mesorelief innerhalb eines 30 m Radius:

- Exposition in Gon
- Neigung in Prozent

- Geländeform (laut Code)
- Randzonen: Bestandesrand, Jungwuchs, Waldrand, Geländeform
- Sichtigkeit im Mittel:
Darunter ist die Distanz, bei der ein Rehkörper noch auf 50% des Umkreises des Probeflächenmittelpunktes ohne Verdeckung gesehen werden kann bzw. bei der die Fläche auf den übrigen 50% des Umkreises durch Gehölzvegetation oder Geländere relief verdeckt ist, zu verstehen.

Datenerhebung innerhalb des Stichprobenkreises mit 10 m Radius:

- Gesamtbeschirmung:
Es wurde unterschieden zwischen der Beschirmung am Boden und der Beschirmung in 1,30 m Höhe. Dabei ist die Beschirmung am Boden ein Maß für die Überdeckung des Bodens durch die Kronen eines Bestandes, wobei Bäume und Sträucher, aber keine Zwergsträucher als Kronenschirmflächen angesehen wurden. Die Beschirmung in 1,30 m Höhe ist der Gesamtbeschirmungsgrad aus der „Sicht des Wildes“.
- Begrünung:
Dabei wurde die gesamte Begrünung bis zu einer Höhe von 1,30 m (grüne Vegetation exklusive Moose, aber inklusive aus höheren Schichten herabhängende Vegetationsteile) sowie die verholzte Begrünung bis zu einer Höhe von 1,30 m aufgenommen.
- Kleinrelief: ausgeglichen oder Mulde bzw. Buckel
- Vorhandensein von Windwurfstellern: mit oder ohne Rohboden
- Vorhandensein einer Lücke
- Felsanteil (Prozent)
- Deckungsgrad der Vegetationsklassen (in Prozent) Sträucher, Zwergsträucher, *Rubus*, Kräuter, Farne (inklusive Bärlapp) und Gräser

Verjüngungstransekt:

Innerhalb des Transektes wurden alle Verjüngungspflanzen bis zu einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 10 cm aufgenommen, ausgenommen wurden Keimlinge. Dabei wurden folgenden Daten erhoben:

- Baumart
- Kadaververjüngung (ja oder nein)
- Höhe des Baumes: ≤ 25 cm, 26-50 cm, 51-100 cm, > 100 cm
- Brusthöhendurchmesser: ≤ 5 cm, 6-10 cm
- Schäle: Unterscheidung zwischen Sommer und Winter.
- Fege (ja oder nein)
- Krone- Ummantelung:
 - solitär stehend: Äste sind frei
 - teilweise ummantelt: bis $1/4$ des Umfangs
 - ummantelt: $1/4$ bis $4/4$ des Umfangs
- Krone- Konkurrenz: Krone des Bäumchens bedrängt oder nicht
- Kollerbusch (ja oder nein)
- sonstige Schäden (laut Code)
- Verursacher des Verbisses:
 - überwiegend Huftiere
 - überwiegend Hasen/Mäuse
 - ausgeglichenes Verhältnis zwischen Huftieren und Hasen/Mäuse
 - Verursacher nicht erkennbar

- Leittriebverbiss frisch (ja oder nein): Verbiss des Leittriebes, der in der Vegetationsperiode des Erhebungsjahres gebildet wurde.
- Leittriebverbiss Vorjahr (ja oder nein): Verbiss des in der vorhergehenden Vegetationsperiode gebildeten und (mutmaßlich) als Leittrieb angesprochenen Triebes.
- Seitentriebverbiss (in 10 Prozent- Schritten): Beurteilung lediglich des letztjährigen (im Jahr vor der Erhebung gebildet), ein volles Jahr dem Äser des Wildes ausgesetzten Triebjahrganges, wobei nur das oberste Drittel der Baumkrone berücksichtigt wird.
- liegendes Totholz

Eine Unterscheidung zwischen Wiederkäuer und Hasen-/Nagetier- Verbiss ist im idealtypischen Fall möglich, dass Wiederkäuer im Oberkiefer eine Kauplatte anstatt Schneidezähne besitzen und deshalb die Pflanzenteile eher abgequetscht als abgeschnitten werden. Dadurch ist an der Pflanze eine ausgefranste Verbissstelle zu erkennen. Nagetiere und Hasen verursachen eine glatte Schnittstelle, da sie sowohl im Unter- wie auch im Oberkiefer scharfe Schneidezähne besitzen. Weiters entsteht durch die

unterschiedlich ausgebildeten Gebisse ein anderer Verbisswinkel. Bei Wiederkäuern liegt die Verbissstelle im Verhältnis zur Triebachse ca. rechtwinkelig, während sie bei Nagern und Hasen einen 45° Winkel aufweist (Reimoser & Reimoser 1997).

Winkelzählprobe:

Mittels Spiegelrelaskop wurde eine Winkelzählprobe mit dem Zählfaktor 4 durchgeführt, wobei alle Bäume ab einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 10 cm erfasst wurden. Von diesen Bäumen wurde die Art bestimmt und der Durchmesser in einer Höhe von 1,30 m (=BHD) gemessen, wofür ein Durchmesser-Maßband verwendet wurde.

Die Winkelzählprobe ist ein von Bitterlich entwickeltes Stichprobenverfahren, welches „erwartungstreue Schätzungen von Stammzahl, Grundfläche usw. liefert“ (Zöhrer 1977). Mit folgender Formel kann die Anzahl der Stämme berechnet werden:

$$n_{\text{rep}} = k / (\text{BHD}^2 \cdot \pi / 4)$$

Wobei n_{rep} (= repräsentierte Stammzahl) die von jedem Probestamm repräsentierte Anzahl an Stämmen je Hektar ist, die sich verkehrt proportional zur Kreisfläche des Probebaumes verhält (k = der Zählfaktor). Der BHD wird in der Formel in Metern angegeben (Zöhrer 1977).

4.2 Auswertung

Aufgrund des Datenmaterials erschien es angebracht, bei dem Verbiss zwischen „unverbissen“, „schwachem Verbiss“ und „starkem Verbiss“ zu unterscheiden:

- unverbissen: Bäumchen weisen keinen Verbiss auf, kein Kollerbusch.
- schwacher Verbiss: vorjähriger Leittrieb nicht verbissen, Seitentriebverbiss $>0\%$ und $\leq 80\%$, kein Kollerbusch.
- starker Verbiss: vorjähriger Leittrieb verbissen und/oder Seitentriebverbiss über 80% und/oder Kollerbusch.

Bei den in den Ergebnissen dargestellten Grafiken wurde lediglich zwischen „unverbissen“ und „verbissen“ unterschieden, da der Anteil an „stark verbissenen“ Bäumchen sehr gering ist und somit in Grafiken schwierig darzustellen wäre. Um den Einfluss verschiedener Parameter auf das Auftreten von Verbiss aufzuzeigen, wurde jeweils ein Klassifikationsbaum für Huftier- und Kleinsäugerverbiss erstellt. Bei den Huftieren wurde jede Stichprobenfläche, auf der zumindest ein Bäumchen stark verbissen war, als „stark verbissen“ (Verbiss „ja“) in das Modell aufgenommen. Jede Stichprobenfläche, auf der kein Bäumchen stark verbissen war, wurde als „unverbissen“ (Verbiss „nein“) gewertet. Eine derartige Einteilung war aufgrund der sehr geringen Anzahl an „stark verbissenen“ Bäumchen beim Kleinsäugerverbiss nicht möglich. Deshalb wurde der Kleinsäugerverbiss lediglich in „verbissen“ (jeder Punkt, auf dem ein Bäumchen Verbiss aufweist) und „nicht verbissen“ (jeder Punkt, auf dem kein Bäumchen Verbiss ausweist) unterteilt. Zusätzlich wurde noch eine binär logistische Regression gerechnet, bei der ebenfalls jede Stichprobenfläche, auf der zumindest ein Bäumchen stark verbissen war, in das Modell aufgenommen wurde. Um zwei unabhängige Stichproben auf einen signifikanten Unterschied zu testen, wurde der Wilcoxon- Test verwendet

4.2.1 Klassifikationsbäume

Klassifikationsbäume sind eine gute Methode, um komplexe, ökologische Zusammenhänge darzustellen. Sie sind im Gegensatz zu anderen statistischen Methoden sehr robust gegenüber nichtlinearen Beziehungen oder fehlenden Werten. Klassifikationsbäume zeigen, welche Prädiktoren (erklärende Variablen) einen Einfluss auf die Gruppierungsvariable (abhängige Variable) haben. Sie dienen auch zur grafischen Darstellung von Zusammenhängen zwischen Gruppierungsvariable und Prädiktoren (Dea'th & Fabricius 2000, Bühl 2008). Als Gruppierungsvariable wurde der Verbiss („ja“ oder „nein“) gewählt und aufgenommene Parameter, die als sinnvoll erachtet wurden, flossen in die Berechnung als Prädiktoren ein. Als Aufbaumethode wurde CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detection) gewählt. Bei dieser Methode wird bei jeder Unterteilung (Split) jene unabhängige

Variable gewählt, die die stärkste Interaktion mit der abhängigen Variable aufweist. Die Prädiktoren werden zusammengefasst, wenn sich ihre Kategorien im Zusammenhang mit der abhängigen Variable nicht signifikant voneinander unterscheiden (Bühl 2008).

Bei allen Klassifikationsbäumen wurde als Validierungsmethode die Kreuzvalidierung mit 10 Stichprobenaufteilungen gewählt. Das Vorkommen von Verbiss („Verbiss ja“) wurde als Zielkategorie gewählt und die Fehlklassifizierungskosten wurden für die Fälle, bei denen Punkte mit vorhandenem Verbiss vom Modell als Punkte mit nicht vorhandenem Verbiss („Verbiss nein“) klassifiziert wurden, erhöht. Die Güte der berechneten Klassifikationsbäume wurde anhand der geschätzten Wahrscheinlichkeiten sowie der Receiver Operating Characteristic Curve (ROC) bewertet, welche die Fläche unter der errechneten Kurve (= Area Under the Curve AUC) wiedergibt. Dieser AUC-Wert kann zwischen 0 und 1 liegen, wobei ein Modell umso besser ist, je näher sich der Wert an 1 annähert. Ein AUC-Wert ab 0,7 gilt als akzeptabel (Backhaus et al. 2015). Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS 20.0 verwendet.

4.2.2 Binär logistische Regression

Die logistische Regression wird häufig verwendet, um die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Ereignisse zu berechnen. Als einfachste Form gilt die binär logistische Regression, bei der die abhängige Variable binär ist, also nur den Wert 0 oder 1 annehmen kann (Backhaus et al. 2015). Ein Beispiel dafür wären Präsenz- und Absenzdaten bzw. in dieser Arbeit das Vorkommen von Verbiss (0= nein, 1= ja). Schon wie bei den Klassifikationsbäumen wurde der Verbiss als abhängige Variable herangezogen und folgende Parameter flossen in das Modell ein: Höhe, Kadaververjüngung, Gebiet, Beschirmung am Boden, Gesamtbegrünung, verholzte Begrünung, Neigung, Mesorelief konvex/konkav, Lücke, mittlere Sichtigkeit und die Interaktion zwischen Gesamtbegrünung und Beschirmung am Boden. Um Multikollinearitäten zu reduzieren, wurden die unabhängigen Variablen mittels Spearman-Rangkorrelation auf Zusammenhänge untersucht. Bei einer Korrelation (r_s) $> |0,7|$ wurde die biologisch relevantere Variable im Modell belassen und die andere aus dem Modell genommen (Schröder 2000). Anhand der Wald-Statistik wurde die Signifikanz der einzelnen Variablen im jeweiligen Modell überprüft. Erreichten Variablen nicht das Signifikanzniveau, wurden sie aus dem Modell genommen und ein neues Modell ohne die entsprechenden Variablen erstellt. Dies wurde so lange gemacht, bis das Modell ausschließlich signifikante Variablen ($p < 0,05$) enthielt. Für die Bewertung der Güte des berechneten Modells wurden Nagelkerkes R-Quadrat, der Hosmer-Lemeshow-Test, die Klassifizierungstabelle und der AUC-Wert herangezogen.

5. Ergebnisse

5.1 Baumartenzusammensetzung

Die mittlere Anzahl der Bäumchen in der Verjüngung beträgt im Großen und Kleinen Urwald zusammen 30.784 Individuen pro Hektar. Im Altbestand konnte mittels Winkelzählprobe eine mittlere Stammzahl von 450 Individuen pro Hektar ermittelt werden.

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ist die Buche insgesamt sowohl in der Verjüngung (51,6%) wie auch im Altbestand (67%) am stärksten vertreten. Die Tanne kommt in der Verjüngung mit 33,2% häufiger vor, als im Altbestand, in dem sie mit 12% einen geringeren Anteil als die Fichte (19,3%) ausmacht. In der Verjüngung ergibt sich für die Fichte ein Anteil von 11%. Bergahorn ist in der Verjüngung mit 4,3% und im Altbestand mit 1,3% vertreten (vgl. Tabelle 1).

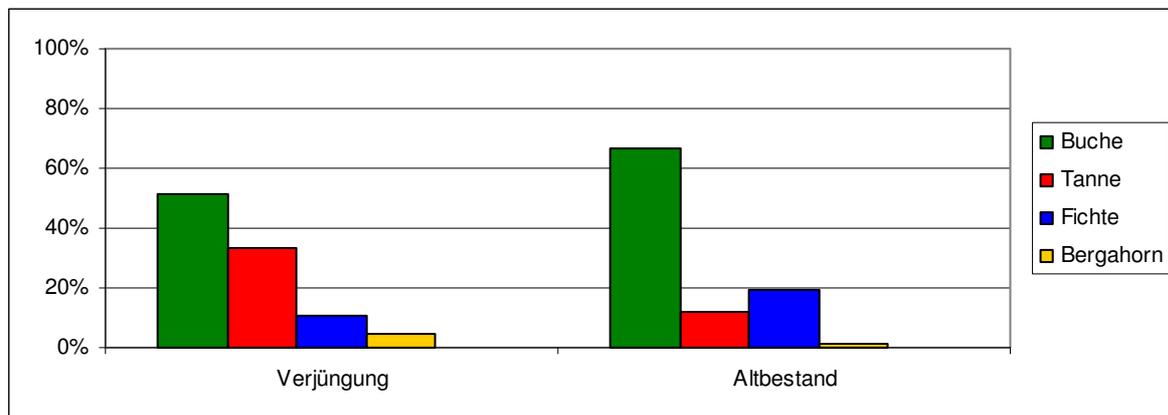


Abbildung 5: Baumartenzusammensetzung der häufigsten Baumarten in Prozent der Stammzahl pro Hektar.

Tabelle 1: Anzahl der Verjüngungsbäumchen (n/ha), mittlere Stammzahl pro Hektar (n/ha) und prozentualer Anteil der Baumarten in Verjüngung und Altbestand.

	Verjüngung		Altbestand	
	n/ha	[%]	n/ha	[%]
Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	15.858	51,6	303	67,3
Tanne (<i>Abies alba</i>)	10.228	33,2	54	12,0
Fichte (<i>Picea abies</i>)	3.354	10,9	87	19,3
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	1.344	4,3	17	1,3
Gesamt	30.784	100	450	100

Die innerhalb der Verjüngung aufgenommenen Baumarten wurden in vier Höhenklassen (HKL) eingeteilt:

- HKL 1: ≤ 25 cm
- HKL 2: 26- 50 cm
- HKL 3: 51-100 cm
- HKL 4: >100 cm

Die Buche ist in allen Höhenklassen am stärksten vertreten, wobei sie in der HKL 1 mit 45% einen nahezu gleich großen Anteil wie die Tanne (40%) ausmacht (Abbildung 5). In den nachfolgenden Höhenklassen nimmt der Anteil der Tanne stark ab, während der Anteil der Buche mit zunehmender Höhe steigt. In HKL 2 ist die Tanne mit nur mehr 22% vertreten, während die Buche einen Anteil von 63% ausmacht. In HKL 3 und 4 nimmt der Anteil der Buche weiter zu (66% in HKL3 und 83% in HKL 4). Der Anteil der Tanne beträgt in HKL 3 13% und in HKL 4 3%. Der prozentuale Anteil der Fichte nimmt mit zunehmender Höhe ebenfalls zu, wobei sie in HKL 3 mit 20% am stärksten vertreten ist und somit einen größeren Anteil als die Tanne ausmacht. Auch in HKL 4 ist die Fichte stärker vertreten (14%) als die Tanne. In HKL 1 und 2 beträgt der Anteil der Fichte 9 bzw. 13%. Bei Bergahorn lässt sich ein ähnliches Muster wie bei der Tanne erkennen: der Anteil nimmt mit zunehmender Höhe ab. Beträgt der Anteil in HKL 1 noch 6%, ist er in HKL 2 mit 1% wesentlich geringer. Ist der Bergahorn in HKL 3 mit 0,5% noch gering vertreten, so ist er in HKL 4 nicht mehr zu finden (Abbildung 6).

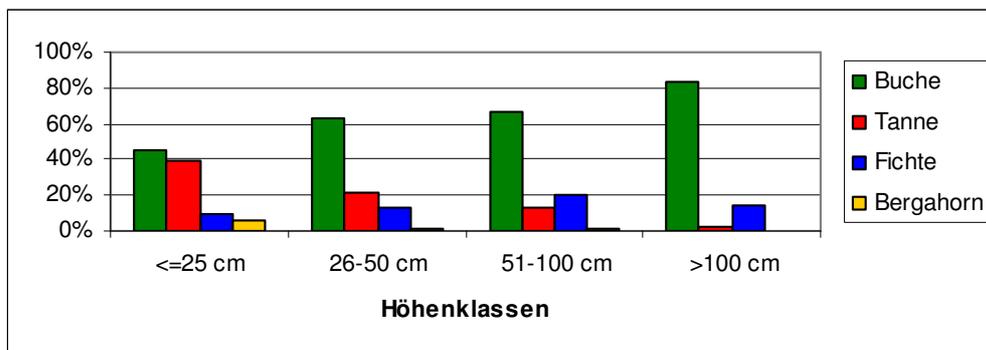


Abbildung 6: Prozentualer Anteil (% der Stammzahl/ha) der Baumarten in den verschiedenen Höhenklassen.

5.2 Verbiss durch Huftiere

Bei der Auswertung des Verbisses wurde neben dem Seittriebverbiss nur der vorjährige Leittriebverbiss, nicht der frische, berücksichtigt.

5.2.1 Gesamtverbiss

Abbildung 7 zeigt, dass 7,5% der Verjüngung einen hauptsächlich durch Schalenwild verursachten Verbiss aufweisen. Wird der Verbiss in die Kategorien schwach verbissen (Seittriebverbiss $>0\%$ und $\leq 80\%$) und stark verbissen (entweder vorjähriger Leittrieb verbissen und/oder Seittriebverbiss $>80\%$) eingeteilt, weisen 3,8% der Bäumchen einen schwachen Verbiss auf und 3,7% einen starken. Aufgrund der geringen Prozentzahl des starken Verbisses wird für die statistische Auswertung nachfolgend lediglich zwischen den Kategorien „unverbissen“ und „verbissen“ unterschieden.

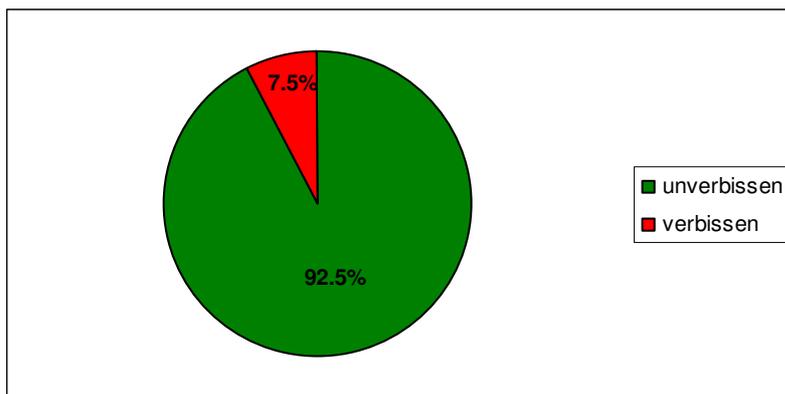


Abbildung 7: Prozentualer Anteil der verbissenen und unverbissenen Bäumchen durch Huftiere innerhalb der Verjüngung.

5.2.2 Verbiss der Baumarten und Höhenklassen

In Abbildung 8 ist zu sehen, dass die Bergulme mit 75% verbissenen Individuen zwar den höchsten Verbiss aufweist, allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass insgesamt lediglich 9 Individuen aufgenommen wurden. Bei Tanne und Bergahorn liegt mit 15% und 14% kein wesentlicher Unterschied der Verbissprozentage vor. Die Fichte weist mit 2% den geringsten Verbiss auf, danach die Buche mit 4%.

Abbildung 9 zeigt die Verbissprozentage der vier Höhenklassen: Jungpflanzen unter 25 cm weisen mit 6% die geringsten Verbissprozentage auf, während die Bäume zwischen 51 cm und 100 cm mit 14% bevorzugt verbissen werden. Bei Bäumchen über 100 cm liegt der Anteil an verbissenen Pflanzen bei 12%, bei 26-50 cm hohen Bäumen liegt der Anteil bei 9%.

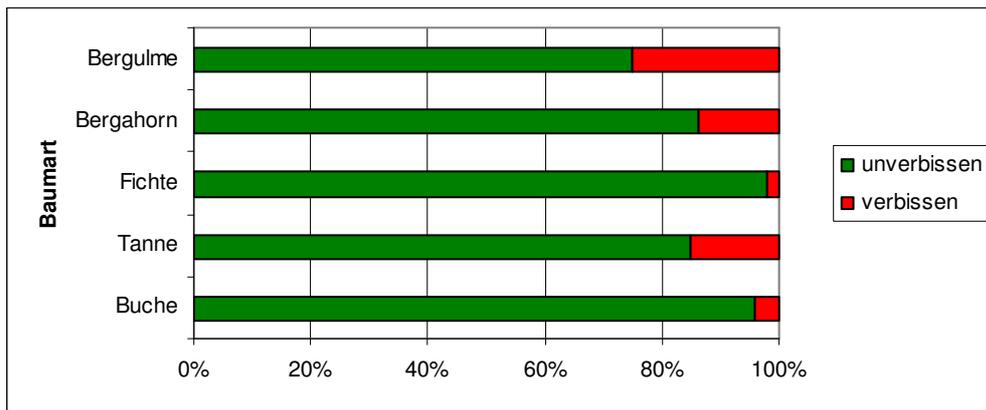


Abbildung 8: Prozentsatz der unverbissenen und verbissenen Baumarten.

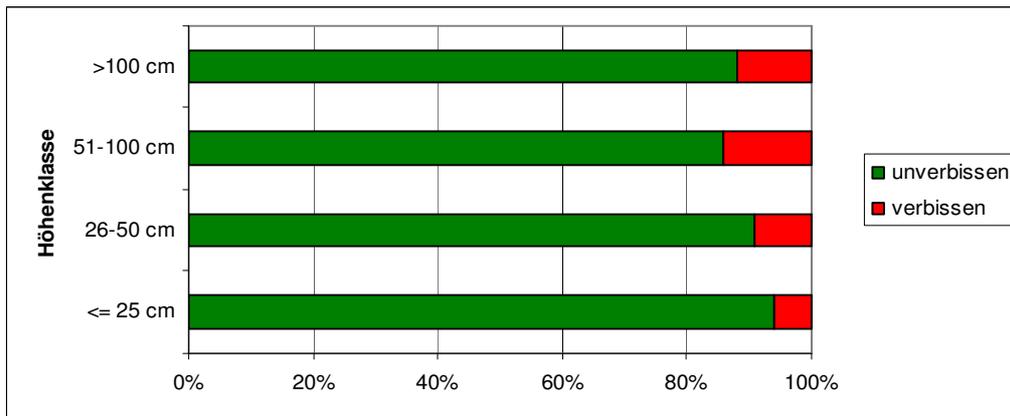


Abbildung 9: Prozentsatz der unverbissenen und verbissenen Bäume in den vier Höhenklassen.

Betrachtet man den starken Verbiss der einzelnen Baumarten, ergibt sich Folgendes: Bei der Buche ist lediglich 1% aller Individuen stark verbissen (vorjähriger Leittrieb verbissen und/oder Seitentriebverbiss >80%), bei der Fichte 1,4% und somit weisen mehr als die Hälfte der verbissenen Bäumchen einen starken Verbiss auf. Dieses Bild ist auch bei der Tanne zu finden, bei der von den 15% verbissenen Bäumen 8,2% stark verbissen sind. Bei der Bergulme ist 1/3 der Bäumchen stark verbissen, bei Bergahorn weisen 12% einen starken Verbiss auf, was somit beinahe alle verbissenen Bäumchen betrifft (Tabelle 2).

Tabelle 2: Prozentualer Anteil und absolute Anzahl (n/ha) der durch Schalenwild verbissenen Baumarten (eingeteilt in die drei Verbisskategorien) innerhalb der Verjüngung.

Verbisskategorie	Buche		Tanne		Fichte		Bergahorn	
	%	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%	n/ha
unverbissen	95,8%	15.192	84,7%	8.663	97,9%	3.283	86,1%	1.158
schwach verbissen	3,2%	508	7,1%	726	0,7%	24	2,0%	26
stark verbissen	1,0%	158	8,2%	839	1,4%	47	11,9%	160

Betrachtet man in Abbildung 10 die Verbissprozentage der unterschiedlichen Baumarten in den Höhenklassen getrennt, so ist zu erkennen, dass in der HKL 1 der Verbiss geringer ist als in den darauf folgenden Höhenklassen. Den stärksten Verbiss (12,6%) in der HKL 1 weist Bergahorn auf, wobei bei diesem in der HKL 2 31,3% verbissen sind und in der HKL 3 schließlich 0%. In der HKL 4 wurden keine Bäumchen des Bergahorns aufgenommen. Die Tanne zeigt in nahezu allen Höhenklassen (ausgenommen HKL 2) den größten Verbiss, wobei die größten Verbissprozentage in den HKL 2 (29,1%) und 3 (37,5%) zu finden sind. Bei den Bäumchen über 100 cm nimmt der Verbiss bei Tanne (25%) und Fichte (0%) wieder ab, während er bei der Buche nahezu gleich bleibt. Fichte und Buche weisen in den ersten beiden Höhenklassen geringere Verbissprozentage als in der HKL 3 auf. In dieser Höhenklasse sind bei der Buche 11,5% und bei der Fichte 8,9% der Individuen verbissen. Die Fichte weist in der HKL 4 keinen Verbiss auf.

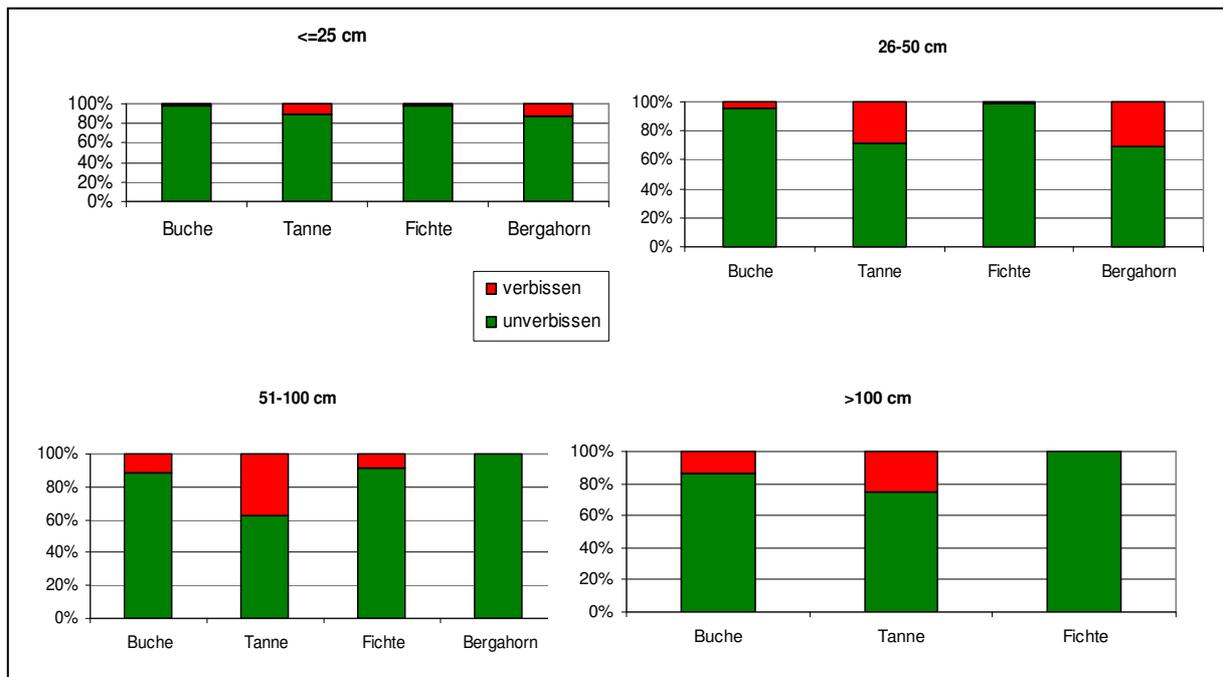


Abbildung 10: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Individuen der unterschiedlichen Baumarten innerhalb der verschiedenen Höhenklassen.

5.2.3 Bestandessituation

5.2.3.1 Bestandesrand

Wie in Abbildung 11 (oben) zu sehen ist, waren auf den Aufnahmepunkten in 93% der Fälle keine Bestandesränder zu sehen. Die meisten Bestandesränder lagen in einer Entfernung von 25- 49 m (2,7%). Auf keinem der Aufnahmepunkte wurde ein Bestandesrand verzeichnet, der mehr als 100 m vom Punkt entfernt war.

Der höchste Anteil an verbissenen Bäumchen (8%) ist dann zu finden, wenn keine Bestandesränder in der Nähe zu sehen waren. Bei 25- 49m entfernten Bestandesrändern sind 6% der Bäume verbissen. Bei einer Entfernung unter 10m sind 5% verbissen, bei 50-99 m 3% und bei 10-24 m liegen keine verbissenen Bäumchen vor (Abbildung 11, unten).

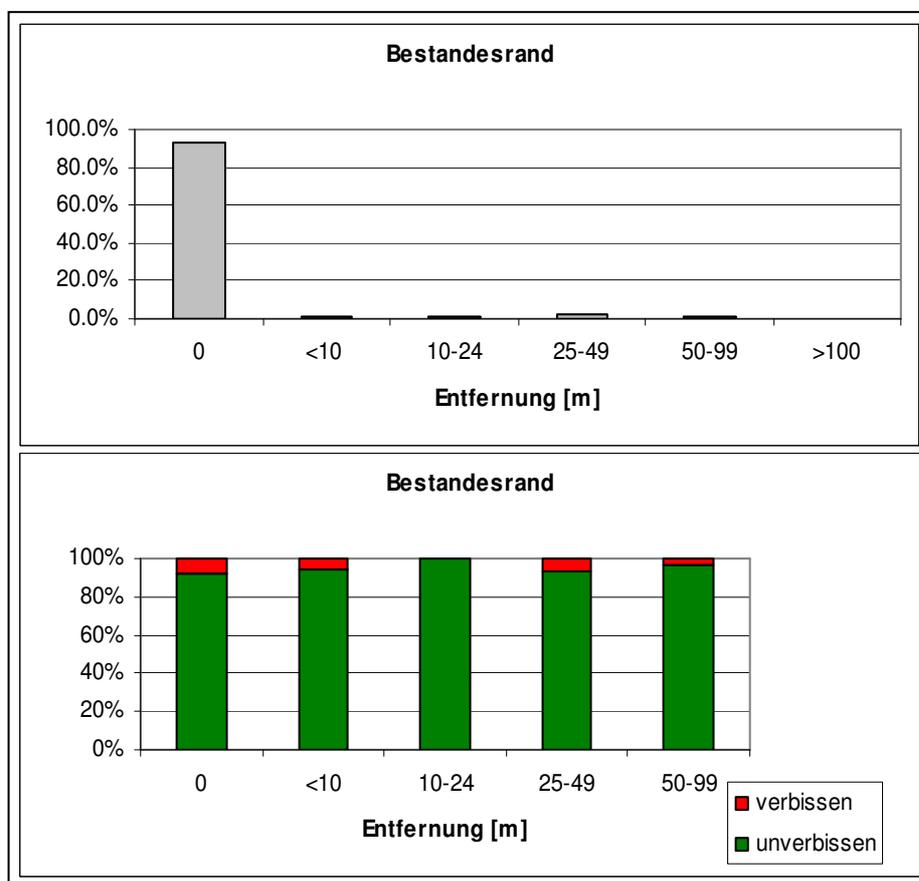


Abbildung 11: Oben: Prozentualer Anteil der Entfernungen von durch Bestandesrändern bedingten Randzonen. Unten: Prozentualer Anteil der durch Schalenwild unverbissenen und verbissenen Bäumchen bei verschiedenen Entfernungen der Bestandesränder.

5.2.3.2 Sichtigkeit

Die mittlere Sichtweite von 10- 24 m tritt auf den Untersuchungsflächen am häufigsten auf (47%). Mittlere Sichtweiten von <10 m und 25-40 m liegen mit jeweils 27% und 26% vor, die Sichtweite von 50-99 m wurde auf nur 1% der Stichprobenflächen festgestellt. Mittlere Sichtweiten von >100 m traten nicht auf (Abbildung 12).

Der prozentuelle Anteil an verbissenen Bäumen unterscheidet sich zwischen den mittleren Sichtweiten nur minimal. So sind bei geringen Sichtweiten von <10 m 7,1% der Stämmchen verbissen und bei den mittleren Sichtweiten zwischen 10 und 49 m ca. 8%.

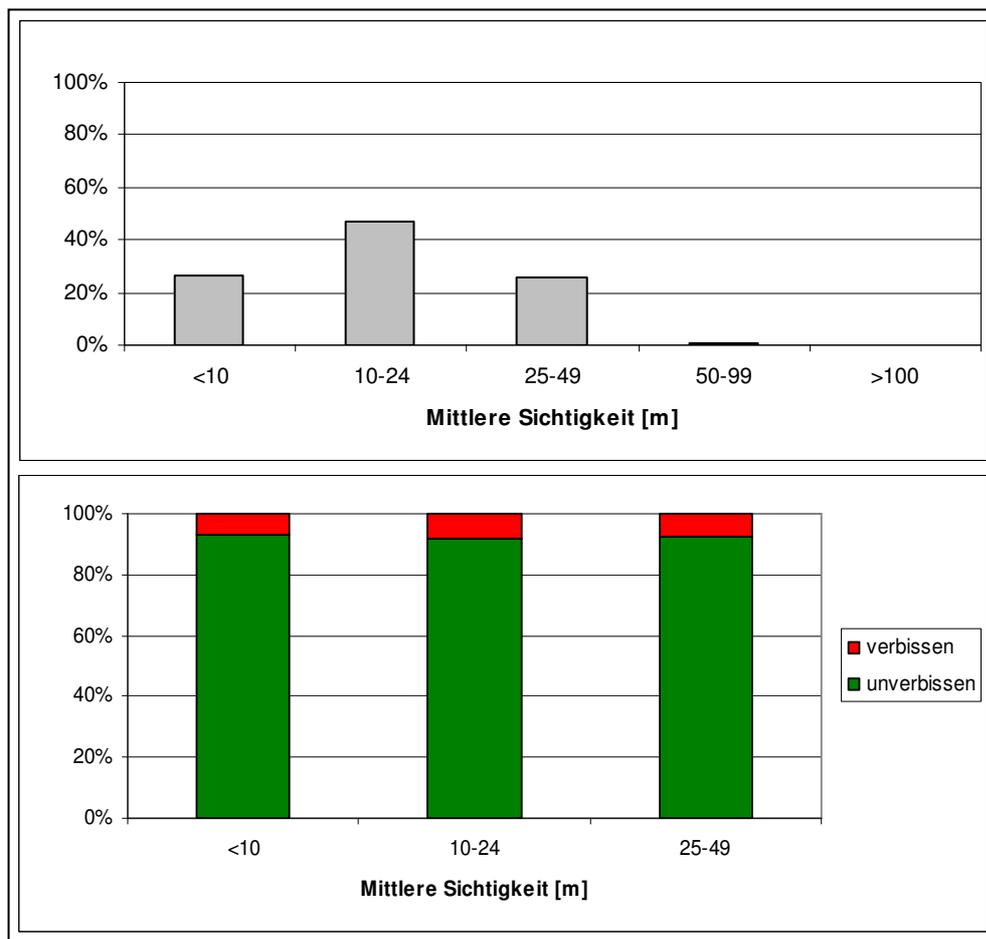


Abbildung 12: Oben: Prozentualer Anteil der mittleren Sichtweiten. Unten: Prozentualer Anteil der verbissenen Bäumchen bei unterschiedlichen mittleren Sichtweiten.

5.2.4. Hang- und Geländeform

Wie Abbildung 13 (oben) zeigt, wurde an keinem Probepunkt das Gelände als konkav eingestuft, lediglich 0,4% als konvex, 19% als konvex-konkav und 81% als intermediär. Auf intermediären Hängen wuchsen 80% aller Bäumchen, während auf konvexen Hängen nur ca. 1% der Bäumchen wuchsen. Betrachtet man den Verbiss auf den unterschiedlichen Hangformen (in der Abbildung unten), ist zu erkennen, dass auf konvexen Hangformen 7% der Bäumchen verbissen sind, auf konvex-konkaven 8% und auf intermediären 7,4%.

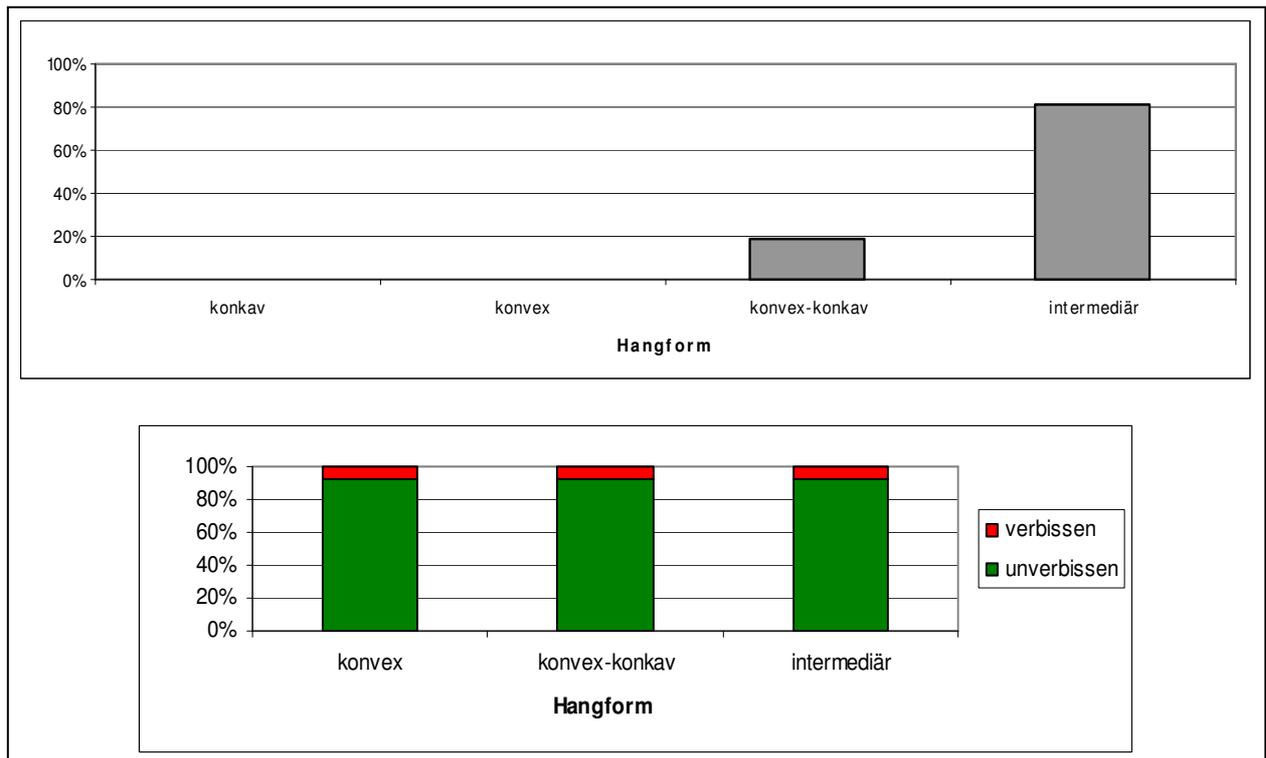


Abbildung 13: Oben: Prozentualer Anteil der Hangformen konkav, konvex, konvex-konkav und intermediär. Unten: Anteil der verbissenen und unverbissenen Individuen auf den unterschiedlichen Hangformen (in Prozent).

Die häufigste Geländeform, die aufgenommen wurde, war der Mittelhang mit 43%, gefolgt von der Verflachung (24%), dem Unterhang (12%) und dem Oberhang (6%). Die übrigen Geländeformen („Sonstige“) machen einen prozentualen Anteil von 10% aus (Abbildung 14). Auf dem Unterhang wurde der größte Anteil (11%) an Bäumchen verbissen, auf dem Mittelhang 10%. Verflachung und Oberhang weisen mit 5 bzw. 4% wesentlich geringere Verbissprozente auf. Auch bei den Geländeformen, die in die Kategorie „Sonstige“ fallen, sind 2% der Bäumchen verbissen (Abbildung 15).

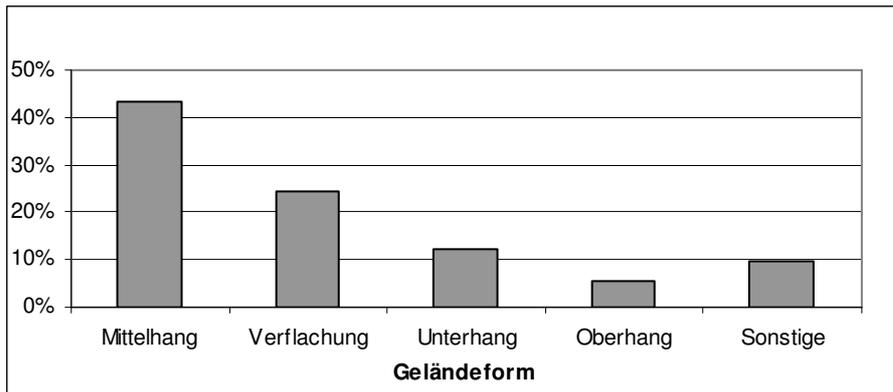


Abbildung 14: Darstellung der prozentualen Anteile der Geländeformen.

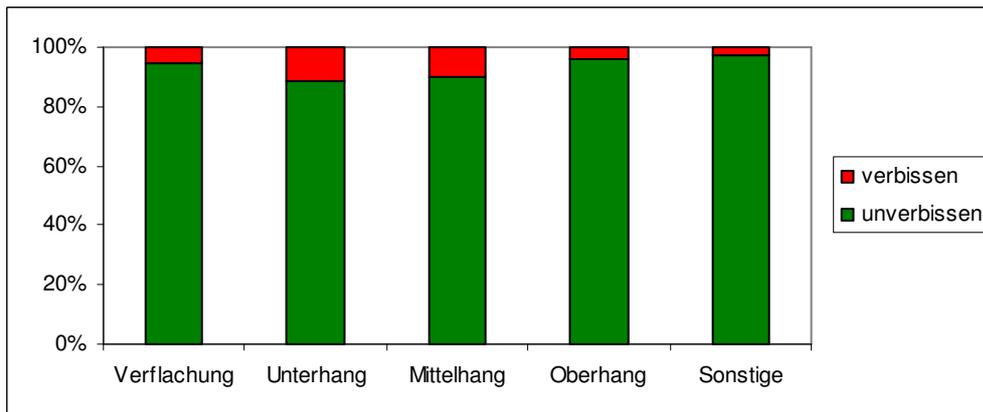


Abbildung 15: Anzahl von verbissenen und unverbissenen Individuen der verschiedenen Geländeformen in Prozent.

5.2.5 Einfluss des Kleinreliefs

Auf den meisten Stichprobeflächen (62%) wurde das Kleinrelief als „ausgeglichen“ eingestuft. Vergleicht man Verbisshäufigkeiten zwischen ausgeglichenen Hangformen und Hangformen, die Mulden bzw. Buckel aufweisen, liegt bei ersteren ein höherer prozentualer Anteil an verbissenen Bäumchen vor (ca. 9%) als auf letzteren (5,6%) (Abbildung 16).

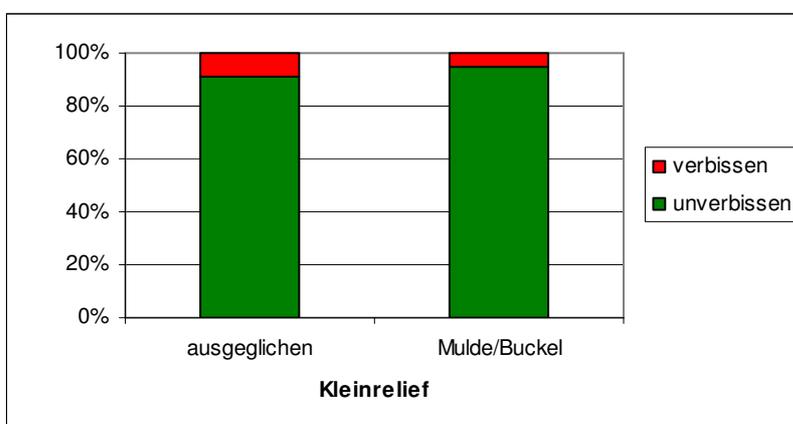


Abbildung 16: Prozentualer Anteil an unverbissenen und verbissenen Bäumchen auf unterschiedlich ausgeprägtem Kleinrelief.

5.2.6 Einfluss der kleinräumigen Verjüngungssituation

5.2.6.1 Kronensituation

Die Kronensituation betreffend, stehen 86% der aufgenommenen Individuen solitär, bei 11% der Bäumchen ist die Krone bis zu $\frac{1}{4}$ des Umfangs von anderen Individuen umgeben (teilweise ummantelt) und lediglich 3% sind vollständig von anderen Kronen ummantelt (Abbildung 17).

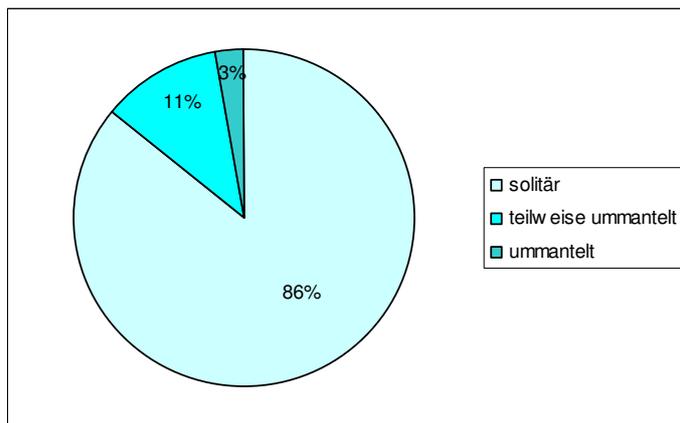


Abbildung 17: Anteil der Individuen, die solitär, teilweise ummantelt und ummantelt stehen (in Prozent).

Wie in Abbildung 18 zu sehen ist, ist der prozentuale Verbissanteil bei solitär stehenden Bäumchen mit 7,7% am höchsten. Die Bäumchen, die vollständig ummantelt, also in Gruppen stehen, weisen einen Anteil von 7% an verbissenen Individuen auf. Solche die teilweise ummantelt sind, sind mit 6,1% am geringsten verbissen.

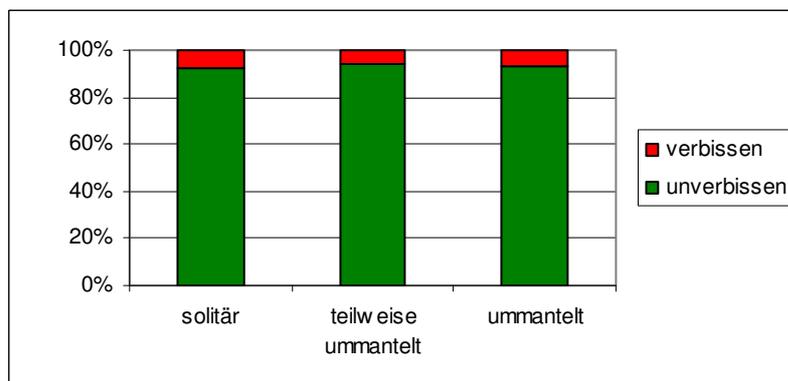


Abbildung 18: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen solitär stehenden, teilweise ummantelten und ummantelten Individuen.

5.2.6.2 Kadaververjüngung

Obwohl auf den aufgenommenen Flächen insgesamt ein Totholzanteil von ca. 35% zu finden ist, liegt der prozentuale Anteil von Bäumchen auf Totholz nur bei 5% und somit überwiegt der Anteil der Bäumchen, die am Boden wachsen (95%) (Abbildung 19, oben).

Während der Anteil der verbissenen Individuen der Bodenverjüngung 7,8% beträgt, sind bei der Kadaververjüngung 1,5% verbissen (Abbildung 19, unten).

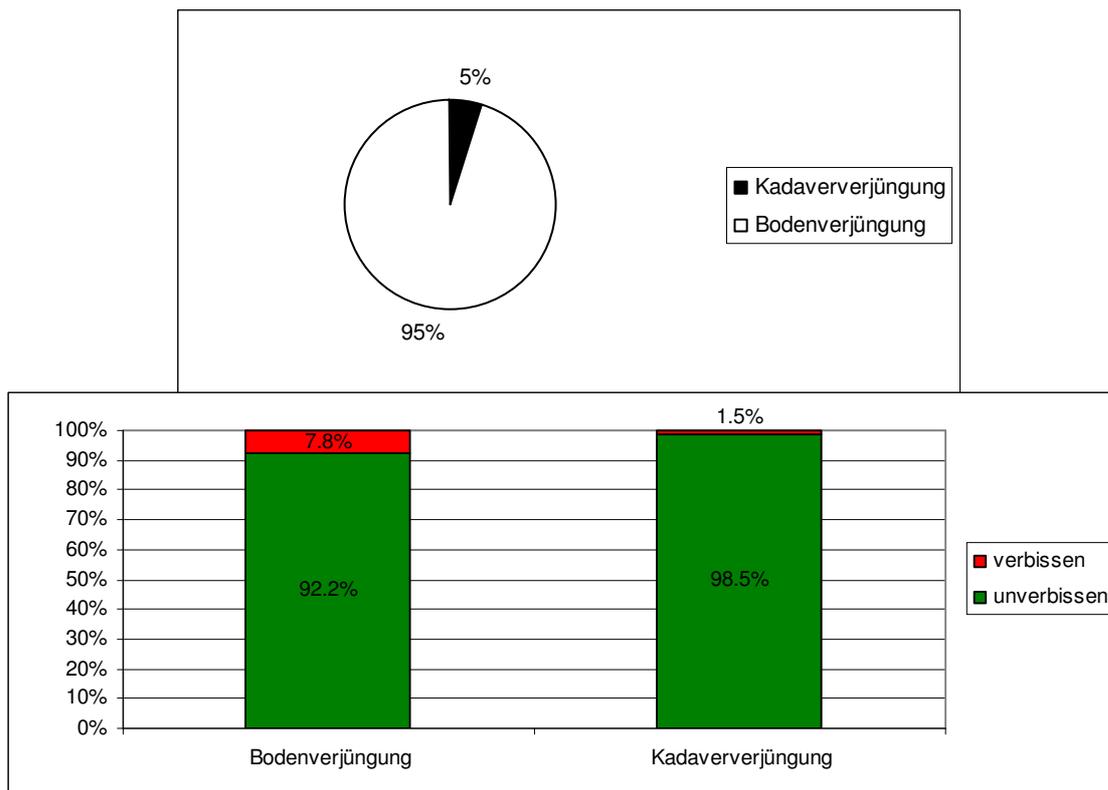


Abbildung 19: Relative Häufigkeit der Verjüngungspflanzen am Boden und auf Kadavern (obere Abbildung) und der unverbissenen und verbissenen Individuen der Boden- und Kadaververjüngung (untere Abbildung).

5.2.7 Einfluss der Waldstruktur und Vegetation

5.2.7.1 Beschirmung und Begrünung

Wie in Abbildung 20 ersichtlich, ist der Verbiss der Bäumchen bei geringer Beschirmung am Boden wie auch in 1,3 m Höhe am größten. Mit zunehmender Beschirmung nimmt der Anteil an verbissenen Individuen ab.

Betrachtet man die Gesamtbeschirmung am Boden, so sind bei dem geringsten Beschirmungsgrad (1/10- 4/10) 14,7% der Bäumchen verbissen, während es bei dem höchsten Beschirmungsgrad (9/10-10/10) 6% sind. Bei den dazwischen liegenden Beschirmungsgraden liegt der Verbissanteil bei 8,3% (5/10- 6/10) und 6,8% (7/10-8/10).

Das gleiche Muster ist auch bei der Gesamtbeschirmung in 1,3 m Höhe zu erkennen: Hier sind 11,4% bei dem niedrigsten Beschirmungsgrad verbissen, bei den mittleren Beschirmungsgraden 8,7% (5/10-6/10) und 6,7% (7/10-8/10) und der höchste weist wieder den geringsten Anteil an verbissenen Bäumchen auf (5,7%).

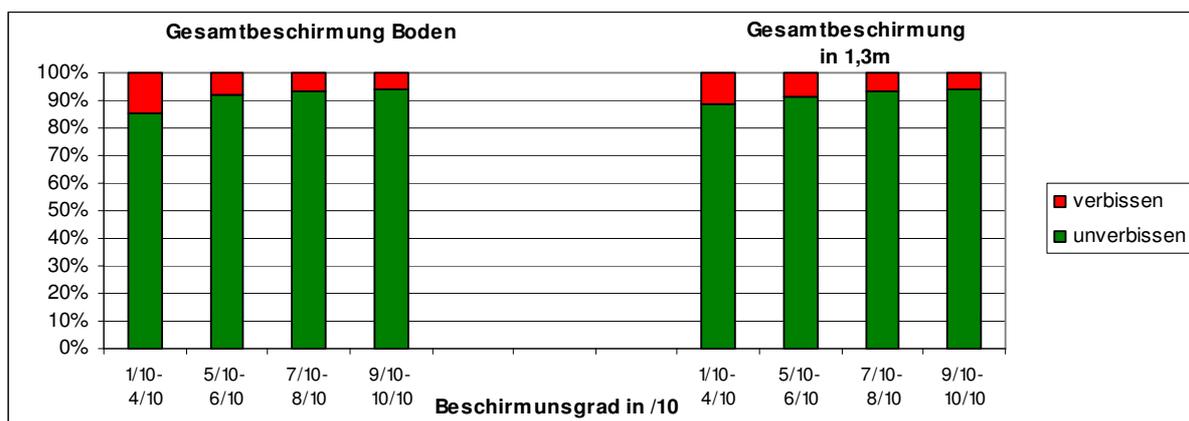


Abbildung 20: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Bäumchen innerhalb der Beschirmungsklassen am Boden und in 1,3 m Höhe.

An Abbildung 21 ist zu erkennen, dass bei zunehmender Begrünung der Anteil an verbissenen Bäumchen zunimmt. Bei einer Gesamtbegrünung von 100% sind ca. 14% der Bäumchen verbissen. Bei niedrigerer Deckung der Gesamtbegrünung liegen die prozentualen Anteile der verbissenen Bäumchen zwischen 6 und 7%. Auch bei der verholzten Begrünung sind bei höheren Deckungsgraden mehr Bäumchen verbissen, wobei auch bei nicht vorhandener Begrünung (0%) der Verbissanteil derselbe ist wie bei einer Bedeckung von 60%.

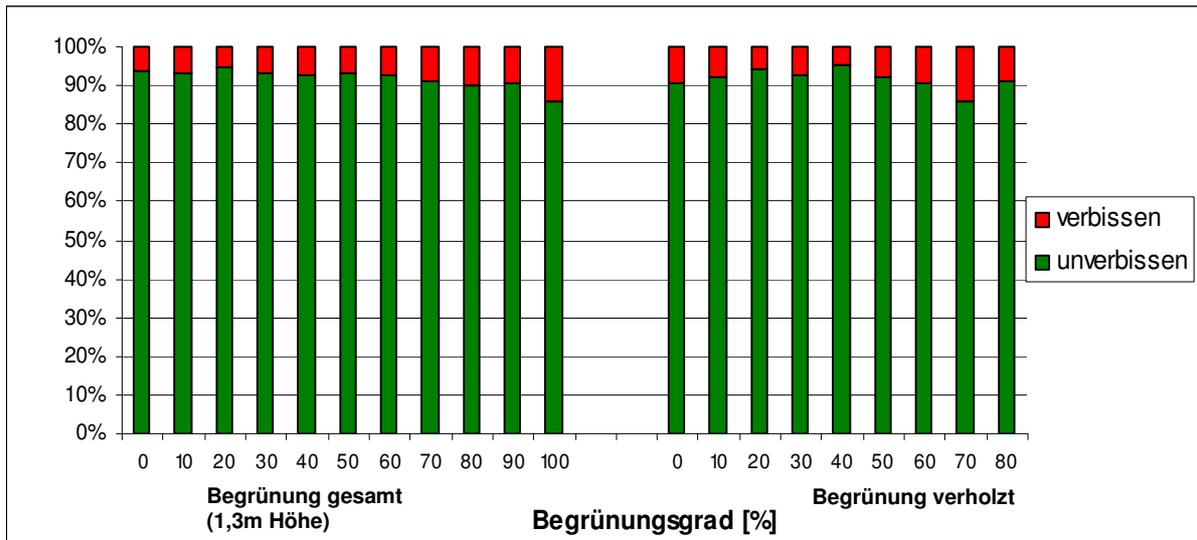


Abbildung 21: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Bäumchen innerhalb der unterschiedlichen Begrünungsgrade (in %) der Gesamtbegrünung sowie der verholzten Begrünung.

5.2.7.2 Vegetationsklassen

Betrachtet man die unterschiedlichen Vegetationsklassen, so ergibt sich Folgendes:

Bei den Kräutern liegen bei einem Deckungsgrad von 31- 60% mit 20% die meisten verbissenen Bäumchen vor. Generell ist zu erkennen, dass bei einem geringeren Deckungsgrad weniger durch Schalenwild verbissene Bäume zu finden sind.

Bei den Farnen sind nur bei geringeren Deckungsgraden verbissene Bäumchen zu finden. Hier muss allerdings erwähnt werden, dass die Farne in nur wenigen Fällen einen höheren Deckungsgrad als 30% ausmachen. Bei den Gräsern nimmt der Anteil an verbissenen Bäumchen mit zunehmendem Deckungsgrad deutlich zu: sind bei einem Deckungsgrad von 1-30% nur 9,4% der Bäumchen verbissen, so sind es bei einem Deckungsgrad von 61-100% bereits 24% (Abbildung 22).

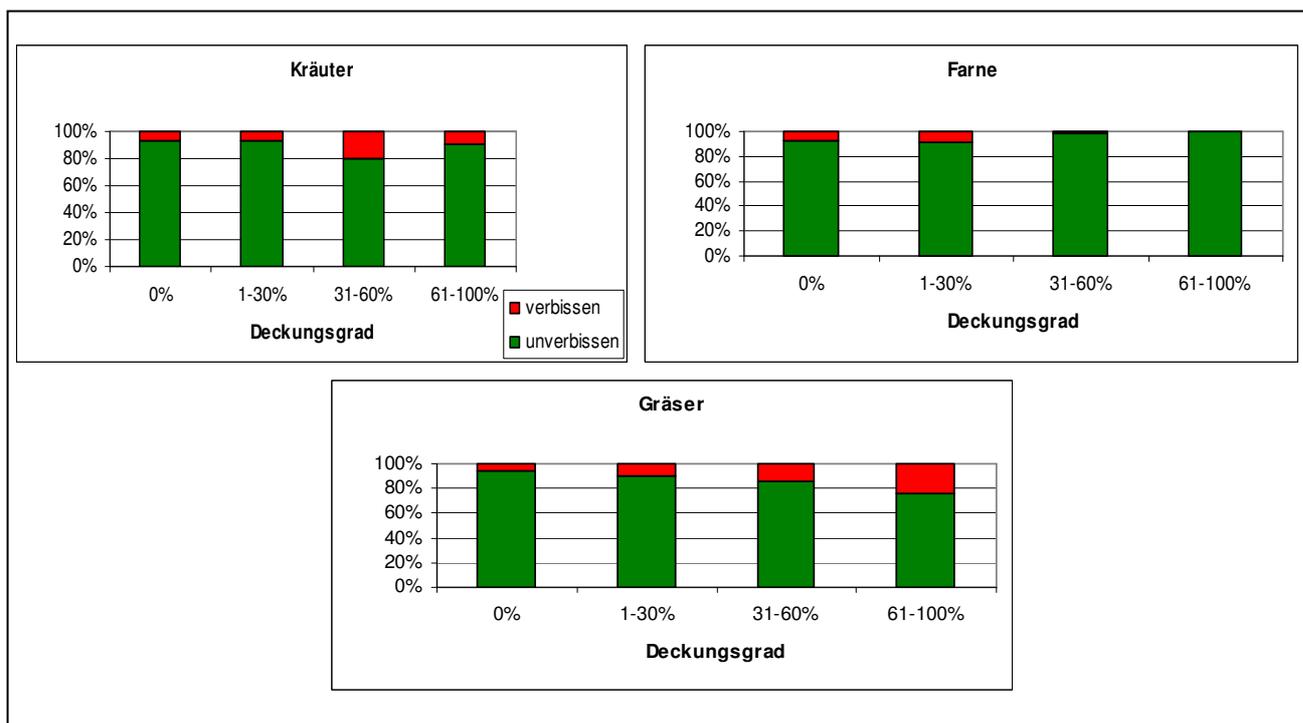


Abbildung 22: Anteil (in Prozent) der unverbissenen und verbissenen Bäumchen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Deckungsgrade verschiedener Vegetationsklassen.

Auch bei den Deckungsgraden der Sträucher und Zwergsträucher lässt sich dasselbe Muster wie bei den Gräsern erkennen: Bei höherem Deckungsgrad sind mehr Bäumchen verbissen. Bei einem Deckungsgrad von 1-10% sind bei den Sträuchern 8,5% der Bäumchen verbissen, während bei 11-20% Deckung 38% der Bäumchen durch Schalenwild verbissen sind. Ähnliches ist auch bei den Zwergsträuchern zu erkennen. Bei 0% Deckung sind 9% der Jungpflanzen verbissen, bei einem Deckungsgrad von 61-100% sind es 45% (Abbildung 23). Da *Rubus* auf den Probeflächen nur sporadisch vorhanden war, wurde auf nur sehr wenigen Flächen ein maximaler Deckungsgrad von 10% erreicht, weswegen keine Aussage bezüglich der Verbissintensität getroffen werden kann.

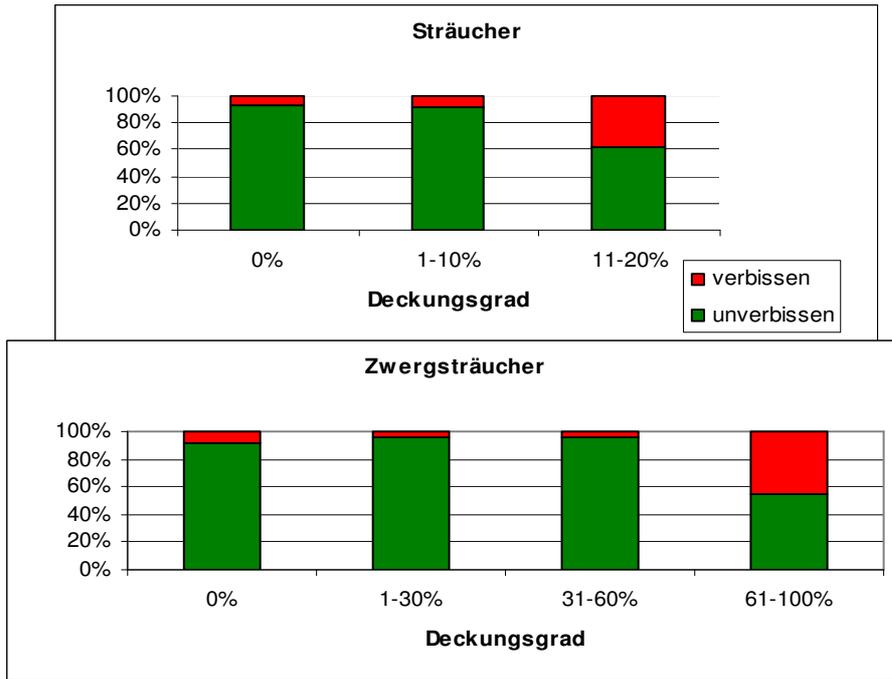


Abbildung 23: Prozentualer Anteil der verbissenen Bäumchen bei unterschiedlichem Deckungsgrad der Sträucher (oben) und Zwergsträucher (unten).

5.3 Verbiss durch Kleinsäuger

Insgesamt ist nur ein sehr geringer Teil (2,1%) der Baumverjüngung durch Hasen und/oder Nagetiere verbissen. Bei Betrachtung des Verbisses der einzelnen Baumarten ist zu erkennen, dass Bergahorn (3,2%) und Buche (2,8%) eher bevorzugt verbissen werden als Fichte (0,6%) und Tanne (1,4%) (Abbildung 24).

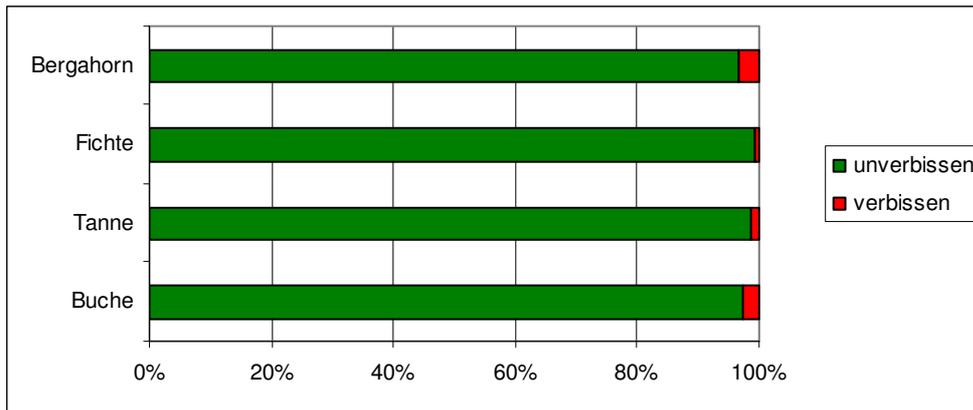


Abbildung 24: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugern unverbissenen und verbissenen Bäumchen der unterschiedlichen Baumarten.

Die unterschiedlichen Höhenklassen betrachtet, sind die Bäume unter 25 cm weniger verbissen (1,4%) als solche, die größer als 25 cm sind. Zwischen den darüber liegenden Höhenklassen gibt es keine erheblichen Unterschiede (Abbildung 25).

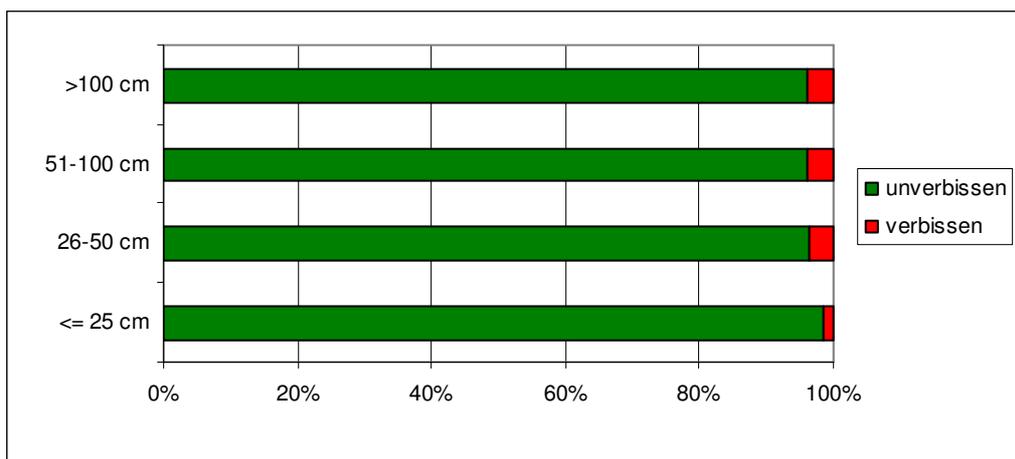


Abbildung 25: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugern unverbissenen und verbissenen Individuen in den verschiedenen Höhenklassen.

Wie in der nachfolgenden Abbildung 26 zu sehen ist, werden Buche und Bergahorn in der HKL 1 am stärksten verbissen (1,7% und 2,7%), während der Anteil der verbissenen Bäumchen in der HKL 2 bei der Buche bei 4,5 % liegt und beim Bergahorn bei 15,4%. Der Anteil der verbissenen Individuen des Bergahorns liegt in den nächsten beiden HKL bei 0%,

da die Baumart in diesen Höhenklassen nicht vertreten ist. Bei der Tanne sind in der HKL 3 4,8% und in der HKL 4 0% verbissen, obwohl einige Individuen in dieser Höhenklasse vertreten sind. Sowohl Tanne wie auch Fichte weisen in den HKL 1 und 2 geringe Verbissprozentage auf. In der HKL 4 weist einzig die Buche einen Verbiss auf (4,7%).

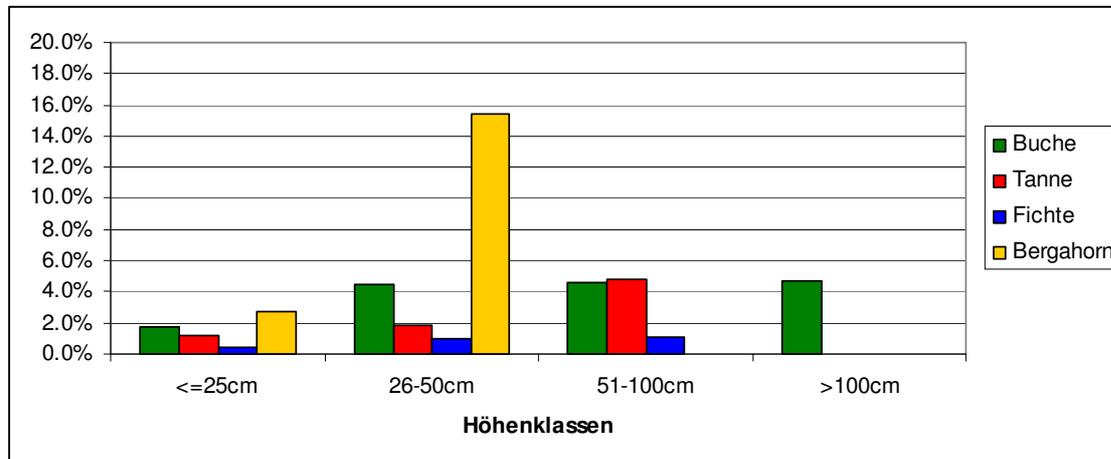


Abbildung 26: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugetieren verbissenen Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen (Maximum der Größenachse ist 20%).

5.4 Vergleich Huftiere- Kleinsäuger

Beim Vergleich des Verbisses von Schalenwild und Hasen bzw. Nagetieren ergeben sich bezüglich der unterschiedlichen Baumarten folgende Unterschiede: Die Fichte wird von Schalenwild (2% verbissene Bäumchen) und Hasen/Nagetieren (0,6%) am geringsten verbissen. Während Tanne (15%) und Bergahorn (14%) von Huftieren präferiert werden, bevorzugen Hasen/Nagetiere neben dem Bergahorn (3%) die Buche (2,8%). Der durch Hasen/Nagetiere verursachte Verbiss macht bei der Tanne einen Anteil von 1,4% aus, der durch Schalenwild verursachte 4% (Abbildung 27).

Beim Vergleich des Anteils aller verbissenen Bäumchen mittels Wilcoxon-Test ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen Huftieren und Kleinsäugetieren, da der Verbiss durch Huftiere einen größeren Anteil als der durch Kleinsäuger ausmacht ($W = 57, p = 0,03$).

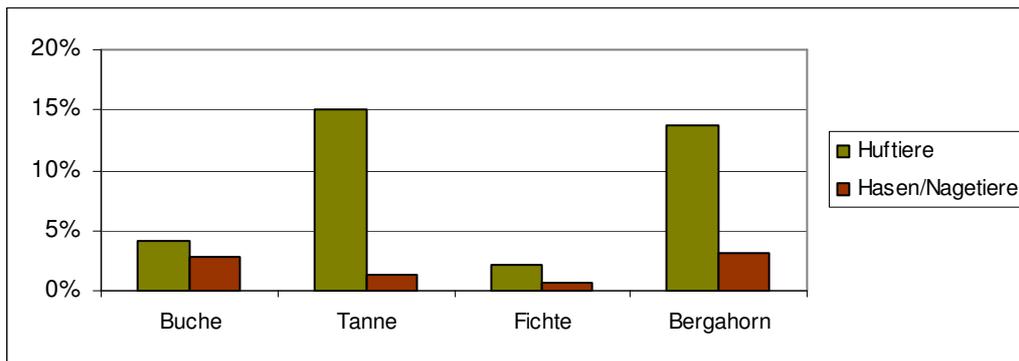


Abbildung 27: Prozentualer Anteil der von Huftieren und Hasen bzw. Nagetieren verbissenen Baumarten.

Sowohl bei Huftieren als auch bei Kleinsäugetern ist eine Präferenz für höhere Bäume zu erkennen. Bei beiden Gruppen weisen Bäumchen unter 25 cm den geringsten Verbiss auf (6,5% bei Schalenwild, 1,4% bei Kleinsäugetern). Bei den Kleinsäugetern liegt der Verbiss bei den anderen Höhenklassen bei ca. 4%. Bei Schalenwild wird die HKL 3 (51-100 cm) 14,2% bevorzugt, bei Jungpflanzen über 100 cm liegt die Verbissbelastung bei 12% und bei Bäumchen zwischen 26 und 50 cm bei 9% (Abbildung 28).

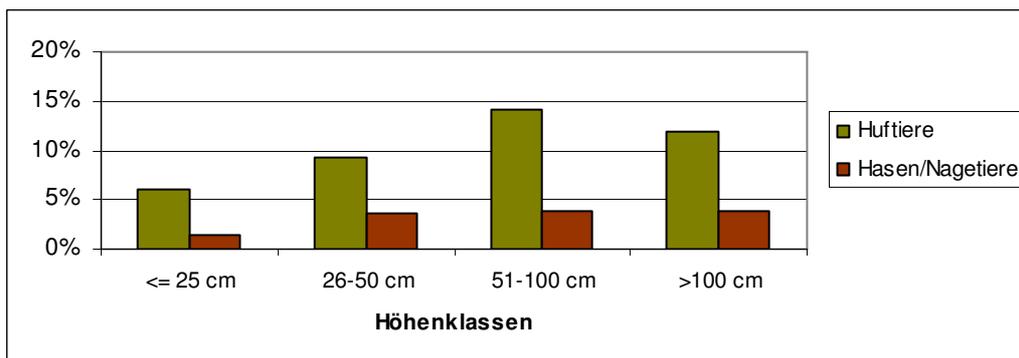


Abbildung 28: Anteil der in den unterschiedlichen Höhenklassen verbissenen Bäumchen von Huftieren und Hasen/Nagetieren in Prozent.

5.5 Vergleich Großer und Kleiner Urwald

5.5.1 Baumartenzusammensetzung

In der Verjüngung beträgt die mittlere Anzahl an Individuen pro Hektar [n/ha] im Großen Urwald 22.361, im Kleinen Urwald sind 8.423 n/ha. Im Altbestand liegt die mittlere Stammzahl bei 238 Individuen pro Hektar, im Kleinen Urwald sind es 212 Individuen pro Hektar. Die Buche (*Fagus sylvatica*) macht sowohl in der Verjüngung wie auch im Altbestand den größten Anteil aus.

5.5.1.2 Altbestand

Im Altbestand beträgt der Anteil der Buche im Großen Urwald 66%, im Kleinen sind es 69%. Wie in Abbildung 29 zu sehen ist, ist die Tanne (*Abies alba*) im Kleinen Urwald mit 14% häufiger vertreten als im Großen Urwald, in dem ihr Anteil 10% ausmacht und somit die Fichte (*Picea abies*) mit einem prozentualen Anteil von 22,3% häufiger vorkommt. Der Anteil des Bergahorns (*Acer pseudoplatanus*) beträgt im Großen Urwald ca. 2% und im Kleinen Urwald 1%. Es wurden auch einige Individuen der Bergulme (*Ulmus glabra*) gefunden, allerdings nur im Großen Urwald. Hingegen konnten ausschließlich im Kleinen Urwald einige Individuen der Lärche (*Larix decidua*) verzeichnet werden (Tabelle 3).

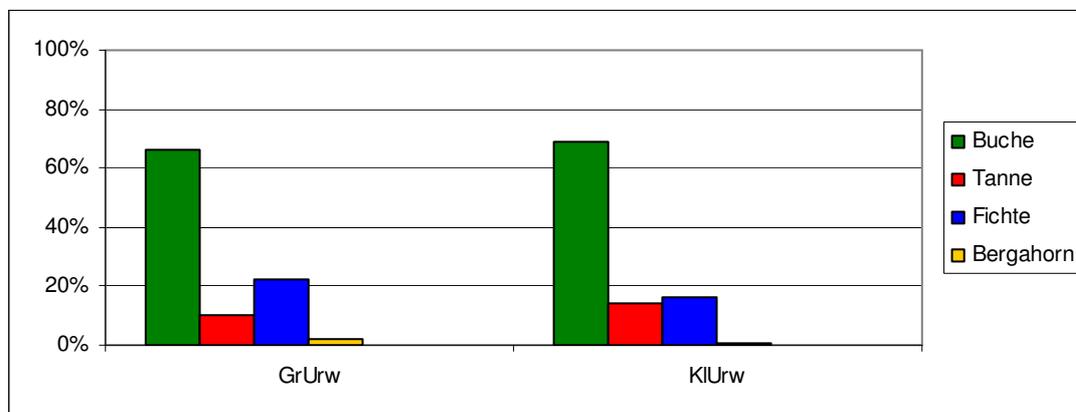


Abbildung 29: Prozentueller Anteil der Altbäume im Großen Urwald (GrUrw) und im Kleinen Urwald (KlUrw).

Tabelle 3: Mittlere Stammzahl pro Hektar (n/ha) im Altbestand und deren prozentualer Anteil.

	Großer Urwald		Kleiner Urwald	
	[n/ha]	[%]	[n/ha]	[%]
Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	157	66,0	146	68,9
Tanne (<i>Abies alba</i>)	24	10,1	30	14,2
Fichte (<i>Picea abies</i>)	53	22,3	34	16,0
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	4	1,7	2	0,9
Gesamt	238	100	212	100

5.5.1.3 Verjüngung

Auch hier ist die Buche mit 56% im Großen und 39% im Kleinen Urwald vorherrschend. Im Kleinen Urwald hat die Tanne mit 36% einen ähnlich großen Anteil wie die Buche. Im Großen Urwald weist die Tanne mit 32% einen geringeren Anteil auf. Die Fichte hat im Großen Urwald einen prozentualen Anteil von 7,6% und 19% im Kleinen Urwald. Mit ca. 4% ist der Bergahorn in beiden gleich stark vertreten (Abbildung 30). Die Bergulme weist auch in der Verjüngung nur einen geringen Anteil auf (0,2% im Großen und 0,05% im Kleinen Urwald). Während die Eberesche (0,1%) nur im Großen Urwald zu finden ist, kommt die Lärche (0,4%) nur im Kleinen Urwald vor (Tabelle 4).

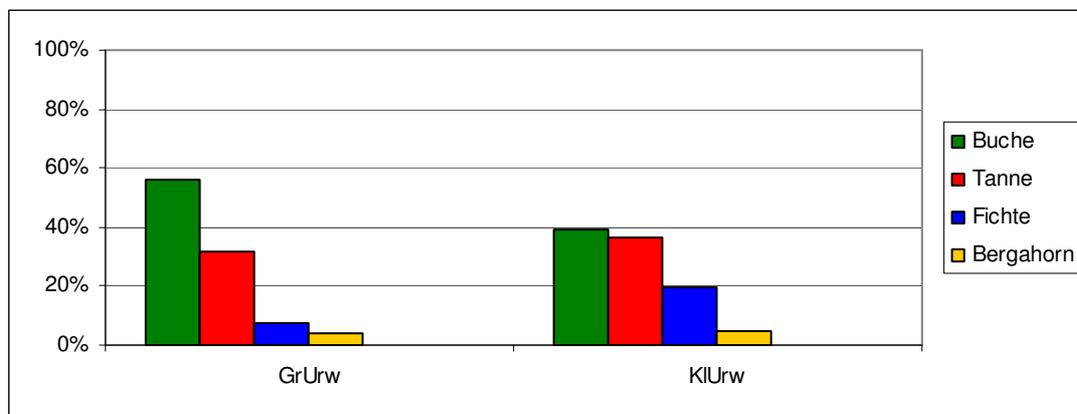


Abbildung 30: Gesamtanteil der Baumarten innerhalb der Verjüngung im Großen Urwald (GrUrw) und Kleinen Urwald (KIUrw) dargestellt in Prozent.

Tabelle 4: Absolute Anzahl (n/ha) der unterschiedlichen Baumarten innerhalb der Verjüngung und deren prozentualer Anteil.

	Großer Urwald		Kleiner Urwald	
	[n/ha]	[%]	[n/ha]	[%]
Buche (<i>Fagus sylvatica</i>)	12.492	56,0	3.267	38,8
Tanne (<i>Abies alba</i>)	7.115	31,8	3.058	36,3
Fichte (<i>Picea abies</i>)	1.699	7,6	1.658	19,7
Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	978	4,4	402	4,8
Bergulme (<i>Ulmus glabra</i>)	44	0,2	6	0,1
Eberesche (<i>Sorbus aucuparia</i>)	33	0,1	0	0,0
Lärche (<i>Larix decidua</i>)	0	0,0	32	0,4
Gesamt	22.361	100	8.423	100

Höhenklassen:

Die Buche ist im Großen Urwald in allen Höhenklassen vorherrschend, wobei sie in der HKL 4 mit ca. 85% deutlich überlegen ist. Die Tanne kommt in der HKL 1 mit fast 40% noch deutlich häufiger vor, als in den anderen Höhenklassen und ist schließlich in der HKL 4 mit nicht einmal 10% weniger häufig als die Fichte mit 12%, die in der HKL 1 mit 8% noch deutlich hinter der Tanne liegt. Bergahorn macht in der HKL 1 noch 5,5% aus, der Anteil nimmt in den nachfolgenden Höhenklassen jedoch ab, und in der HKL 4 sind keine Individuen zu finden (Abbildung 31).

Im Kleinen Urwald macht die Tanne mit 43% in der HKL 1 einen größeren Anteil aus als die Buche mit lediglich 30%. Bereits in der HKL 2 ist die Buche mit 50% der Tanne (28%) wieder überlegen. Auch im Kleinen Urwald macht die Tanne in der Höhenklasse 4 mit weniger als 10% nur einen geringen Anteil aus. Die Fichte stellt in allen Höhenklassen mit etwa 20% einen gleich großen Anteil dar. Bergahorn ist in den ersten beiden Höhenklassen noch vertreten, fällt aber in den beiden anderen aus. Die Lärche ist vorwiegend (1,6%) in HKL 4 zu finden, in HKL 2 macht sie mit 0,2% nur einen minimalen Anteil aus (Abbildung 32).

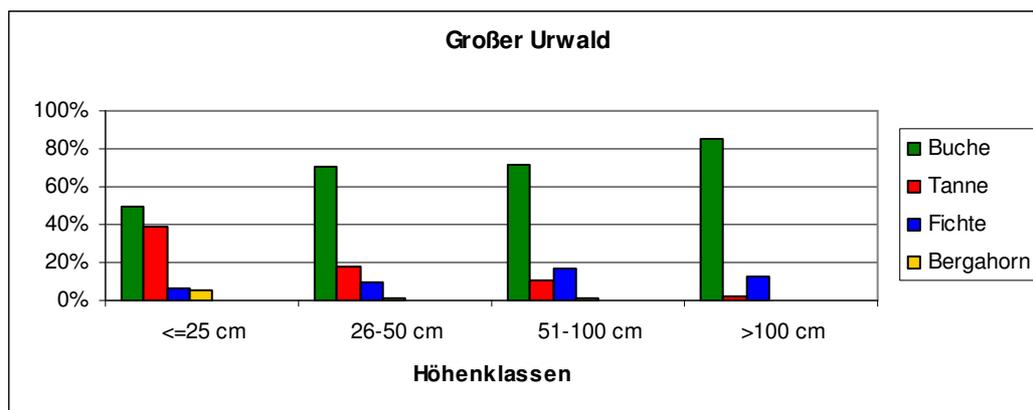


Abbildung 31: Prozentualer Anteil der Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen der Verjüngung im Großen Urwald.

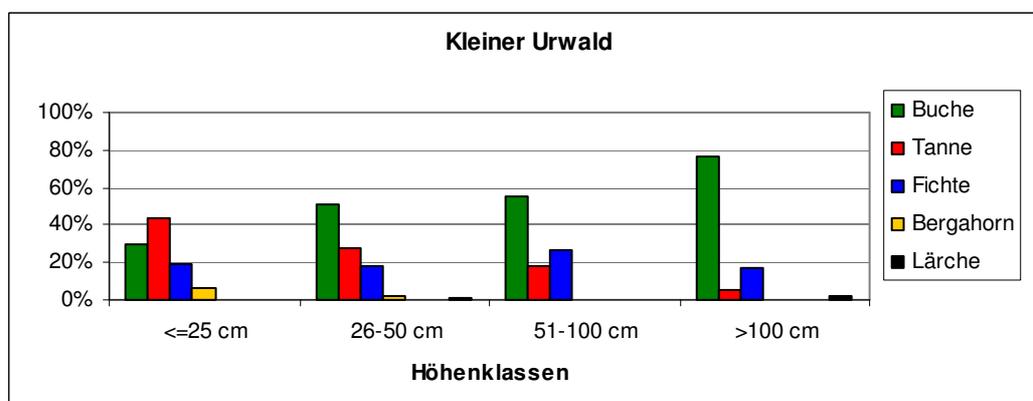


Abbildung 32: Prozentualer Anteil der Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen der Verjüngung im Kleinen Urwald.

5.5.2 Verbißssituation

Während sich die Häufigkeit des Verbisses durch Kleinsäuger zwischen Großem und Kleinem Urwald nicht unterscheidet, ist der Verbiss durch Wildwiederkäuer im Großen Urwald mit 9,2% um das 3fache häufiger als im Kleinen Urwald (Abbildung 33).

Bei Vergleich des Schalenwildverbisses der unterschiedlichen Baumarten zwischen Großem und Kleinem Urwald werden Tanne und Bergahorn in beiden Teilen des Urwalds bevorzugt, wobei im Großen Urwald 19,6% der Tannen einen Verbiss aufweisen, während im Kleinen Urwald 6,3% einen durch Schalenwild verursachten Verbiss aufweisen. Der Verbissanteil bei Buche und Fichte ist im Kleinen Urwald minimal und liegt bei 1,5 bzw. 0,2%, im Großen Urwald bei 5,4 bzw. 4,3% (Abbildung 34). Mittels Wilcoxon-Test wurde berechnet, dass sich die Anzahl aller durch Huftiere verbissenen Bäumchen zwischen Großem und Kleinem Urwald signifikant voneinander unterscheidet ($W= 87$, $p= 0,002$). Da im Kleinen und Großen Urwald der durch Hasen bzw. Nagetieren verursachte Verbiss einen etwa gleich großen Anteil ausmacht, ergibt sich kein signifikanter Unterschied ($W= 17$, $p= 0,58$).

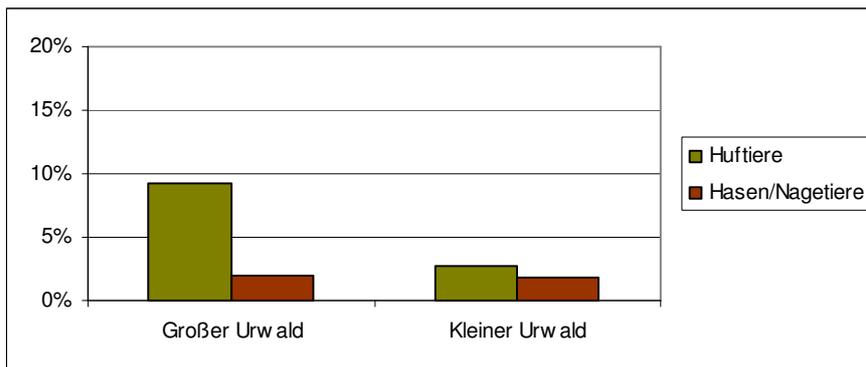


Abbildung 33: Prozentualer Anteil des durch Huftiere und Hasen bzw. Nagetiere verursachten Verbisses im Kleinen und Großen Urwald.

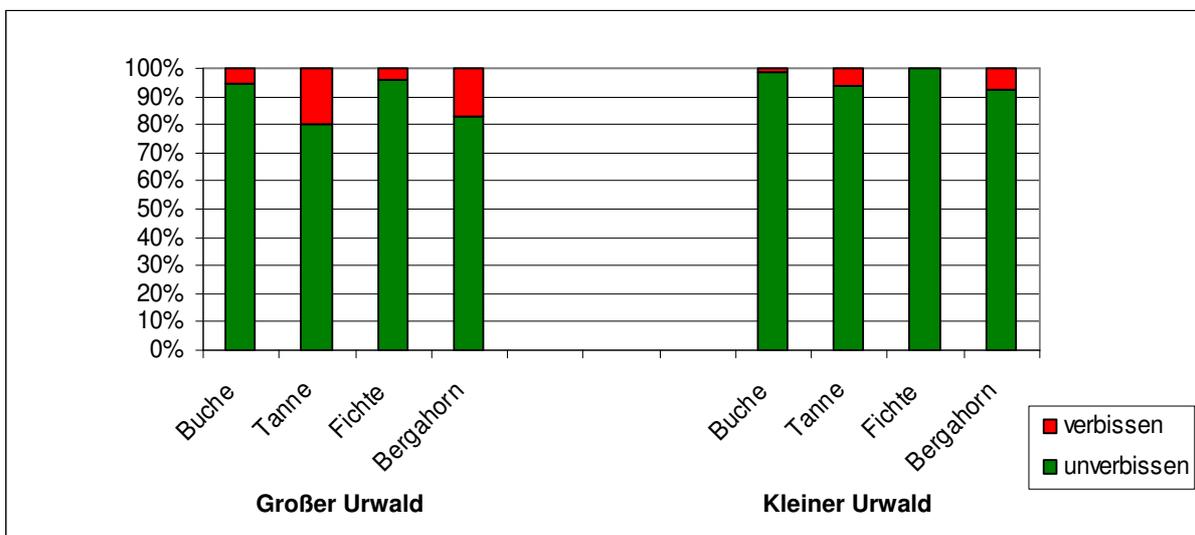


Abbildung 34: Prozentualer Anteil des von Schalenwild verursachten Verbisses an den unterschiedlichen Baumarten im Großen und Kleinem Urwald.

5.6 Vergleich mit den Ergebnissen von 2002

Für einen Vergleich der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Kempster (2006) wurden nur die häufigsten Baumarten Buche, Tanne, Fichte und Bergahorn herangezogen. Der mittlere prozentuelle Verbissanteil (gesamter Verbiss durch Huftiere) liegt in den Aufnahmen von 2015 etwas über dem Verbissanteil, der 2002 von Kempster (2006) dokumentiert wurde (vgl. Abbildung 35). Der „starke“ Verbiss ist bei Buche und Fichte 2015 leicht gesunken, während er bei der Tanne leicht gestiegen ist. Bergahorn weist hingegen einen deutlichen Anstieg des Verbisses auf (vgl. Tabelle 5). Allerdings ist zu erwähnen, dass der starke Verbiss im Jahr 2015 deutlich geringer ausfällt als 2002. Im Jahr 2002 wies die Buche mit ca. 8% den größten Anteil an Verbiss auf, während im Jahr 2015 die Tanne mit 15% den größten Anteil an verbissenen Bäumchen aufweist.

Werden die prozentualen Anteile der verbissenen Bäumchen mit den Ergebnissen von Kempster mittels Wilcoxon-Test für 2 unabhängige Stichproben verglichen, so ergibt sich allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Jahren ($W = 8,5$, $p = 0,88$).

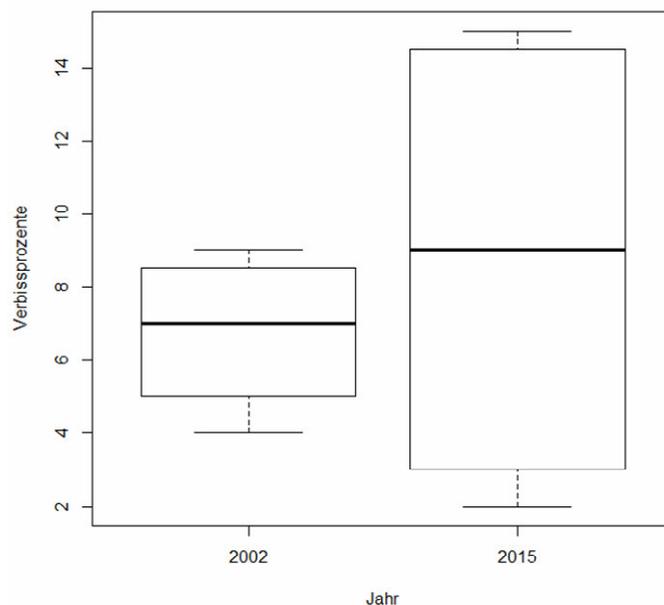


Abbildung 35: Mittlere prozentuale Anteile (Verbissprozent) der von Huftieren verbissenen Bäumchen der Baumarten Buche, Tanne, Fichte und Bergahorn zwischen den Aufnahmen von Kempster (2002) und den Ergebnissen dieser Arbeit (2015).

Tabelle 5: Vergleich der Verbisskategorien [%] innerhalb der Baumarten zwischen den beiden Aufnahmejahren.

	Buche		Tanne		Fichte		Bergahorn	
Jahr	2002	2015	2002	2015	2002	2015	2002	2015
unverbissen [%]	91,4	95,8	91,9	84,7	95,8	97,9	94,1	86,1
schwach verbissen [%]	4,7	3,2	0,8	7,1	0,9	0,7	0,3	2,0
stark verbissen [%]	3,9	1,0	7,3	8,2	3,3	1,4	5,6	11,9

5.7 Klassifikationsbäume

Bei den Klassifikationsbäumen gilt zu beachten, dass grundsätzlich alle jene Probeflächen, auf denen mindestens ein Bäumchen Verbiss aufwies, als verbissen („Verbiss ja“) eingestuft wurden und Probeflächen, an denen kein Bäumchen verbissen wurde, als unverbissen („Verbiss nein“). Bei dem Klassifikationsbaum des durch Schalenwild verursachten Verbisses wurde hingegen zwischen relevantem (=starker Verbiss) und irrelevantem Verbiss (=„unverbissen“ und „schwach verbissen“) unterschieden. Bei den Klassifikationsbäumen des durch Kleinsäuger verursachten Verbisses und des gesamten Verbisses (durch Huftiere *und* Kleinsäuger verursacht) wurde lediglich zwischen „verbissen“ und „unverbissen“ unterschieden, da der relevante Verbiss durch Kleinsäuger einen für die statistische Auswertung zu geringen Anteil ausmachte.

Huftierverbiss:

Bei diesem Klassifikationsbaum flossen folgende Variablen in die Berechnung ein: Baumhöhe, Beschirmung am Boden und in 1,3 m Höhe, Gesamtbegrünung und verholzte Begrünung, mittlere Sichtigkeit, Mesorelief (konvex/konkav), Kadaververjüngung, Lücke, Neigung und Gebiet. Es wurde eine maximale Baumtiefe von 3 gewählt. Für die Mindestanzahl der Fälle in übergeordneten Knoten wurde der Wert 20 gewählt, in untergeordneten Knoten der Wert 5.

In Abbildung 36 ist zu erkennen, dass auf 209 Stichprobenflächen kein durch Huftiere verursachter relevanter Verbiss (Seitentriebverbiss >80% und/oder vorjähriger Leittriebverbiss) festgestellt wurde, relevanter Verbiss lag bei 52 Stichprobenflächen vor.

Die unabhängigen Variablen Gebiet, Gesamtbegrünung und Baumhöhe wurden aufgrund ihrer Signifikanz in das Modell aufgenommen. Den größten signifikanten Einfluss auf das Vorhandensein von relevantem Verbiss hat das Gebiet ($p= 0,001$), wobei im Großen Urwald der Verbiss deutlich höher ist (24,5% der Probeflächen weisen hier relevanten Verbiss auf), als im Kleinen Urwald (4,9%). Im Großen Urwald hat die Gesamtbegrünung einen signifikanten Einfluss, wobei bei einer Gesamtbegrünung über 30% mehr Flächen einen relevanten Verbiss aufweisen als bei einer Gesamtbegrünung bis 30%. Im Fall einer Gesamtbegrünung über 30% ergab der Klassifikationsbaum als signifikantes Kriterium die Baumhöhe: Bäumchen größer als 50 cm werden häufiger stark verbissen als solche bis 50 cm Höhe.

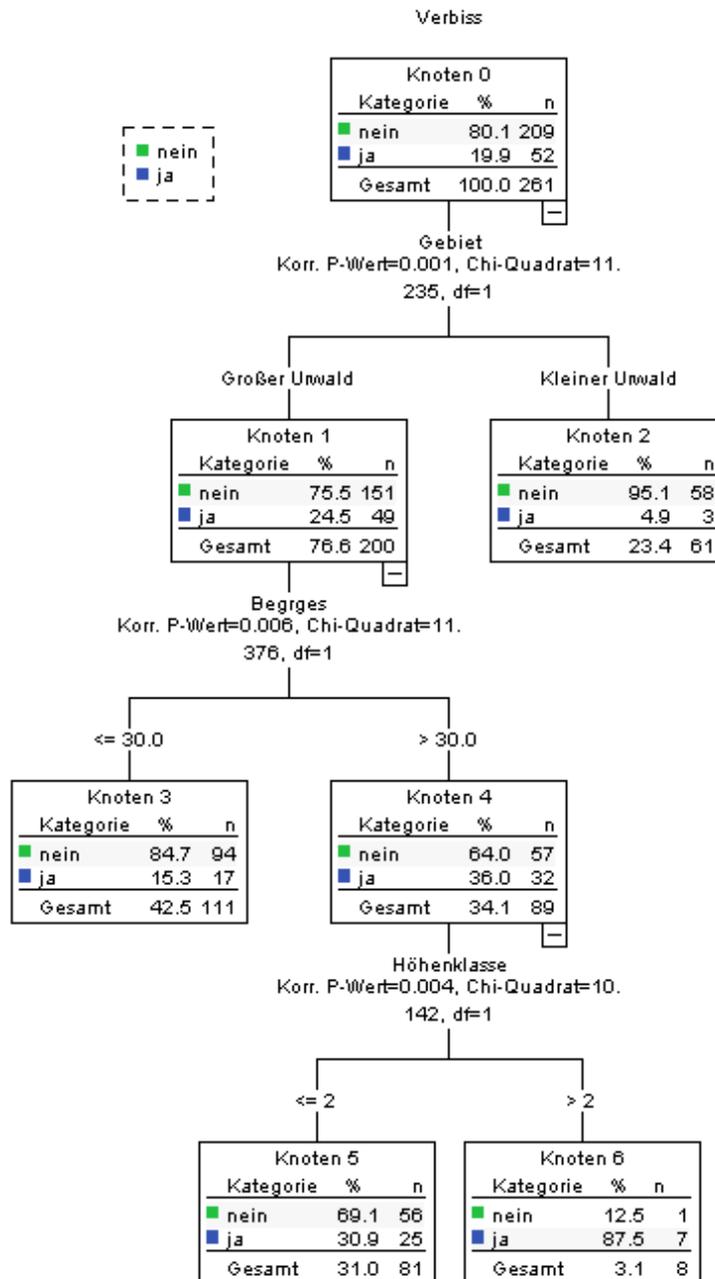


Abbildung 36: Klassifikationsbaum für die Auftrennung der Probeflächen mit durch Schalenwild verursachtem relevantem Verbiss (19,9%) und Flächen ohne Verbiss (80,1%).
ja = relevanter Verbiss, nein = irrelevanter Verbiss, Begrües (in %) = gesamte Begrünung, Höhenklasse ≤2 = Bäumchen der Verjüngung kleiner gleich 26 cm, Höhenklasse >2 = Bäumchen der Verjüngung größer als 50 cm

Tabelle 6 zeigt die Klassifikation, in der die vom Modell korrekt und inkorrekt vorhergesagten Zuordnungen von Probeflächen zu den Klassen relevanter (=ja) und irrelevanter Verbiss (=nein) im Vergleich zu den beobachteten Klassen dargestellt werden. Von den 209 Probeflächen, die keinen relevanten Verbiss aufwiesen, wurden 152, also 72,7%, korrekt klassifiziert. Von den 52 Punkten mit relevantem Verbiss konnten 32, also 61,5%, korrekt klassifiziert werden. Insgesamt konnten 70,5% der Fälle korrekt klassifiziert werden.

Wie in Abbildung 37 ersichtlich, kann die Modelldiskriminierung mit einem AUC- Wert von 0,72 als akzeptabel angesehen werden.

Tabelle 6: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Probeflächen mit relevantem (=ja) und irrelevantem (=nein) Verbiss und dem Prozentsatz der korrekt vorhergesagten Probeflächen im Vergleich mit den beobachteten.

Klassifikation

Beobachtet	Vorhergesagt		
	nein	ja	Prozent korrekt
nein	152	57	72,7%
ja	20	32	61,5%
Gesamtprozentsatz	65,6%	34,4%	70,5%

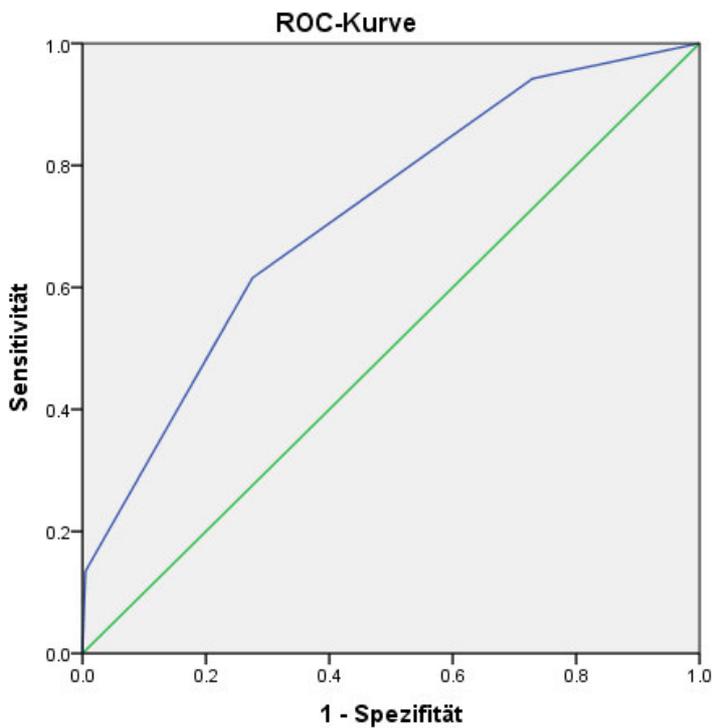


Abbildung 37: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,72.

Kleinsäugerverbiss:

Hier gilt zu beachten, dass, im Gegensatz zum Huftierverbiss, aufgrund des geringen Auftretens von relevantem Verbiss, lediglich zwischen den Kategorien „unverbissen“ (kein Bäumchen der Probefläche mit Kleinsäugerverbiss) und „verbissen“ (mind. 1 Bäumchen auf Probefläche mit Kleinsäugerverbiss) unterschieden wurde. Hier wurden folgende unabhängige Variablen in das Modell aufgenommen: Höhe, Kadaververjüngung, Beschirmung am Boden und in 1,3 m Höhe, Gesamtbegrünung und verholzte Begrünung, mittlere Sichtigkeit und Gebiet. Die maximale Baumtiefe beträgt 3 und die Mindestanzahl der Fälle in übergeordneten Knoten beträgt 30, in untergeordneten 5. Wie in Abbildung 38 zu sehen ist, wurden die Variablen Gesamtbegrünung, Gebiet, Kadaververjüngung und Beschirmung in 1,3 m Höhe in das Modell aufgenommen. Es wiesen 177 Probeflächen keinen Verbiss auf und bei 84 konnte ein durch Kleinsäuger verursachter Verbiss festgestellt werden. Die Gesamtbegrünung weist einen stark signifikanten Einfluss ($p= 0,002$) auf den Verbiss auf. Bei einem Begrünungsgrad über 30% wiesen mehr Flächen einen Verbiss auf als bei einem geringeren Begrünungsgrad. Beträgt der Begrünungsgrad nicht mehr als 30% wies das Gebiet einen signifikanten Einfluss auf, wobei im Kleinen Urwald der Anteil an verbissenen Flächen größer (42,9%) war als im Großen Urwald (19,3%). Bei einer Gesamtbegrünung über 30% wurde als nächstes signifikantes Kriterium die Kadaververjüngung berechnet. Von Kleinsäufern wurde kein Bäumchen verbissen, das auf Totholz wuchs, wobei dies nur bei 10 Individuen der Fall war. Liegt keine Kadaververjüngung vor, so hatte die Beschirmung in 1,3 m Höhe auch einen signifikanten Einfluss auf den Verbiss der Bäumchen. Bei höherem Beschirmungsgrad (>50%) wiesen mehr Flächen einen durch Kleinsäuger verursachten Verbiss auf als bei niedrigerem Beschirmungsgrad ($\leq 50\%$).

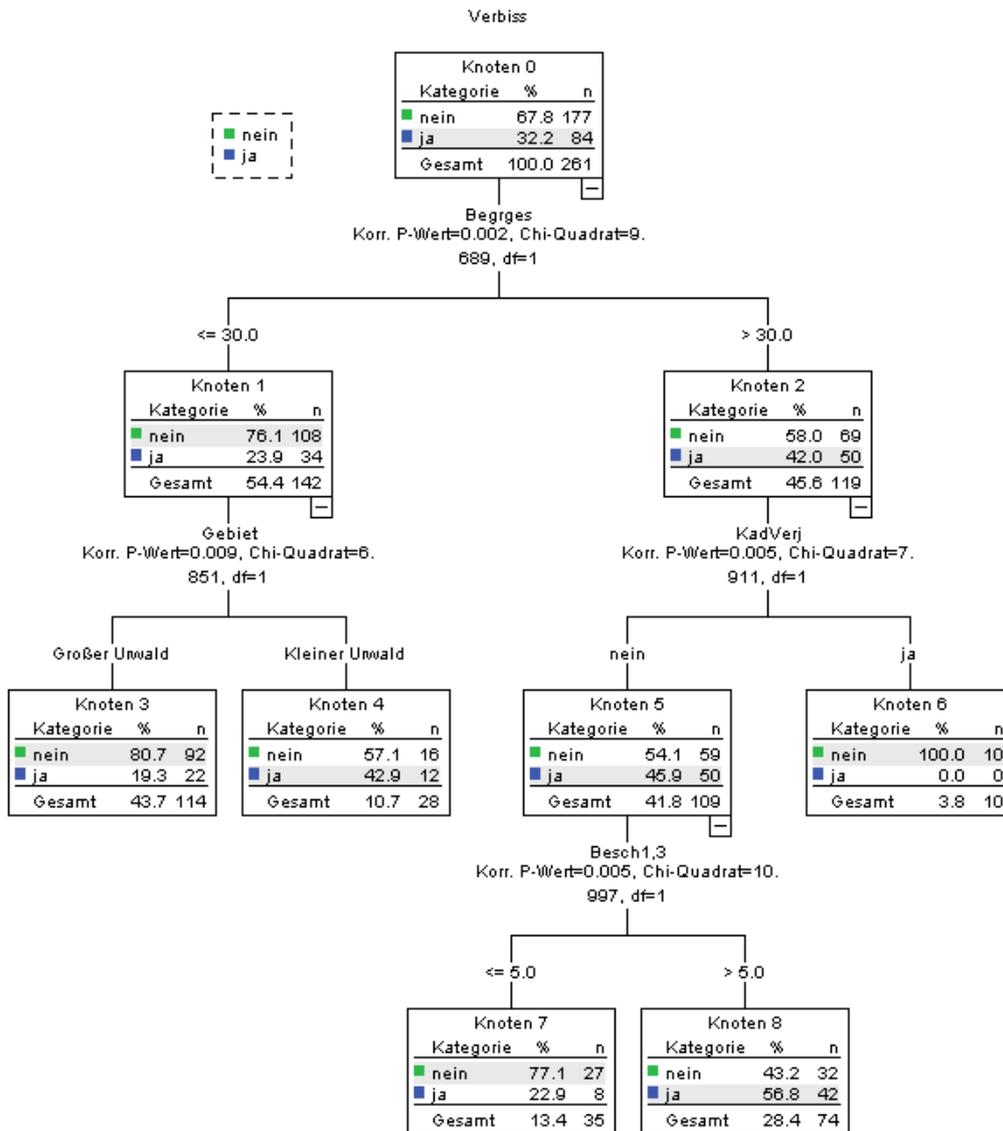


Abbildung 38: Klassifikationsbaum für die Auftrennung der Probeflächen mit durch Kleinsäuger verursachtem Verbiss (32,2 %) und Flächen ohne Verbiss (67,8%).
ja = mit Verbiss, nein= ohne Verbiss, Begrües (in %)= gesamte Begrünung, KadVerj= Kadaververjüngung (nein= keine Kadaververjüngung, ja= Kadaververjüngung vorhanden), Besch1,3 (in 1/10)= Beschirmung in 1,3 m

In Tabelle 7 dargestellt ist die Klassifikation der korrekt und inkorrekt vorhergesagten Probeflächen mit relevantem (=ja) und irrelevantem (=nein) Verbiss. Insgesamt wurden 70,1% der Flächen vom Modell korrekt klassifiziert. Von 177 Flächen, die keinen Verbiss aufwiesen, wurden 129, 72,9%, korrekt vorhergesagt. Von den 84 Verbiss aufweisenden Punkten wurden 54 und somit 64,3% korrekt vorhergesagt.

Abbildung 39 stellt die ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,71 dar (=akzeptables Modell).

Tabelle 7: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Probeflächen mit (=ja) und ohne (=nein) Verbiss und dem Prozentsatz der korrekt vorhergesagten Probeflächen im Vergleich mit den beobachteten.

Klassifikation

Beobachtet	Vorhergesagt		
	nein	ja	Prozent korrekt
nein	129	48	72,9%
ja	30	54	64,3%
Gesamtprozentsatz	60,9%	39,1%	70,1%

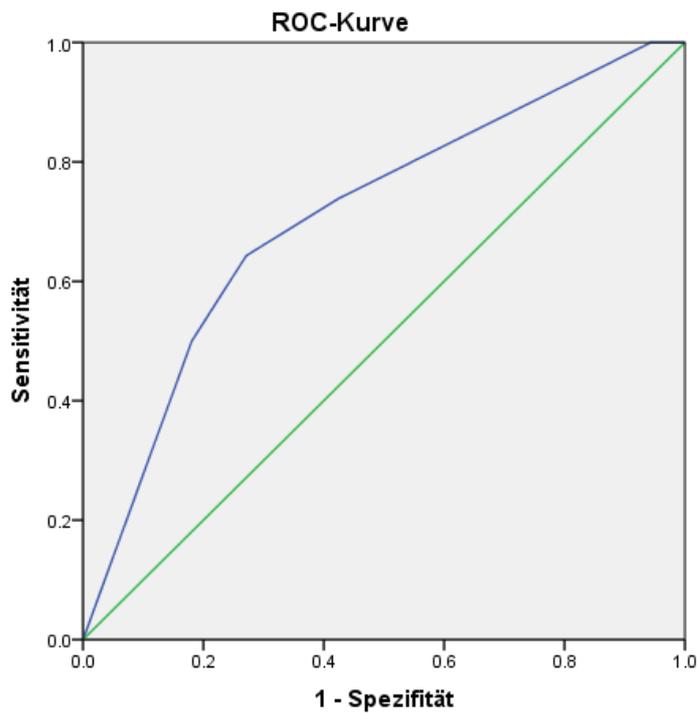


Abbildung 39: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,71.

Gesamtverbiss durch Huftiere und Kleinsäuger:

Auch hier muss wieder erwähnt werden, dass der Verbiss aufgrund des geringen Anteils des relevanten Kleinsäugerverbisses in unverbissen („nein“) und verbissen („ja“) eingeteilt wurde. Dementsprechend liegt auf 156 Probeflächen Verbiss vor während auf 105 Probeflächen keine Bäumchen verbissen wurden. Zur Berechnung dieses Klassifikationsbaumes wurden die Variablen Höhe, Gebiet, Beschirmung am Boden, Beschirmung in 1,3 m Höhe, Gesamtbegrünung, verholzte Begrünung, Neigung, mittlere Sichtigkeit, Lücke und Kadaververjüngung herangezogen. Für die maximale Baumtiefe wurde 4 gewählt, die Mindestanzahl der Fälle in übergeordneten Knoten beträgt 20 und in untergeordneten 5.

Wie Abbildung 40 zeigt, wurden Höhe, Gebiet, Beschirmung am Boden („BeschBo“) und Gesamtbegrünung („Begriges“) als signifikanten Variablen in das Modell aufgenommen. Einen höchst signifikanten Einfluss auf die Verbisswahrscheinlichkeit wies die Höhenklasse der Verjüngung auf. Bäumchen bis zu einer Höhe von 25 cm wiesen einen niedrigeren Verbiss (52% der Flächen mit Verbiss) auf als solche über 25 cm (75% der Flächen mit Verbiss). Bei Bäumchen bis 25 cm Höhe wurde die Beschirmung am Boden als signifikantes Kriterium berechnet, wobei bei einer Beschirmung bis 50% mehr Probeflächen durch Huftiere oder Kleinsäuger einen Verbiss aufwiesen als bei einer Beschirmung über 50%. Bei einer Beschirmung über 50% hatte das Gebiet einen signifikanten Einfluss. Im Kleinen Urwald lag auf 28,6% der Flächen Verbiss vor, während dies im Großen Urwald bei 52,3% der Fall war. Im Großen Urwald wies die Variable Gesamtbegrünung einen signifikanten Einfluss auf die Verbisswahrscheinlichkeit auf, wobei bei einer Begrünung über 30% mehr Bäumchen verbissen wurden als bei geringerer Begrünung.

Betrachtet man Bäumchen mit einer Höhe über 25 cm (Knoten 2) ist zu sehen, dass hier die Verbisswahrscheinlichkeit durch das Gebiet signifikant beeinflusst wurde. Wiederum wiesen im Großen Urwald mit 80,6% mehr Flächen einen Verbiss auf als im Kleinen Urwald (57,1%).

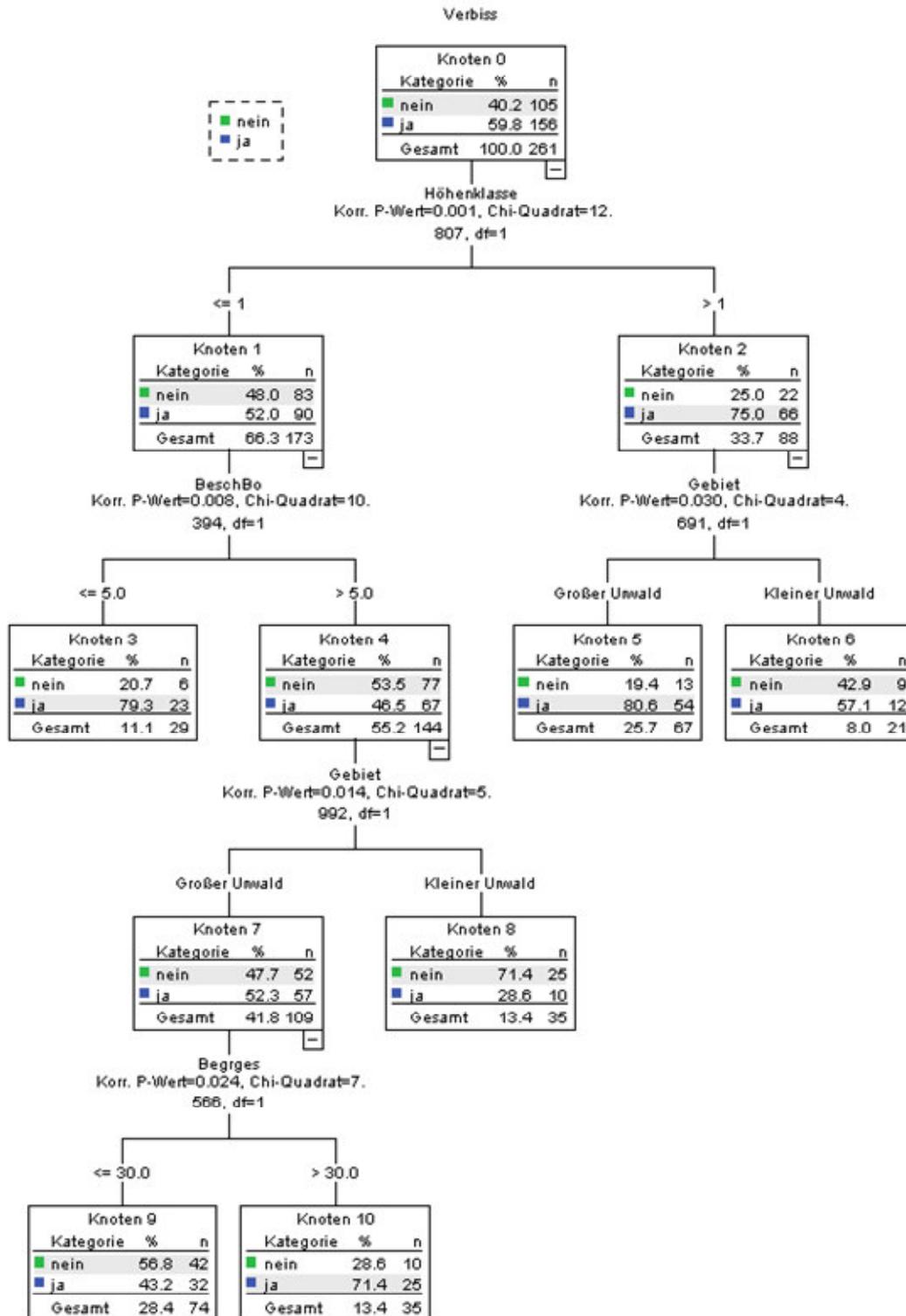


Abbildung 40: Klassifikationsbaum für Probestellen mit und ohne durch Kleinsäuger und Huftiere verursachtem Verbiss.

ja = mit Verbiss, nein= ohne Verbiss, Höhenklasse <=1 = Bäumchen der Verjüngung bis 25 cm, Höhenklasse >1= Bäumchen der Verjüngung größer als 25 cm, BeschBo (in 1/10)= Beschirmung am Boden, Begrües (in %)= gesamte Begrünung

In Tabelle 8 ist zu sehen, dass insgesamt 69% der Fälle vom Modell korrekt klassifiziert wurden. Von 105 Fällen, bei denen kein Verbiss vorlag, wurden 62 und somit 59% korrekt vorhergesagt. Von 156 Fällen mit vorhandenem Verbiss wurden 118 (75,6%) korrekt klassifiziert.

Abbildung 41 stellt die ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 7,3 dar (=akzeptables Modell).

Tabelle 8: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Probeflächen mit (=ja) und ohne (=nein) Verbiss und dem Prozentsatz der korrekt vorhergesagten Probeflächen im Vergleich mit den beobachteten.

Klassifikation

Beobachtet	Vorhergesagt		Prozent korrekt
	nein	ja	
nein	62	43	59,0%
ja	38	118	75,6%
Gesamtprozentsatz	38,3%	61,7%	69,0%

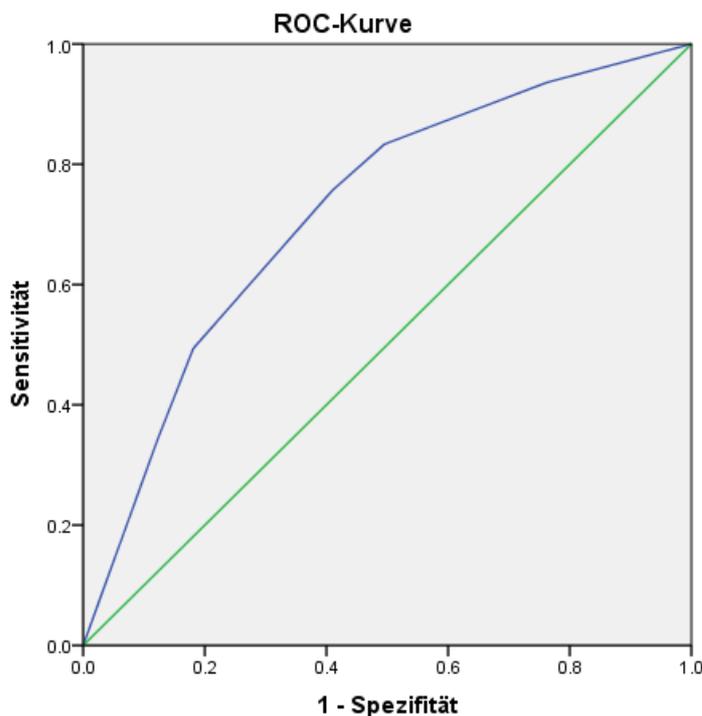


Abbildung 41: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,73.

5.8 Binär logistisches Regressionsmodell

Da sowohl für Huftier- wie auch für den Kleinsäugerverbiss keine binär logistischen Regressionsmodelle mit akzeptablen Gütewerten erstellt werden konnten, wird nur eine binär logistische Regression für den Gesamtverbiss, also Huftier- und Kleinsäugerverbiss, präsentiert. Dabei wurde wie bereits beim Klassifikationsbaum der Verbiss in „unverbissen“ (= kein Bäumchen auf der Probefläche verbissen) und „verbissen“ (≥ 1 Bäumchen durch Wiederkäuer oder Kleinsäuger auf der Probefläche verbissen) eingeteilt. Berechnungen der Spearman- Rangkorrelation ergaben eine hohe Korrelation zwischen Beschirmung am Boden und Beschirmung in 1,3 m ($r_s = 0,974$). Es wurde demzufolge nur die biologisch relevantere Variable für den Modellierungsprozess berücksichtigt.

Nachdem die nicht signifikanten Variablen aus dem Modell genommen wurden, blieben die in Tabelle 9 dargestellten Variablen übrig. In Tabelle 10 dargestellt sind jene Variablen, die keinen signifikanten Einfluss aufweisen.

Tabelle 9: Signifikante unabhängige Variablen der binär logistischen Regression für den Gesamtverbiss (abhängige Variable = Verbiss ja/nein) mit dem Regressionskoeffizienten B, Standardfehler der Regressionskoeffizienten, Signifikanz laut Waldstatistik und Odds Ratio (Exp(B)).

Variable	B	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)
Höhe	0,441	0,197	0,025	1,554
Gebiet	-1,186	0,402	0,003	0,305
Kadaververjüngung	-2,350	0,101	0,001	0,095
verholzte Begrünung	0,030	0,015	0,042	1,031

Tabelle 10: Nicht signifikante unabhängige Variablen der binär logistischen Regression für den Gesamtverbiss (abhängige Variable = Verbiss ja/nein) mit dem Regressionskoeffizienten B, Standardfehler der Regressionskoeffizienten, Signifikanz laut Waldstatistik und Odds Ratio (Exp(B)).

Variable	B	Standardfehler	Signifikanz	Exp(B)
Sicht	0,051	0,207	0,805	1,053
Neigung	-0,135	0,18	0,461	0,987
Lücke	0,611	1,025	0,551	1,843
Gesamtbegrünung	-1,442	0,819	0,074	0,231
Gesamtbegrünung by Beschirmung am Boden (Interaktion)	0,001	0,003	0,804	1,001

Die Fitness des Modells befindet sich laut Nagelkerkes R- Quadrat mit 0,258 in einem akzeptablen Bereich. Auch nach dem Hosmer- Lemeshow- Test ($p = 0,266$) kann das Modell als akzeptabel beurteilt werden (Backhaus et al. 2015).

In Tabelle 11 dargestellt sind die korrekt und nicht korrekt vorhergesagten Probeflächen mit (=ja) und ohne (=nein) Verbiss im Vergleich zu den tatsächlich beobachteten. Insgesamt wurden 73,2% korrekt vorhergesagt. Von den 105 Punkten, die keinen Verbiss aufweisen, wurden 56 (53,3%) korrekt vorhergesagt, von 156 Verbiss aufweisenden Punkten wurden 135 (86,5%) richtig klassifiziert.

In Abbildung 42 ist die ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 7,6 abgebildet, was wieder für ein als akzeptables angesehenes Modell spricht.

Tabelle 11: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Probeflächen mit (=ja) und ohne (=nein) Verbiss und dem Prozentsatz der korrekt vorhergesagten Probeflächen im Vergleich mit den beobachteten.

Beobachtet		Vorhergesagt		
		Verbiss		Prozentsatz der Richtigen
		nein	ja	
Verbiss	nein	56	49	53,3
	ja	21	135	86,5
Gesamtprozentsatz				73,2

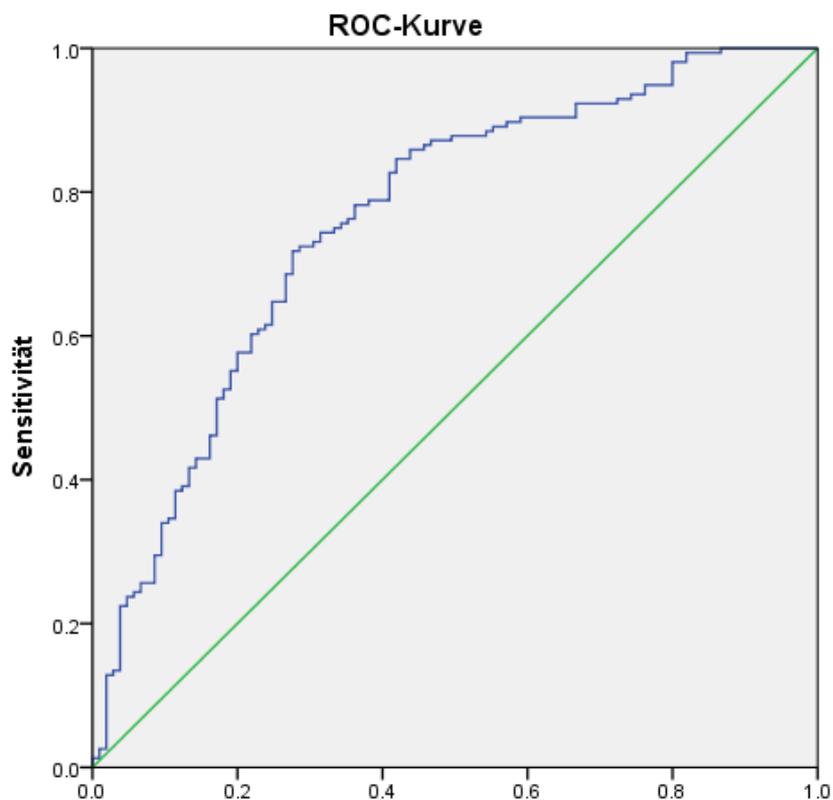


Abbildung 42: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 7,6.

6. Diskussion und Schlussfolgerungen

6.1 Baumartenzusammensetzung

Betrachtet man die Baumartenzusammensetzung in der Verjüngung, lässt sich die typische Baumartenzusammensetzung der Fichten- Tannen- Buchenwaldgesellschaft erkennen (Zukrigl et al. 1963): die Buche als dominante Baumart, gefolgt von der Tanne (33%), der Fichte (11%) und dem Bergahorn, der einen geringeren Anteil im Urwald Rothwald erreicht. Vergleicht man die gesamte Anzahl der Individuen mit den Aufnahmen von Kempfer (2006), so ist der prozentuale Anteil der Tanne in der Verjüngung um 7% gestiegen und ist somit 3-mal so groß wie der der Fichte. Bei Differenzierung der Höhenklassen zeigt sich, dass die Tanne bei Kempfer (2006) in der Höhenklasse 3 (51- 100 cm) einen prozentuellen Anteil von 1% ausmachte, während es bei den neueren Aufnahmen 13% sind. Im Altbestand macht die Tanne allerdings einen geringeren Anteil als die Fichte aus. Dies könnte ein Resultat des ehemaligen, hohen selektiven Verbisses an der Tanne sein, wodurch die Verjüngung der Tanne einige Jahrzehnte stark reduziert wurde (Gossow 2001). Schrempf (1986) stellte in seiner Arbeit einen nahezu gänzlichen Ausfall von größeren Tannen (nur sehr wenige Individuen, die Brusthöhe erreichten) fest. Heute ist in der HKL 4 (>100 cm) der prozentuale Anteil an Tannen (3%) zwar noch geringer als der der Fichte, allerdings betrug der Anteil der Tanne bei Kempfer (2006) in dieser Höhenklasse nur 0,2%. Die Tatsache, dass die Anzahl der Tannen über 50 cm zugenommen hat, spricht dafür, dass der durch Wildtiere verursachte Verbiss keinen so bedeutenden Einfluss wie in den 1980er auf die Verjüngung der Tanne hat. Allerdings können auch andere Faktoren die Verjüngung der Tanne einschränken, da die Baumart bezüglich ihrer Standortansprüche eher wählerisch ist. So meidet sie trockene Standorte und intensive Sonneneinstrahlung und benötigt Schutz vor Spätfrösten. Auch eine Samenlimitierung kann als Grund für eine fehlende Naturverjüngung in Frage kommen (Zukrigl 1961, Kutter & Gratzner 2006). Bei Bergahorn hat die Anzahl der Individuen im Vergleich zu Kempfer (2006) leicht abgenommen. Schon damals wurden nur sehr wenige Individuen des Bergahorns in HKL 4 verzeichnet, doch 2015 wurde kein Individuum des Bergahorns über 100 cm gefunden. In dem von Reimoser & Reimoser (2015) durchgeführten Vergleichsflächenverfahren im Urwald Rothwald wurden Individuen des Bergahorns nur in gezäunten Flächen höher als 100 cm, während außerhalb der gezäunten Flächen keine Bäumchen des Bergahorns aufkamen. Bergahorn kommt zwar generell nur sporadisch im Urwald vor, dennoch sollte diese Entwicklung in den nächsten Jahren weiter beobachtet werden, um einer vollständig ausbleibenden Verjüngung des Bergahorns eventuell entgegenwirken zu können. Bei den anderen Baumarten gibt es im Vergleich zum Jahr 2002 nur minimale bzw. keine Veränderungen.

6.2 Verbiss durch Huftiere

6.2.1 Gesamtverbiss und Verbiss der Höhenklassen

Gesamtverbiss:

Insgesamt ist der Anteil an verbissenen Bäumchen im gesamten Urwald mit 7,5% nur gering und ist seit den Aufnahmen von Kempter (2006) um 0,5% gesunken. . Der „starke Verbiss“ ist seit 2002 von 4,8% auf 3,7% gesunken.

Wie schon in Kapitel 1.2 erwähnt, hat Schalenwild unterschiedliche Nahrungspräferenzen. So sind vor allem Bergahorn und Tanne bei den Tieren sehr beliebt. Die Tanne wird allerdings hauptsächlich im Winterhalbjahr verbissen, da die jungen Triebe sekundäre Pflanzenstoffe, die so genannten Tannine, enthalten und deshalb nur bei Nahrungsknappheit gefressen werden. Bei der Fichte sind die jungen Triebe im Frühjahr wiederum sehr beliebt (Reimoser & Reimoser 1998, Senn & Häsler 2005).

Bei den Nadelbäumen wird die Tanne eindeutig gegenüber der Fichte bevorzugt und ist mit 15% die Baumart, die den stärksten Verbiss aufweist. Bei Bergahorn liegen rund 14% verbissene Bäumchen vor, während es bei der Buche 4% sind. Auch dies stimmt mit Reimoser & Reimoser (1998) überein, die Bergahorn als „sehr beliebt“ beschreiben und die Buche als „beliebt“. Die Fichte ist für Schalenwild eher unattraktiv und wird als „mäßig beliebt“ eingestuft. Laut Stubbe (2008) erhöht sich die Verbissattraktivität einer Baumart, wenn diese in geringerer Anzahl im Gebiet vorhanden ist, was zu den hohen Verbissprozenten beim Bergahorn zusätzlich zur baumartspezifischen Verbissbeliebtheit beitragen könnte. Bei Bergahorn und Fichte weisen beinahe alle verbissenen Bäumchen einen starken Verbiss auf, bei der Tanne sind es etwas mehr als die Hälfte (8%). Die Tanne weist zwar insgesamt einen stärkeren Gesamtverbiss auf als bei Kempter (2006), allerdings ist der Anteil an stark verbissenen Individuen nahezu derselbe.

Höhenklassen:

Bezüglich der Höhenklassen schreibt Reimoser (1999), dass Bäume zwischen 40 und 100 cm von Rehwild bevorzugt werden. Vergleichbares ist bei den vorliegenden Ergebnissen zu sehen, Bäumchen zwischen 51 und 100 cm weisen mit 14% den höchsten Verbissanteil auf. Bei Einteilung der unterschiedlichen Baumarten in Höhenklassen ist die Tanne in allen Höhenklassen der am stärksten verbissene Baum. Lediglich beim Bergahorn ist der Verbiss in den ersten beiden Höhenklassen am höchsten, allerdings wurden nur wenige bzw. keine Individuen in den nachfolgenden Höhenklassen aufgenommen.

Die Tatsache, dass Bäume unter 25 cm einen geringeren bzw. keinen Verbiss aufweisen, könnte die Theorie stützen, dass kleine Bäumchen durch die Schneedecke einen Schutz gegenüber Herbivoren erfahren (Stöckli 2002). Partl (2001) konnte feststellen, dass die Höhe der Schneedecke den Verbiss an höherem Jungwuchs beeinflussen kann und durch eine härtere Schneedecke auch sonst nicht erreichbare Pflanzenteile von den Tieren erreicht werden können. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, stehen Reh- und Rotwild im Winter im Urwald zwar wenig ein, allerdings werden kleinere Bäumchen längere Zeit von Schnee bedeckt als höhere Pflanzen, welche dem Wild somit eher zur Verfügung stehen. Berücksichtigt werden sollte auch, dass Gämse sich durchaus im Winter in den höher gelegenen Teilen des Urwaldes aufhalten.

6.2.2 Einfluss des Mesoreliefs

Randzonen:

Randzonen wirken auf Schalenwild besonders attraktiv. Durch diese Randlinienwirkung („edge-effect“) können Wilddichten im Grenzbereich unterschiedlicher Biotoptypen zunehmen. Die Zutrittsmöglichkeit zu mehreren Umweltypen und die größere Reichhaltigkeit der Randzonenvegetation können einen Vorteil für die Tiere bedeuten (Leopold 1933, zitiert nach Reimoser 1986). Das Einstands- und Äsungsverhalten wird, vor allem bei Rehwild, durch die Bestandesstruktur eines Waldes maßgeblich beeinflusst, da reichlich Deckung einen guten Witterungsschutz („thermal cover“) bietet (Cook et al. 2004).

Bestandesrand:

Der höchste Anteil an verbissenen Bäumchen wurde zwar verzeichnet, wenn kein Bestandesrand in der Nähe zu sehen war, dies war aber zu 93% der Fall. Aufgrund dessen ist im Urwald kein Einfluss von Bestandesrändern auf den Aufenthaltsort von Schalenwild evident.

Hang- und Geländeform:

Es wurden zwar nur sehr wenige Hangformen als konvex (0,4%) eingestuft, allerdings unterscheidet sich der Verbissanteil zu den häufiger vorkommenden Hangformen (konvex-konkav und intermediär) nur sehr gering. Daraus könnte geschlossen werden, dass Schalenwild konvexe Geländeformen eher bevorzugt. Auch nach Reimoser (1986) werden konvexe Geländeformen wie Kuppen, Geländerücken oder –kanten bevorzugt. Diese Formen bieten den Tieren sowohl eine günstige Feindvermeidungsmöglichkeit sowie eine bessere Feindwahrnehmung. Weiters ist das Wild durch die Geländeform von ungünstigen Witterungsverhältnissen geschützt (Führer & Nopp 2001). Auch bei Partl (2001) ist zu finden,

dass diese Art von Geländeform von Schalenwild präferiert wird. Bei der Geländeform sind auf dem Unterhang und dem Mittelhang mehr verbissene Individuen zu finden als auf Verflachung und Oberhang. Schlussendlich beeinflussen allerdings einige Komponenten, wie zum Beispiel die Witterung oder der bereits erwähnte Feindschutz, welche Gelände- und Hangformen von den Tieren aufgesucht werden (Reimoser 1986, Führer & Nopp 2001).

Sichtigkeit:

Die mittlere Sichtigkeit liegt im Urwald mit ca. 40% bei 10-24m, höhere Sichtweiten ab 50m wurden nur in wenigen Fällen festgestellt. Da der Anteil an verbissenen Individuen sich zwischen den unterschiedlichen mittleren Sichtweiten nicht bzw. nur gering voneinander unterscheidet und im Urwald keine höheren Sichtweiten verzeichnet wurden, ist es schwierig eine Aussage bezüglich sich verändernder Verbissintensität zu treffen. Anzunehmen wäre, dass bei höheren mittleren Sichtweiten der Anteil an verbissenen Bäumchen sinkt, da, wie schon zuvor erwähnt, dichtere Vegetation von Schalenwild aufgrund des Sicht- und Wetterschutzes bevorzugt wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass wiederum zu dichte Vegetation die Bewegungsfreiheit der Tiere reduziert und dadurch eher gemieden wird (Führer & Nopp 2001).

6.2.3 Einfluss des Kleinreliefs

Bestimmte Ausprägungen des Kleinreliefs bieten den Tieren eine begünstigte Aussicht, wobei hiermit vor allem konvexe Geländeformen (Kuppe, Nase, Verebnung) gemeint sind (Reimoser 1986). Im Urwald wurde das Kleinrelief an den Aufnahmepunkten vorwiegend als „ausgeglichen“ eingestuft. Bei ausgeglichenem Kleinrelief ist der prozentuale Anteil an verbissenen Bäumchen um 3% höher als bei einem „unebenen“ Kleinrelief. Da bei der Aufnahme des Kleinreliefs nicht beschrieben wurde, ob es sich beim „unebenen“ Kleinrelief um Mulden oder Buckel handelt, ist es schwierig eine Aussage über das bevorzugte Kleinrelief zu treffen, da Mulden aufgrund der fehlenden Übersicht vermutlich gemieden werden und Buckel aus demselben Grund eher bevorzugt werden. An diesem Punkt sollte erwähnt werden, dass dem Kleinrelief keine so große Bedeutung wie dem Mesorelief zukommt, an dem sich die Tiere vorwiegend orientieren (Reimoser 1986).

6.2.4 Einfluss der Standortsituation:

Krone:

Die Standortsituation betreffend gibt es zwar keine wesentlichen Unterschiede der Verbissprozente zwischen solitär stehend, teilweise ummantelt und ummantelt.

Es wäre jedoch anzunehmen, dass die solitär stehenden Bäumchen anteilmäßig mehr Verbiss aufweisen, da 86% als solitär eingestuft wurden und nur ein geringer Teil der Bäumchen als teilweise bzw. vollständig ummantelt eingestuft wurde. Anhand der Ergebnisse ist es allerdings schwierig eine Präferenz des Schalenwildes festzustellen. In der Literatur ist bei Reimoser & Gossow (1996) zu lesen, dass Jungpflanzen, die in einer Gruppe stehen, weniger durch Schalenwild verbissen werden, da die inneren Pflänzchen durch die äußeren geschützt werden. Bei Kempster (2006) wiederum wurden die in Gruppen stehenden Bäumchen bevorzugt. In der vorliegenden Arbeit ist, aufgrund des hohen Anteils von solitär stehenden Bäumchen, die allerdings im Vergleich zu in Gruppen stehenden Bäumchen keinen höheren Anteil an verbissenen Individuen aufweisen, eine Tendenz zu in Gruppen stehenden Bäumchen anzunehmen.

Kadaververjüngung:

Aufgrund der Tatsache, dass der Totholzanteil im Urwald bei 35% liegt, könnte angenommen werden, dass die Kadaververjüngung einen größeren Anteil als 5% ausmachen würde. Besonders häufig wird bei der Fichte eine Kadaververjüngung festgestellt, da bestimmte ökologische Parameter des Totholzes der Fichte ein gutes Keimbett liefern. Durch die Kadaververjüngung kann sie sich einen Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Baumarten verschaffen, da sie zum einen anderen verjüngungshemmenden Arten (z.B. Gräser) besser entwachsen kann und zum anderen die Ausaperung früher stattfindet, wodurch die Gefahr der Infektion des Schwarzen Schneesimmels (*Herpotrichia juniperi*) sinkt (Brang 1996, Sautter 2003, Stöckli 1995). Während der Anteil an verbissenen Bäumchen der Bodenverjüngung bei 7,5% liegt, sind nur 1,5% der Kadaververjüngung verbissen. Auch Jäger (2003) stellte in seiner Arbeit fest, dass Buche und Tanne auf Totholz einer geringeren Verbissbelastung ausgesetzt sind als am Boden. Ein möglicher Grund könnte sein, dass die Pflanzen durch die erhöhte Position einen Schutz vor Schalenwild erfahren (Stöckli 1995).

6.2.5 Einfluss der Waldstruktur und Vegetation

Beschirmung und Begrünung:

Bei einer Gesamtbeschirmung am Boden von 1/10- 4/10 werden die meisten Bäumchen verbissen (14,7%). Mit zunehmendem Deckungsgrad der Beschirmung nimmt der prozentuale Anteil an verbissenen Bäumchen ab. Die Gesamtbeschirmung kann „als Maß für die Überdeckung des Bodens“ gesehen werden. Bei niedrigeren Beschirmungsgraden ist der Anteil an Vegetation meist größer als bei höheren Beschirmungsgraden, da bei letzteren weniger Licht zum Boden durchdringt und sich dies negativ auf die Begrünung auswirkt (Kempter 2006, Mysterud & Østbye 1999). Schaffenberger (2001) hat festgestellt, dass Jungwuchs unter Schirm durch Lichtmangel eine andere Zusammensetzung der pflanzlichen Inhaltsstoffe aufweist und die Pflanzen deshalb für die Tiere weniger attraktiv sind. Auch bei der Gesamtbeschirmung in 1,30 m Höhe wird der Anteil an verbissenen Bäumen mit zunehmendem Beschirmungsgrad weniger. Der Beschirmungsgrad in 1,30 m kann als Schutz vor extremen Witterungsverhältnissen interpretiert werden, weswegen Standorte mit höheren Beschirmungsgraden generell häufiger aufgesucht werden, was im Urwald Rothwald allerdings im Hinblick auf den Aufenthalt der Tiere zur Nahrungsaufnahme nicht der Fall zu sein scheint (Reimoser 1986, Führer & Nopp 2001). Die Begrünung kann generell als verfügbare Nahrung für das Schalenwild gesehen werden, wobei die verholzte Begrünung hauptsächlich als Winteräsung genutzt wird (Völk & Wöss 2001). Während bei der Gesamtbegrünung die Verbissprozente bei zunehmendem Begrünungsgrad zunehmen, kann dies bei der verholzten Begrünung nicht behauptet werden, da bei einem Begrünungsgrad von 80% weniger Bäumchen verbissen wurden als bei einem Begrünungsgrad unter 10%. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wird der Urwald von Reh- und Rotwild vorwiegend als Sommerhabitat benutzt. Da die verholzte Begrünung aber als Winteräsung von Bedeutung ist, könnte dies der Grund dafür sein, dass hier keine eindeutige Bevorzugung eines höheren Begrünungsgrades vorliegt.

Vegetationsklassen

Nicht nur verschiedene Baumarten wirken unterschiedlich attraktiv auf Schalenwild, auch andere Pflanzenarten weisen eine unterschiedliche Verbissbeliebtheit auf.

Die Kräuter und Gräser betrachtend ist zu erkennen, dass der Anteil an verbissenen Bäumchen bei höheren Deckungsgraden größer ist als bei niedrigeren Deckungsgraden. Bei den Farnen sind allerdings hauptsächlich bei niedrigeren Deckungsgraden Bäume verbissen, was daran liegen könnte, dass Farne, mit Ausnahme des Wald-Frauenfarns (*Athyrium filix-femina*), bei Schalenwild als Äsung nicht sehr beliebt sind und somit Flächen mit einem hohen Anteil an Farnen nicht besonders attraktiv wirken. Bei Gräsern und Kräutern weisen einige Arten eine hohe Verbissbeliebtheit auf (Reimoser 1986). Auch Hasen bevorzugen

Gräser im Frühling und Herbst als Nahrung und halten sich deshalb vermutlich vermehrt auf Flächen auf, auf denen der Deckungsgrad der Gräser relativ hoch ist (Homolka & Heroldová 2003). Wie schon zuvor bei der Gesamtbegrünung erwähnt, wirken Flächen mit höherem Begrünungsgrad attraktiver auf Schalenwild, was sich auch in den Ergebnissen der Verbissprozentage bei unterschiedlichem Deckungsgrad von Kräutern und Gräsern widerspiegelt: je höher der Deckungsgrad, umso größer der Anteil an verbissenen Bäumchen. Dasselbe gilt für Sträucher und Zwergsträucher: Je höher der Deckungsgrad an Sträuchern und Zwergsträuchern ist, umso größer ist der prozentuale Anteil an verbissenen Bäumchen. Bei den Zwergsträuchern wird vor allem die Heidelbeere sehr gerne als Nahrung angenommen. Pflanzenarten der Gattung *Rubus* waren an den Stichprobenflächen kaum vorhanden. Es ist anzunehmen, dass auch hier bei zunehmendem Deckungsgrad die Anzahl an Verbiss aufweisenden Bäumen zunimmt, da Brombeere und Himbeere ebenfalls sehr gerne als Äsung genutzt werden (Wokac 1997). Reimoser (1986) stellte fest, dass Flächen mit reichlichem Nahrungsangebot bevorzugt aufgesucht werden. Neben dem Aspekt des Nahrungsangebotes könnte auch der der Deckung eine Rolle spielen, da Flächen mit reichlicher Strauchschicht auch einen gewissen Schutz bieten.

6.3 Verbiss durch Kleinsäuger

Die von Kleinsäufern bevorzugten Baumarten sind Buche und Bergahorn, die mit 2,8% bzw. 3,2% einen doppelt so großen Anteil an verbissenen Bäumen aufweisen wie Tanne und Fichte. Sowohl Homolka & Heroldová (2003) wie auch Lyly et al. (2014) konnten feststellen, dass Laubbäume vor allem durch Hasen bevorzugt verbissen werden, wobei die Laubbäume vor allem im Winter die Hauptnahrung darstellen.

Innerhalb der Höhenklassen werden Bäumchen, die höher als 25 cm sind von den Kleinsäufern bevorzugt verbissen. Wie schon in Kapitel 1.4 erwähnt, sind Rötelmäuse (*Myodes glareolus*) gute Kletterer, erreichen dadurch auch höhere Bäume und können somit Mitverursacher des Verbisses an höheren Bäumen sein (Odermatt & Wasem 2004).

Da Hasen die Bäume vor allem im Winter als Nahrung nutzen, könnte es möglich sein, dass höhere Bäume aufgrund der Schneedecke leichter zu erreichen sind und deshalb einen höheren Verbissanteil aufweisen. Bei Betrachtung der Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen weist in HKL 4 nur die Buche Verbiss auf (4,7%), wobei erwähnt werden muss, dass die Buche in dieser Höhenklasse die Mehrheit ausmacht, nur wenige Individuen von Fichte und Tanne und keine Individuen von Bergahorn in dieser Höhenklasse vorhanden sind. Auch bei Kleinsäufern weist Bergahorn in den ersten beiden Höhenklassen im Vergleich zu den anderen Baumarten einen höheren Verbiss auf. Gemeinsam mit dem

Schalenwildverbiss wird somit beinahe die Hälfte der Individuen von Bergahorn in HKL 2 verbissen.

6.4 Vergleich Huftiere- Kleinsäuger

Beim Vergleich von Huftieren und Kleinsäufern ergeben sich bezüglich des Anteils an verbissenen Bäumchen zwischen den verschiedenen Baumarten signifikante Unterschiede, da der Verbiss durch Kleinsäuger nur einen sehr geringen Anteil ausmacht (2,1%).

Dieser Wert dürfte jährlichen Schwankungen unterlegen sein, da dies auch bei Kleinsäuger-Populationen der Fall ist (Muralt 2006). In Mitteleuropa wird die Populationsgröße der Kleinsäuger durch die Samenproduktion bestimmter Baumarten stark beeinflusst. In sogenannten Mastjahren, die in unregelmäßigen Intervallen auftreten, tragen Bäume (wie zum Beispiel die Buche) reichlich Früchte und bieten somit den Kleinsäufern ein üppiges Nahrungsangebot (Muralt 2006, Hausleithner et al. 2015, Vetter et al. 2015). Auch Klimafaktoren können Populationsgrößen von Kleinsäufern beeinflussen. So konnten Slotta-Bachmayer et. al (1999) im Nationalpark Hohe Tauern feststellen, dass ein lang bestehende Schneedecke die Größe der Rötelmauspopulation reduzieren.

Bei den einzelnen Höhenklassen zeigen sowohl Schalenwild wie auch Kleinsäuger eine Tendenz zu Bäumchen über 25 cm. Zu erwähnen ist hier wieder das Klettervermögen der Mäuse, da Bäumchen über 100 cm einen nahezu gleichen Anteil an verbissenen Bäumchen aufweisen wie die darunter liegenden Höhenklassen.

Wie am Anfang der Arbeit bereits erwähnt, darf der Einfluss von Kleinsäufern auf die Waldverjüngung nicht unterschätzt werden, da sie in Mastjahren durchaus einen großen Einfluss auf die Waldverjüngung haben können. So stellten Kempster & Nopp- Mayr (2013) anhand von Fangzahlen fest, dass im Zuge von Mastjahren der Buche die Populationsgrößen von Rötelmaus und Gelbhalsmaus im Urwald stark zunahmen.

6.5 Vergleich Großer und Kleiner Urwald

Den Großen und Kleinen Urwald getrennt betrachtend, ergeben sich sowohl bezüglich der Baumartenzusammensetzung als auch des Verbisses Unterschiede.

Bezüglich der Baumartenzusammensetzung fällt auf, dass sowohl im Altbestand wie auch in der Verjüngung die Fichte im Großen Urwald einen größeren prozentualen Anteil als die Tanne ausmacht, während im Kleinen Urwald die Tanne häufiger vertreten ist als die Fichte. Auch bei Betrachtung der Baumarten in den Höhenklassen ist zu sehen, dass die Tanne im

Kleinen Urwald in HKL 1 (≤ 25 cm) mit 43% einen größeren Anteil als die Buche ausmacht. Im Großen Urwald ist in HKL 1 die Buche vorherrschend.

Diese Beobachtungen könnten ein Hinweis darauf sein, dass das Schalenwild im Kleinen Urwald seltener vertreten ist als im Großen Urwald. Eberesche (*Fraxinus excelsior*) und Bergulme kommen im Altbestand wie auch in der Verjüngung vorwiegend im Großen Urwald vor, während die Lärche (*Larix decidua*) nur im Kleinen Urwald zu finden ist. So schrieb bereits Tschermak (1935), dass die Lärche in dem Gebiet nur vereinzelt an bestimmten Standorten vorkommt.

Betrachtet man den Verbiss von Huftieren und Kleinsäugetieren getrennt für Großen und Kleinen Urwald, so ist der durch Kleinsäugetiere verursachte Verbiss in beiden Teilen in etwa gleich groß. Der durch Huftiere verursachte Verbiss liegt im Großen Urwald um ca. 6% über dem im Kleinen. In der Arbeit von Kempster (2006) war der Verbissanteil, der durch Huftiere verursacht wurde, im Großen Urwald ebenfalls höher. Der durch Kleinsäugetiere verursachte Verbiss lag im Kleinen Urwald allerdings deutlich über dem des Großen Urwaldes. Dieser Unterschied des Verbissanteiles könnte sich aus den schon erwähnten jährlichen Schwankungen von Kleinsäugetierpopulationen ergeben. Im Jahr 2002, in dem die Aufnahmen von Kempster (2006) erfolgten, wurden zwar keine Massenvermehrungen von Kleinsäugetieren festgestellt (Kempster & Nopp- Mayr 2013), allerdings könnte das Nahrungsangebot im Jahr 2015 dennoch schlechter gewesen sein, mit daraus resultierenden geringeren Kleinsäugetierpopulationen.

Weiters ist die mittlere Anzahl der Individuen/ha im Kleinen Urwald sowohl in der Verjüngung wie auch im Altbestand größer und der Kleine Urwald somit dichter. Ein Habitat, das dichte Baumverjüngung aufweist, wird zwar von Schalenwild bevorzugt aufgesucht, allerdings könnte das Gebiet, vor allem für Rotwild, unzugänglicher sein.

6.6 Vergleich mit den Ergebnissen von 2002/03

Insgesamt wiesen bei Kempster (2006) ca. 8% der Individuen der Verjüngung Verbiss auf, während bei den Aufnahmen dieser Arbeit ein Verbissanteil von 7,5% festgestellt wurde – also annähernd gleich. Bei Betrachtung der Baumarten Tanne und Bergahorn ergibt sich, dass der Anteil an verbissenen Bäumchen bei Kempster (2006) geringer ausfiel, allerdings ohne signifikanten Unterschied. Beim Vergleich der Baumarten ist vor allem bei der Tanne ein deutlicher Anstieg des schwachen Verbisses zu erkennen; bei Bergahorn gibt es deutlich mehr stark verbissene Individuen. Da Buche und Fichte hingegen eine Reduktion des Verbisses aufweisen, wäre es möglich, dass durch die Zunahme der Tanne in der

Verjüngung aufgrund ihrer Verbissbeliebtheit wieder vermehrt Tannen verbissen werden und deshalb die weniger beliebten Baumarten weniger als Äsung genutzt werden.

6.7 Klassifikationsbäume und binär logistische Regression

Betrachtet man den Klassifikationsbaum des Huftierverbisses, so hat das Gebiet den größten signifikanten Einfluss auf die Verbisswahrscheinlichkeit. Dieser signifikante Einfluss kann aufgrund des durch Schalenwild niedrigen Verbissanteils im Kleinen Urwald erklärt werden, der auch schon bei Berechnung mittels Wilcoxon-Test zu einem signifikanten Unterschied zwischen Großem und Kleinem Urwald führte. Auch die Gesamtbegrünung wurde als signifikante Variable in das Modell aufgenommen. Da weder die verholzte Begrünung noch die Beschirmung als signifikant berechnet wurden, stärkt dies die Annahme, dass die Nahrungssuche im Vordergrund steht und nicht das Aufsuchen von Plätzen, die als Schutz vor extremer Witterung dienen können. Auch die Baumhöhe weist einen signifikanten Einfluss auf die Verbisswahrscheinlichkeit auf, da mehr Bäumchen über 50 cm verbissen werden als kleinere Bäumchen. Dies unterstreicht die Vermutung von Stöckli (2002) und Partl (2001), dass niedrigere Bäumchen durch die Schneedecke einen gewissen Schutz erfahren. Bei dem Klassifikationsbaum, der den Einfluss der unterschiedlichen Parameter auf den Kleinsäugerverbiss darstellt, haben Gesamtbegrünung und Gebiet einen signifikanten Einfluss, wobei die Gesamtbegrünung den stärkeren Einfluss aufweist. Das Gebiet spielt allerdings nur bei einer Gesamtbegrünung bis 30% eine signifikante Rolle. Im Kleinen Urwald sind mehr Bäumchen durch Kleinsäuger verbissen als im Großen Urwald, da der Kleine Urwald eine dichtere Vegetation aufweist und diese von einigen Kleinsäugerarten gegenüber offenen Strukturen bevorzugt wird. Unterschiedliche Kleinsäugerarten sind mehr oder weniger „stark strukturgebunden“. Als Beispiel für eine Kleinsäugerart, die stark auf deckungsgebende Strukturen angewiesen ist, kann die Rötelmaus angeführt werden (Jerabek & Reiter 2003). Bei einem Begrünungsgrad über 30% hat die Kadaververjüngung einen signifikanten Einfluss, wobei keine auf Totholz wachsenden Bäumchen einen durch Kleinsäuger verursachten Verbiss aufweisen. Da nur 10 Bäumchen auf Moderholz aufgenommen wurden, könnte es nur Zufall sein, dass keines dieser Bäumchen verbissen wurde oder ein Hinweis darauf sein, dass die auf Moderholz wachsenden Bäumchen weniger verbissbeliebt sind. Darüber, ob der Wuchs auf Totholz die Verbissbeliebtheit von Kleinsäufern beeinflussen könnte, konnten keine Untersuchungen gefunden werden. Wachsen die Bäumchen nicht auf Totholz, weist die Beschirmung in 1,3 m Höhe einen signifikanten Einfluss auf, wobei bei höherer Beschirmung mehr Bäumchen verbissen werden. Ein höherer Beschirmungsgrad lässt auf eine von Kleinsäufern bevorzugte dichtere Vegetation schließen. Bei dem Klassifikationsbaum des Gesamtverbisses von Huftieren und

Kleinsäugern wurde die Höhe als am stärksten signifikante Variable berechnet. Besitzen Bäumchen eine Höhe bis 25 cm, so weist die Beschirmung am Boden einen signifikanten Einfluss auf, sind die Bäumchen höher, hat das Gebiet einen signifikanten Einfluss. Bei der Beschirmung am Boden werden bei geringerer Beschirmung mehr Bäumchen verbissen als bei einem höheren Beschirmungsgrad. Das liegt vermutlich daran, dass der Huftierverbiss einen größeren Anteil als der Kleinsäugerverbiss ausmacht und Huftiere Bäumchen unter geringeren Beschirmungsgraden bevorzugen, was bereits erläutert wurde. Bei einem Beschirmungsgrad über 50% weist das Gebiet einen signifikanten Einfluss auf, da im Großen Urwald mehr Bäumchen verbissen werden als im Kleinen. Im Großen Urwald hat die Gesamtbegrünung einen signifikanten Einfluss, da, aufgrund der höheren Attraktivität für Schalenwild bei einem Begrünungsgrad über 30%, mehr Bäumchen verbissen werden. Vergleicht man den Klassifikationsbaum mit der binär logistischen Regression, ist zu sehen, dass bei beiden Modellen Höhe und Gebiet als signifikante Variablen berechnet wurden. Bei der Regression weisen allerdings zudem die Kadaververjüngung (höchst signifikant) und die verholzte Begrünung (signifikant) einen Einfluss auf. Beide Variablen flossen auch in den Klassifikationsbaum des Kleinsäugerverbisses als signifikante Variablen ein.

Bei Betrachtung aller Modelle lässt sich zusammenfassend sagen, dass im Urwald Rothwald bestimmte Parameter, wie Gebiet, Höhe, Begrünung und Beschirmung, einen starken Einfluss auf den durch Schalenwild und Hasen bzw. Nagetieren verursachten Verbiss haben.

6.8 Schlussfolgerungen

Der Verbiss durch Kleinsäuger macht im Großen wie auch im Kleinen Urwald einen etwa gleich großen Anteil aus. Der durch Schalenwild verursachte Verbiss ist im Großen Urwald um das 3 fache höher als im Kleinen, der aufgrund des dichten Bewuchses eine erschwerte Zugänglichkeit für Schalenwild, insbesondere Rotwild, aufweist. Während der Gesamtverbiss durch Schalenwild sich gegenüber 2002/03 nur minimal verändert hat (um 0,5% gesunken), macht der von Hasen und Nagetiere verursachte Verbiss im Vergleich zu den damaligen Aufnahmen einen deutlich geringeren Anteil aus. Schon wie bei der Untersuchung von Kempter (2006) zeigte sich, dass nur ein geringer Teil der Verjüngung durch Huftiere und Hasen bzw. Nagetiere verbissen wurde. Vor allem an der Tanne ist zu erkennen, dass die negativen Auswirkungen des Verbisses wahrscheinlich abgenommen haben, da von ihr auch einige Individuen über 100 cm gefunden wurden, was in den vorherigen Untersuchungen nicht der Fall war bzw. nur sehr wenige Individuen gefunden werden konnten. Der Gesamtverbiss macht mit 7,5% der aufgenommenen Bäumchen der Verjüngung nur einen sehr geringen Anteil aus. Anhand der durchgeführten Analysen kann zwar keine konkrete Aussage zum Einfluss auf die Verjüngungsdynamik getroffen werden, allerdings konnte bei einem von Reimoser & Reimoser (2015) durchgeführten Vergleichsflächenverfahren festgestellt werden, dass keine untragbare Beeinträchtigung der Verjüngung vorliegt („weniger als 50% der Flächen weisen einen nicht tolerierten Wildeinfluss auf“). Als Gründe für die niedrige Verbissbelastung kann einerseits die Regulierung der Schalenwildichte, vor allem der Rotwildichte, genannt werden und andererseits, was wohl einen größere Rolle spielen dürfte, wirken einige Habitatstrukturen des Urwaldes nicht besonders attraktiv auf Schalenwild: Da der Kleine Urwald sehr dicht bewachsen ist, ist er für Schalenwild schwerer zugänglich und dadurch der Verbisseinfluss auch kleiner als im Großen Urwald. Auch ein Fehlen von Randlinien, die eine besondere Anziehung auf Schalenwild ausüben, kann ein Grund sein, weswegen sich die Tiere nicht vorwiegend im Urwald aufhalten (Reimoser 1986). Weiters wird der Urwald im Winter von Reh- und Rotwild wenig als Einstand genutzt. Für Hasen und Nagetiere gilt dies zwar nicht, allerdings war der Verbisseinfluss durch sie nur minimal. Hier wäre ein Vergleich mit Mastjahren interessant, da nach solchen Jahren der Einfluss von Kleinsäufern aufgrund wachsender Populationen wesentlich stärker sein dürfte. Da von Kleinsäufern Laubbäume bevorzugt werden, könnten sie nach Mastjahren einen höheren Verbisseinfluss aufweisen, was bei Bergahorn zu einer weiteren Reduzierung der Individuenanzahl führen könnte (Homolka & Heroldová 2003). Bergahorn wird sowohl von Huftieren wie auch von Kleinsäufern besonders gerne verbissen und es konnten keine Individuen über 100 cm gefunden werden. Da Bergahorn allerdings nur in geringer Zahl im Urwald vertreten ist, stellt sich die Frage, ob der Mangel an Individuen über 100 cm die

charakteristische Baumartenzusammensetzung des Urwaldes beeinflusst. Dazu wären weitere Vegetationsaufnahmen über einen längeren Zeitraum notwendig.

Die Klassifikationsbäume und die binär logistische Regression zeigen auf, dass einige Parameter den Verbisseinfluss sowohl von Huftieren wie auch von Kleinsäugetern signifikant beeinflussen. Die Berechnungen aller Modelle ergaben, dass der Verbisseinfluss besonders durch das Gebiet und die Begrünung bestimmt wird.

7. Literaturverzeichnis

- AMMER C., VOR T., KNOKE T., WAGNER S. (2010). Der Wald- Wild- Konflikt: Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. Göttinger Forstwissenschaften 5. Universitätsverlag Göttingen.
- BACKHAUS K., ERICHSON B., PLINKE W., WEIBER R (2015). Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer Verlag.
- BRANG P. (1996). Experimentelle Untersuchungen zur Ansamlungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald. Beiheft zur Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen, 77.
- BÜHL A. (2008). SPSS 16: Einführung in die moderne Datenanalyse. Pearson Verlag.
- COOK J. G., IRWIN L. L., BRYANT L., RIGGS R., THOMAS J. (2004). Thermal cover needs of large ungulates: a review of hypothesis tests. Transactions of the 69th North American Wildlife and Natural Resources Conference, S. 708-726.
- DE'ATH G., FABRICIUS K. E. (2000). Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. Ecology, 81, 3178-3192.
- FISCHER S., PEKNY R. (2012). Forschung im Wildnisgebiet- die Sicht der Schutzgebietsverwaltung. Silva Fera, 1, S. 6-8.
- FÜHRER E., NOPP U. (2001). Ursachen, Vorbeugung und Sanierung von Waldschäden. Facultas Universitätsverlag, Wien.
- GILL R. (1992). A Review of Damage by Mammals in North Temperate Forests: 1. Deer. Forestry, 65 (2), S. 145-169.
- GOSSOW H. (2001). LIFE- Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein- Managementplan. Amt der NÖ Landersregierung, Abteilung Naturschutz.
- GRATZER G., SPLECHTNA B. (2014). Wissenschaftlicher Rundgang Rothwald-Exkursionsführer.
- HAUSLEITHNER C., KEMPTER I., NOPP- MAYR U., GRATZER G. (2015). Samenfraß und Samenverbreitung durch Kleinsäuger im Urwald Rothwald. Silva Fera, 4, S. 70-76.
- HOMOLKA M., HEROLDOVÁ M. (2003). Impact of large herbivores on mountain forest stands in the Beskydy Mountains. Forest Ecology and Management, 181, S. 119–129.
- JÄGER D. (2003). Die Verjüngung auf Moderholz im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- JERABEK M., REITER G. (2003). Die Kleinsäugerfauna von Bergwäldern im Karwendel (Österreich): Verteilung, Habitatswahl und Populationsentwicklung. Berichte des naturwissenschaftlichen- medizinischen Verein Innsbruck, 90, S. 231-259.
- KEMPTER I. (2006). Beurteilung des Einflusses von Schalenwild und anderen Herbivoren auf die Verjüngungsdynamik im Bergwald - dargestellt am Beispiel Urwald Rothwald. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

- KEMPTER I., NOPP- MAYR U. (2013). Langzeit- Monitoring von Kleinsäugetern im Wildnisgebiet Dürrenstein. *Silva Fera*, 2, S. 94-99.
- KOHL I., PEKNY R. (2011). Management in the Dürrenstein Wilderness Area- How much intervention can the wilderness tolerate? *Journal on Protected Mountain Areas Research*, 3, S. 51-54.
- KUPFERSCHMID A., WASEM U., BUGMANN H. (2014). Browsing regime and growth response of *Abies alba* saplings planted along light gradients. *European Journal of Forest Research*, 134, S. 75-87. Springer- Verlag Berlin Heidelberg.
- KUTTER M., GRATZER G: (2006). Neue Methoden zur Abschätzung der Samenverbreitungsdistanzen von Waldbäumen am Beispiel der Verbreitung von *Picea abies*, *Abies alba* und *Fagus sylvatica*. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 123, S. 103-120.
- LEBENITS R. (1995). Auswirkungen der Jagd auf den Wald in Österreich- Eine Studie zum Einfluss der Schalenwildbewirtschaftung auf Waldökosysteme. Bundesministerium für Umwelt, Monographien, 70.
- LEDITZNIG C., Pekny R. (2009). Die Säugetiere des Wildnisgebietes Dürrenstein: Wildnis Dürrenstein. Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein.
- LEDITZNIG C. (2010). Das Wildnisgebiet Dürrenstein. Wissenschaftliche Mitteilung Niederösterreichisches Landesmuseum, 20, S. 437-460.
- LEDITZNIG C. (2013). Managementplan Wildnisgebiet Dürrenstein 2013-2022. Schutzgebietsverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein.
- LYLY M., KLEMOLA T., KOIVISTO E., HUITU O., OKSANEN L., KORPIMÄKI E. (2014). Varying impacts of cervid, hare and vole browsing on growth and survival of boreal tree seedlings. *Oecologia*, 174, S. 271–281.
- MAYER H. (1974). Wälder des Ostalpenraumes: Standort, Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in den Ostalpen samt Vorland. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- MAYER H.; NEUMANN M. (1981). Struktureller und entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Corkova Uvala/Kroatien. *Forstwiss. Cent.bl.*, 100, S. 111–132.
- MENZEL K. (2007). Hege und Bejagung des Rehwildes. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart.
- MURALT G. (2006). Kleinsäugetergemeinschaften in Biotoptypen des Nationalparks Oberösterreichische Kalkalpen und deren Verbisseinfluss auf die Waldverjüngung im Vergleich zu wildlebenden Wiederkäuern. Diplomarbeit, Universität Wien.
- MYSTERUD A., ØSTBYE E. (1999). Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin*, 27 (2), S. 385-394.
- NEUMANN M. (1979). Bestandesstruktur und Entwicklungsdynamik im Urwald Rothwald/NÖ und im Urwald Čorkova Uvala/Kroatien. Verband der wissenschaftlichen Gesellschaften Österreichs.

- ODERMATT O., WASEM U. (2004). Mäuseschäden bei der Wiederbewaldung von Windwurfflächen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- PARTL E. (2001). Die Wechselwirkungen zwischen Wald als Habitat und Rehwild als Standortfaktor bei der Waldsanierung- Modellbildung und Wissensrepräsentation im Rahmen der Entwicklung des Expertensystems „Wildökologie- Waldverjüngung“ (WIFES). Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.
- PARTL E. (2002). Alpine Umweltprobleme: Ergebnisse des Forschungsprojekts Achenkirch Teil XL: Expertensystem „Wildökologie- Waldverjüngung“ Modellierung der Wechselwirkungen zwischen Waldhabitat und Rehwild. Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- REIMOSER F. (1986). Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von der waldbaulichen Betriebsform. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien. VWGÖ Verlag.
- REIMOSER F. (1999). Hinweise zum richtigen Gebrauch von Verbisskennzahlen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 150(5), S. 184-186.
- REIMOSER F., GOSSOW H. (1996). Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. Forest Ecology and Management, 88, S. 107-119.
- REIMOSER F., REIMOSER S. (1997). Wildschaden und Wildnutzen- Zur objektiven Beurteilung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 43, S. 186-196. Blackwell Wissenschafts- Verlag, Berlin.
- REIMOSER F., REIMOSER S. (1998). Wild und Wald- Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald. Zentralstelle Österr. Landesjagdverbände, Wien.
- REIMOSER F., REIMOSER S. (2015). Beurteilung des Huftiereinflusses auf die Entwicklung der Waldverjüngung im Wildnisgebiet Dürrenstein – Kontrollzaun-Vergleichsflächenerhebung 2004 – 2013. Silva Fera, 4, S. 77-85.
- RHEINBERGER C., SUTER W. (2006). Schälung durch den Rothirsch: eine Fallstudie in den Nordostschweizer Alpen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 157(5), S. 147-156.
- RÜEGG D. (1999). Zur Erhebung des Einfluss von Wildtieren auf die Waldverjüngung (1999). Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 9, S. 327-331.
- SAUTTER R. (2003). Waldgesellschaften in Bayern- Vegetationskundliche und forstgeschichtliche Darstellung der natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- SCHAFFENBERGER M. E. (2001). Die Entwicklung des Schalenwildeinflusses (Verbiss und Schälung) auf den Waldzustand in einem Forstrevier der Karawanken. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- SCHREMPF W. (1986). Waldbauliche Untersuchungen im Fichten- Tannen- Buchen- Urwald Rothwald und in Urwald- Folgebeständen. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.
- SCHRÖDER B. (2000). Zwischen Naturschutz und Theoretischer Ökologie: Modelle zur Habitateignung und räumlichen Populationsdynamik für Heuschrecken im Niedermoor (Ph.D. thesis). Technical University Braunschweig.
- SENN J., HÄSLER H. (2005). Wildverbiss: Auswirkungen und Beurteilung. Forum für Wissen 2005, S. 17-25.

- SLOTTA- BACHMAYR L., LINDNER R., WINDING N. (1999). Populationsveränderung und Einfluss der Beweidung auf Kleinsäuger in der Subalpin- und Alpinstufe im Sonderschutzgebiet Piffkar, Nationalpark Hohe Tauern. Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, 5, S. 113-126.
- SPLECHTNA K. (2001). Wildnisgebiet Dürrenstein- Skizze einer Nutzungsgeschichte. In: Gossow H. LIFE- Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein- Managementplan. Amt der NÖ Landersregierung, Abteilung Naturschutz, S. 75-81.
- STÖCKLI B. (1995). Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald. Wald und Holz, 76 (16), S. 8-14.
- STÖCKLI V. (2002). Die Bedeutung der winterlichen Schneedecke für junge Fichten im Gebirgswald: Ergebnisse aus dem Lusiwald bei Davos. Bauhinia, 16, S. 23-32.
- STUBBE C. (2008). Rehwild: Biologie, Ökologie, Hege und Jagd. Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart.
- SUTER W. (2005). Vom Verbissprozent zur Walddynamik: Der weite Weg zum Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Wald und Huftieren. Forum für Wissen 2005, S. 7-16.
- TIEFENBACH M., LARNDORFER G., WEIGAND E (1998). Naturschutz in Österreich. Umweltbundesamt- Monographien, 91.
- TSCHERMAK L. (1935). Die natürliche Verbreitung der Lärche in den Ostalpen. Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, 43.
- VETTER S. G., RUF T., BIEBER C., ARNOLD W. (2015). What is Mild Winter? Regional Differences in Within-Species Responses to Climate Change. PLoS ONE 10(7): e0132178. doi: 10.1371/journal.pone.0132178.
- VÖLK F., WÖSS M. (2001). Schalenwild im Schutzgebiet Dürrenstein und Umfeld - Managementempfehlungen. Universität für Bodenkultur, Institut für Wildbiologie und Jagdwirtschaft, Wien.
- WILDBURGER C, LEBENITS R. (1995). Auswirkungen der Jagd auf den Wald in Österreich- Eine Studie zum Einfluss der Schalenwildbewirtschaftung auf Waldökosysteme. Bundesministerium für Umwelt- Monographien, 70.
- WITTICKE H., GÖRNER M. (2012). Kritische Bemerkungen der Arbeitsgruppe Artenschutz e. V.- zur Studie „Urwälder für Thüringen“ von Succow M. & Sperber G. (2012). BUND Thüringen und NABU Thüringen.
- WOKAC R. M. (1997). Zur Nahrungsökologie rezenter und vorzeitlicher Pflanzenfresser- Gedanken zum natürlichen Landschaftscharakter Mitteleuropas. Grüne Reihe des Lebensministeriums, 11, S. 155–218.
- ZÖHRER F. (1977). Der Prüfbereich bei Winkelzählproben. Allgemeine Forstzeitung, 9.
- ZUKRIGL K. (1961). Pflanzensoziologisch- standortkundliche in Urwaldresten der Niederösterreichischen Kalkalpen. Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Schönbrunn- Abteilung für Standortserkundung und -kartierung, 6.
- ZUKRIGEL K., ECKHART G., NATHER J. (1963). Standortkundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitteilungen der forstlichen Bundes- Versuchsanstalt Mariabrunn, 62.

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage des Wildnisgebietes Dürrenstein (rot umrandet), dargestellt mit den unterschiedlichen Zonen. In dunkelgrün dargestellt die Naturzone, in der sich der Urwald befindet. 1: Großer Urwald, 2: Kleiner Urwald (Leditznig 2013).	8
Abbildung 2: Klimadiagramm des Wildnisgebietes. Die gepunktete Linie stellt die monatliche Niederschlagssumme dar und die durchgehende Linie die monatliche Durchschnittstemperatur	9
Abbildung 3: Darstellung des Großen und des Kleinen Urwaldes mit darüber gelegtem Raster, Koordinaten und den in grün dargestellten Stichprobenpunkten.....	12
Abbildung 4: Darstellung der kreisförmigen Erhebungsfläche (Radius = 10 m) sowie der beiden eingelagerten Verjüngungstransecte mit je 10 m Länge. Die durchgehenden Linien stellen die beiden Maßbänder mit einer Länge von jeweils 10 m dar. Die gestrichelten Linien stellen die Transecte von insgesamt 1 m Breite dar, hier nur entlang eines Maßbandes dargestellt.....	13
Abbildung 5: Baumartenzusammensetzung der häufigsten Baumarten in Prozent der Stammzahl pro Hektar.....	19
Abbildung 6: Prozentualer Anteil (% der Stammzahl/ha) der Baumarten in den verschiedenen Höhenklassen.....	20
Abbildung 7: Prozentualer Anteil der verbissenen und unverbissenen Bäumchen durch Huftiere innerhalb der Verjüngung.....	21
Abbildung 8: Prozentsatz der unverbissenen und verbissenen Baumarten.....	22
Abbildung 9: Prozentsatz der unverbissenen und verbissenen Bäume in den vier Höhenklassen.....	22
Abbildung 10: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Individuen der unterschiedlichen Baumarten innerhalb der verschiedenen Höhenklassen.	23
Abbildung 11: Oben: Prozentualer Anteil der Entfernungen von durch Bestandesrändern bedingten Randzonen. Unten: Prozentualer Anteil der durch Schalenwild unverbissenen und verbissenen Bäumchen bei verschiedenen Entfernungen der Bestandesränder.	24
Abbildung 12: Oben: Prozentualer Anteil der mittleren Sichtweiten. Unten: Prozentualer Anteil der verbissenen Bäumchen bei unterschiedlichen mittleren Sichtweiten.....	25
Abbildung 13: Oben: Prozentualer Anteil der Hangformen konkav, konvex, konvex- konkav und intermediär. Unten: Anteil der verbissenen und unverbissenen Individuen auf den unterschiedlichen Hangformen (in Prozent).....	26
Abbildung 14: Darstellung der prozentualen Anteile der Geländeformen.....	27
Abbildung 15: Anzahl von verbissenen und unverbissenen Individuen der verschiedenen Geländeformen in Prozent.....	27
Abbildung 16: Prozentualer Anteil an unverbissenen und verbissenen Bäumchen auf unterschiedlich ausgeprägtem Kleinrelief.	27
Abbildung 17: Anteil der Individuen, die solitär, teilweise ummantelt und ummantelt stehen (in Prozent).....	28
Abbildung 18: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen solitär stehenden, teilweise ummantelten und ummantelten Individuen.....	28
Abbildung 19: Relative Häufigkeit der Verjüngungspflanzen am Boden und auf Kadavern (obere Abbildung) und der unverbissenen und verbissenen Individuen der Boden- und Kadaververjüngung (untere Abbildung).	29

Abbildung 20: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Bäumchen innerhalb der Beschirmungsklassen am Boden und in 1,3 m Höhe.....	30
Abbildung 21: Prozentualer Anteil der unverbissenen und verbissenen Bäumchen innerhalb der unterschiedlichen Begrünungsgrade (in %) der Gesamtbegrünung sowie der verholzten Begrünung.....	31
Abbildung 22: Anteil (in Prozent) der unverbissenen und verbissenen Bäumchen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Deckungsgrade verschiedener Vegetationsklassen.....	32
Abbildung 23: Prozentualer Anteil der verbissenen Bäumchen bei unterschiedlichem Deckungsgrad der Sträucher (oben) und Zwergsträucher (unten).	33
Abbildung 24: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugetieren unverbissenen und verbissenen Bäumchen der unterschiedlichen Baumarten.	34
Abbildung 25: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugetieren unverbissenen und verbissenen Individuen in den verschiedenen Höhenklassen.....	34
Abbildung 26: Prozentualer Anteil der von Kleinsäugetieren verbissenen Baumarten in den	35
Abbildung 27: Prozentualer Anteil der von Huftieren und Hasen bzw. Nagetieren verbissenen Baumarten.....	36
Abbildung 28: Anteil der in den unterschiedlichen Höhenklassen verbissenen Bäumchen von Huftieren und Hasen/Nagetieren in Prozent.	36
Abbildung 29: Prozentueller Anteil der Altbäume im Großen Urwald (GrUrw) und im Kleinen Urwald (KIUrw).	37
Abbildung 30: Gesamter Anteil der Baumarten innerhalb der Verjüngung im Großen Urwald (GrUrw) und Kleinen Urwald (KIUrw) dargestellt in Prozent.....	38
Abbildung 31: Prozentualer Anteil der Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen der Verjüngung im Großen Urwald.	39
Abbildung 32: Prozentualer Anteil der Baumarten in den unterschiedlichen Höhenklassen der Verjüngung im Kleinen Urwald.	39
Abbildung 33: Prozentualer Anteil des durch Huftiere und Hasen bzw. Nagetiere verursachten Verbisses im Kleinen und Großen Urwald.....	40
Abbildung 34: Prozentualer Anteil des von Schalenwild verursachten Verbisses an den unterschiedlichen Baumarten im Großen und Kleinen Urwald.....	40
Abbildung 35: Mittlere prozentuale Anteile (Verbissprozente) der von Huftieren verbissenen Bäumchen der Baumarten Buche, Tanne, Fichte und Bergahorn zwischen den Aufnahmen von Kempster (2002) und den Ergebnissen dieser Arbeit (2015).	41
Abbildung 36: Klassifikationsbaum für die Auftrennung der Probeflächen mit durch Schalenwild verursachtem relevantem Verbiss (19,9%) und Flächen ohne Verbiss (80,1%).	43
Abbildung 37: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,72.	44
Abbildung 38: Klassifikationsbaum für die Auftrennung der Probeflächen mit durch Kleinsäugetiere verursachtem Verbiss (32,2 %) und Flächen ohne Verbiss (67,8%).....	46
Abbildung 39: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,71.	47
Abbildung 40: Klassifikationsbaum für Probeflächen mit und ohne durch Kleinsäugetiere und Huftiere verursachtem Verbiss.	49
Abbildung 41: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 0,73.	50
Abbildung 42: ROC- Kurve mit einem AUC- Wert von 7,6.	52

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Verjüngungsbäumchen, Stammzahl pro Hektar (n/ha) und prozentualer Anteil der Baumarten in Verjüngung und Altbestand.	19
Tabelle 2: Prozentualer Anteil und absolute Anzahl (n) der durch Schalenwild verbissenen Baumarten (eingeteilt in die drei Verbisskategorien) innerhalb der Verjüngung.	22
Tabelle 3: Stammzahl pro Hektar (n/ha) der vermessenen Altbäume und deren prozentualer Anteil.	37
Tabelle 4: Absolute Anzahl (n) der unterschiedlichen Baumarten innerhalb der Verjüngung und deren prozentualer Anteil.	38
Tabelle 5: Vergleich der Verbisskategorien [%] innerhalb der Baumarten zwischen den beiden Aufnahmejahren.	41
Tabelle 6: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Ereignisse und dem Prozentsatz der korrekt Vorhergesagten im Vergleich mit den beobachteten Ereignissen.	44
Tabelle 7: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten Ereignisse und dem Prozentsatz der korrekt Vorhergesagten im Vergleich mit den beobachteten Ereignissen.	47
Tabelle 8: Klassifikation der vom Modell korrekt/inkorrekt vorhergesagten.	50
Tabelle 9: Signifikante Variablen der binär logistischen Regression.	51
Tabelle 10: Nicht signifikante Variablen der binär logistischen Regression.	51
Tabelle 11: Klassifizierungstabelle der binär logistischen Regression.	52

10. Anhang

**Aufnahmemanual
Rothwald Wildeinfluss
Aufnahmeschlüssel**

Stand Juni 2015

Kartierungs- und Stichprobendesign:

- ✓ Die Kartierung wird im 100 m x 100 m Raster (siehe Karte) durchgeführt.
- ✓ An den Punkten werden die nachfolgenden Parameter erhoben:

Lage: Neigung, Exposition, Meso- und Mikrorelief

Bestandeslücken: Lage des Probepunktes in einer Bestandeslücke (ja/nein), wenn ja, dann das Alter und die Größe der Lücke

Bestand: Am Probepunkt wird eine WZP mit Zählerfaktor 4 durchgeführt. Von allen Bäumen mit BHD > 10 cm, die in die WZP fallen (Grenzbaumkontrolle durchführen) werden Art, BHD und bei Bedarf der Verrotungsgrad erhoben.

Verjüngung: Erhebungseinheit sind zwei Transekte mit je 10 m Länge und 1 m Breite (ein Transekt in der Schichtenlinie, einer in Falllinie). In diesen Transekten wird Baumverjüngung in folgenden Höhenklassen erhoben: ≤ 25 cm, 26 – 50 cm, 51 – 100 cm und > 100 cm; BHD: ≤ 5 cm und 6 – 10 cm BHD. Bei allen Individuen wird unter anderem die Art, Verbissschäden sowie sonstige Schäden erhoben, außerdem auch die Kleinstandorte (Kadaververjüngung bzw. Boden) erhoben.

Punktaufsuchen:

Das Aufsuchen der Probepunkte im Gelände erfolgt mit Hilfe von Karten und GPS-Koordinaten im eingezeichneten 100 x 100 m Raster.

Probeflächenaufbau:

Die einzelnen Parameter werden auf unterschiedlichen Probeflächen (R = 30m und 10m, Transekt und Winkelzählprobe) je Probepunkt untersucht.

Ein Probekreis mit Radius 30 Meter wird vor allem für Schätzvariablen verwendet, die Grundeinheit stellt eine Probefläche mit Radius 10 Meter dar. Innerhalb dieser Fläche werden als Subsample 2 Verjüngungsprobestreifen mit je 10 m Länge und 1 m Breite (ein Transekt in der Schichtenlinie, einer in Falllinie).

FLÄCHENMERKMALE

Punktnummer	lt. Karte
Datum	
Trupp	Name der erhebenden Personen bzw. Kürzel des Trupps
Gebiet	Gebietsbezeichnung laut Karte
Blattnummer	durchgehende Blattnummerierung pro Erhebungspunkt

Probefläche R = 30m

Mesorelief

Geländeform innerhalb des 30 m Probekreises; kann sich grundlegend von Makrorelief ($R > 30m$) unterscheiden (Beispiel kleiner Graben, kleinräumiger Expositionswechsel)

Exposition	Altgrad oder Neugrad (Gon)	
Neigung	Prozent oder Grad	
Geländeform Kombinationen möglich!	1..... Ebene:	Flachform großer Erstreckung; reliefschwach, Neigung < 5%
	2..... Verflachung:	Flachform geringen Ausmaßes
	3..... Talboden, Talsohle:	Flachform, von ansteigenden Flächen begrenzt
	4..... abfallenden	Terrasse: Flachform, von ansteigenden und Flächen begrenzt
	5..... Platte:	Flachform, von abfallenden Flächen begrenzt
	6..... Kessel:	Konkavform mit rundem Grundriß
	7..... Mulde:	flache Hohlform unterschiedlicher Flächenform
	8..... Wanne:	Konkavform mit ovalem Grundriß
	9..... Graben:	Konkavform mit langgestrecktem Grundriß; Sonderform des Unterhanges bei gegenseitiger Beeinflussung der Hänge
	10..... Oberhang:	Konvexe Geländeform; Materialabfuhr überwiegt Materialzufuhr
	11..... Unterhang:	Konkave Geländeform; Materialzufuhr überwiegt Materialabfuhr
	12..... Mittelhang:	Materialzu- und -abfuhr sind ausgeglichen
	13..... Hangversteilung:	ober- und unterhalb durch Flächen geringerer Neigung begrenzt
	14..... Hangverflachung:	ober- und unterhalb durch Flächen größerer Neigung abgrenzt
	15..... Kuppe:	Konvexform mit rundem Grundriß
	16..... Rücken:	Konvexform mit ovalem Grundriß
	17..... Riedel, Wall:	Konvexform mit langgestrecktem Grundriß
	18..... Geländekante:	Übergangsbereich zwischen Flächen unterschiedlicher Neigung (zusätzlich Angabe der benachbarten Geländeformen)
	19..... Nase:	Auf drei Seiten stark abfallende Konvexform
	20..... Sattel:	auf zwei gegenüberliegenden Seiten von abfallenden, auf den beiden anderen Seiten von ansteigenden Flächen begrenzt
	21..... Rippe:	schmale, langgestreckte Erhebung
	22..... Hochtal:	nach drei Seiten ansteigend, nach einer Seite abfallend
	23..... Schlucht	
	24..... Kar	
	25..... Doline	
	26..... Felswand	
	27..... Rinne	

konkav/konvex x	1....konkav	nur bei Höhendifferenz > 1.3 m
	2....konvex	"
	3....konvex-konkav	"
	4....intermediär	< 1.3 m

Randzonen: Mindestentfernung optisch auffälliger Randlinien vom Probeflächenmittelpunkt
Fläche bis zur Randzone einsehbar, kein Gegenhang etc. (Randlinien am Gegenhang werden nicht berücksichtigt, wenn der Höhenunterschied zwischen Punkt und Graben mindestens 30m beträgt)

Länge der Randlinie mindestens 20m!

Distanzklassen sind Schrägdistanzen!

Randzone Bestandesrand	Bestandesrand im Wald, Entfernungsklassen wie oben
Randzone Jungwuchs- oder Strauchgruppe >1,3m Oberhöhe	Entfernungsklassen wie oben
Randzone Waldrand	Rand zu anderer Kulturgattung, Entfernungsklassen wie oben
Randzone Geländeform	Sichthorizont! (Rücken, Kuppe, etc.)

Sichtigkeit:

Mittlere Sichtweite **in 1m Höhe über** dem Boden:

Distanz, bei der eine **Fläche von 80x30cm** (Rehkörper) noch auf **50% des Umkreises des Probeflächenmittelpunktes ohne Verdeckung gesehen** werden kann bzw. bei der die Fläche auf den übrigen 50% des Umkreises durch Gehölzvegetation oder Geländere relief verdeckt ist. Dünne Vegetationsteile (Blätter, Gras, Reisholz bis maximal 7 cm Durchmesser) dürfen den Rehkörper bis maximal zur Hälfte verdecken (auf den "sichtbaren" 50% des Umkreises), damit er noch als ersichtlich gilt.

Der Beobachter beachtet also bei einer Drehung um die eigene Achse die in den verschiedenen Richtungen meist sehr differenzierten Entfernungen bis wohin ein Rehkörper ohne Verdeckung gesehen werden kann und schätzt jene Distanz, wo die Verdeckung auf 50% des Umkreises eintritt.

Gegenhänge werden nicht berücksichtigt, wenn der Höhenunterschied zwischen Punkt und Graben mindestens 30m beträgt

Sichtigkeit – mittel	Entfernungsklassen siehe Aufnahmeformular Entfernungen > 500m werden nicht berücksichtigt
----------------------	--

PROBEFLÄCHE MIT R = 10 m

Beschirmung durch den Bestand

Gesamtbeschirmung Boden	in 1/10 der Überschirmung (10=voll, 5=zu 5/10 überschirmt) Horizontalprojektion aller Kronenschirmflächen (Bäume und Sträucher excl. Zwergsträucher) in Zehntel der Gesamtfläche Maß für die Überdeckung des Bodens durch die Kronen eines Bestandes.
Gesamtbeschirmung in 1,3 m Höhe	in 1/10 der Überschirmung (10=voll, 5=zu 5/10 überschirmt) Okulare Schätzung der Kronenüberschirmung aller Schichten von Gehölzpflanzen, die sich in einer Höhe von mehr als 1.3 über dem Boden befinden. Gesamtbeschirmungsgrad "aus der Sicht des Wildes". In 1,3m Höhe überschirmte Flächen und Bestandeslücken ergeben in Summe 100% (10/10).
Begrünung gesamt	Gesamte grüne Vegetation bis 1,3 m Höhe über Boden (excl. Moose) inkl. aus höheren Schichten herabhängende Vegetationsteile bei voller Entwicklung. Begrünte und "braune" vegetationslose Flächen - Nudum - ergänzen einander auf 100%) 0=0% ab 1 Schätzung in 10%-Stufen (10, 20,...)
Begrünung VERHOLZT	Gesamte verholzte Vegetation bis 1,3 m Höhe über Boden inkl. aus höheren Schichten herabhängende verholzte Vegetationsteile bei voller Entwicklung. Begrünte und "braune" vegetationslose Flächen - Nudum - ergänzen einander auf 100%) Ausprägung wie Begrünung gesamt

Felsanteil gesamt	in % der Probefläche (r=10m), Humusmächtigkeit < 1cm
-------------------	--

Kleinrelief

Kleinrelief –ausgeglichen	0.....nein	1.....ja
Kleinrelief- Buckel, Mulden	0.....nein	1.....ja
Kleinrelief – Windwurfteiler mit Rohboden	Anzahl der Windwurfteiler auf der Probefläche bzw. 1/10 der Aufnahme­fläche, die durch Windwurfteiler beeinflusst wird	
Kleinrelief – Windwurfteiler ohne Rohboden	Anzahl der Windwurfteiler auf der Probefläche bzw. 1/10 der Aufnahme­fläche, die durch Windwurfteiler beeinflusst wird	

Probefläche Radius = 10 m

Bestandeslücke: wenn **innerhalb des 10m-Radius** vorhanden (0/1), dann Aufnahme des Alters und des Durchmessers

Lückentalter	frisch..... < 2 Jahre mittel..... > 2 Jahre und < 15 m Höhe alt..... > 15 m Höhe bis 2/3 der Bestandeshöhe
Lückengröße („extended“) (begrenzt durch die Stämme der umgebenden Bäume)	Angabe des Durchmessers: < 10 m, 11-30 m, > 30 m

Deckungsgrad der Vegetation

Deckungsgrad von Sträuchern, Zwergsträuchern, Rubus-Arten, Kräutern, Farnen (inkl. Bärlapp) und Gräsern im Probekreis (R = 10m) in 10%-Schritten. Die verschiedenen Vegetationsklassen müssen zusammen nicht 100% ergeben. Von Sträuchern, Zwergsträuchern und Rubus-Arten wird außerdem die durchschnittliche Höhe in cm angegeben.

Probefläche Verjüngungstreifen (2 Transekte)

2 Diagonalen mit 1 m Breite, 10 m Länge durch den Probekreis mit R = 10 m, eine in der Fallinie (Exposition), eine parallel zu den Schichtenlinien. Untersucht werden alle Bäume deren Schaft innerhalb der Probestreifen liegt.

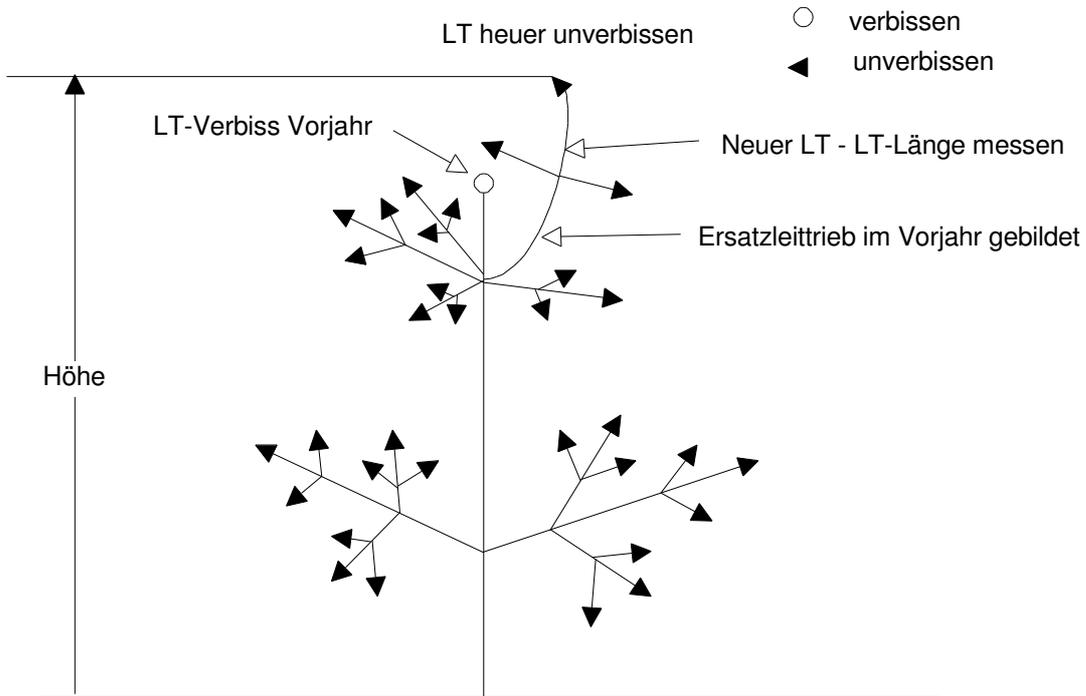
Totholz stehend wird erhoben wie ein lebender Baum (in der Winkelzählprobe), Totholz **liegend** wird, wenn es die Maßbänder des Verjüngungstransektes schneidet, nach den Abbauklassen nach Maser et al. (1979) unterschieden (s. Seite 9) und die jeweilige Anzahl an Totholz-Stämmen in die Liste eingetragen.

Probefläche Verjüngungstreifen (2 Transekte)

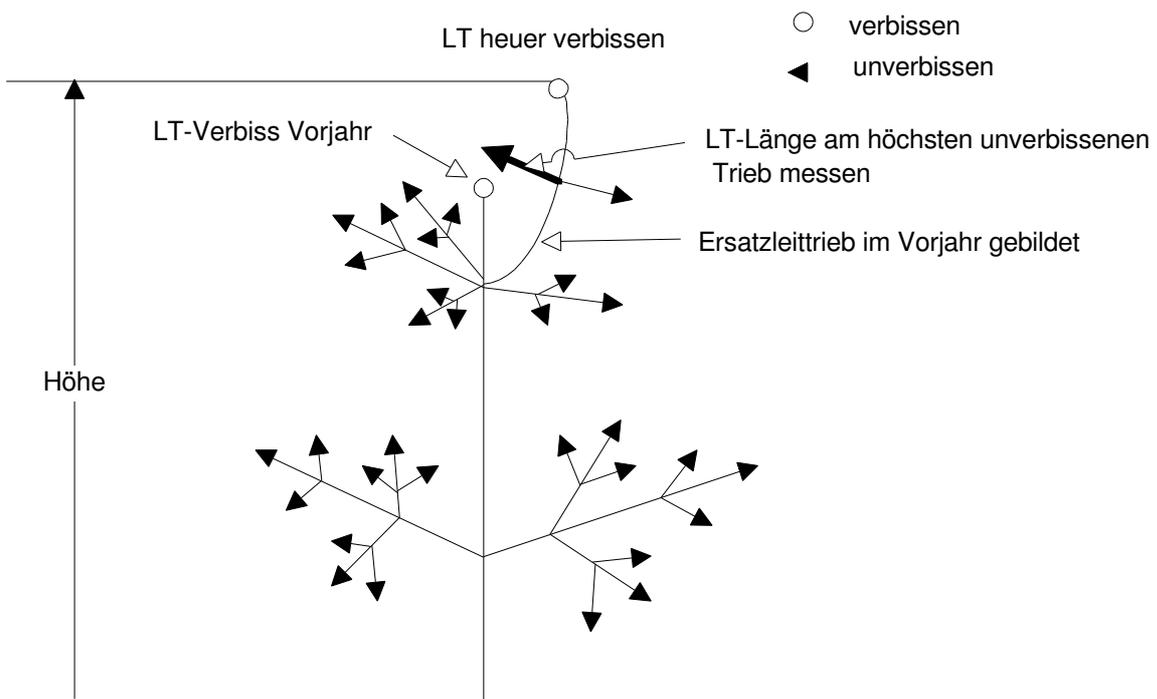
Baumjungwuchs (ausser Keimlingen)

Baumart	
Höhe in cm	Messung der max. lotrechten Höhe; Angabe in cm. (inkl. des im Erhebungsjahr gebildeten Terminaltriebes !!!). <u>Höhe grün</u> : Max. lotrechte Höhe von der Stammoberseite her bis zum höchsten noch grünen Trieb (egal ob verbissen oder nicht). <u>Höhe wipfeldürr</u> : Falls eine Pflanze wipfeldürr ist, wird diese Höhe in Klammer gesetzt.
Leittriebverbiss frisch	0 = nicht verbissen, 1 = verbissen Verbiss des Leittriebes der in der Vegetationsperiode des Erhebungsjahres gebildet wurde.
Leittriebverbiss vorj.	0 = nicht verbissen, 1 = verbissen Verbiss des in der vorhergehenden Vegetationsperiode gebildeten und (mutmaßlich) als Leittrieb angesprochenen Triebes.
Seitentriebverbiss	0 = kein Verbiss 1 = ! bis 10 % der Seitentriebe verbissen 2 = 11 bis 20 % der Seitentriebe verbissen Beurteilung lediglich des letztjährigen (im Jahr vor der Erhebung gebildet), ein volles Jahr dem Äser des Wildes ausgesetzten Triebjahrganges, wobei nur das oberste Drittel der Baumkrone berücksichtigt wird.
Verbiss-Verursacher	Beurteilung, ob der Verbiss hauptsächlich von Huftieren (Rot-, Reh-, Gamswild) oder von Mäusen bzw. Hasen stammt oder von beiden Gruppen oder ob der Verursacher nicht eindeutig erkennbar ist.
Fegeschaden frisch	0=nein 1=ja
Sonstige Schäden (Mehrfachangaben möglich)	0 = keine 5 = Pilz (Sirococcus) 1 = Insekten 6 = Sonstige 2 = Vertritt 7 = Wipfeldürr 3 = Frost 8 = Rüsselkäfer 4 = Zwieselbildung
Krone - Ummantelung	1 – solitär stehend (Äste sind frei) 2 – teilweise ummantelt (bis 1/4 des Umfangs) 3 – ummantelt (1/4 bis 4/4 des Umfangs)
Krone - Konkurrenz	Krone des Bäumchens bedrängt 1.....ja 0.....nein
Kollerbusch	0=nein 1=ja

Fall 1: LT im Vorjahr verbissen - "Ersatzleittrieb" vorhanden - heuer gebildeter LT unverbissen



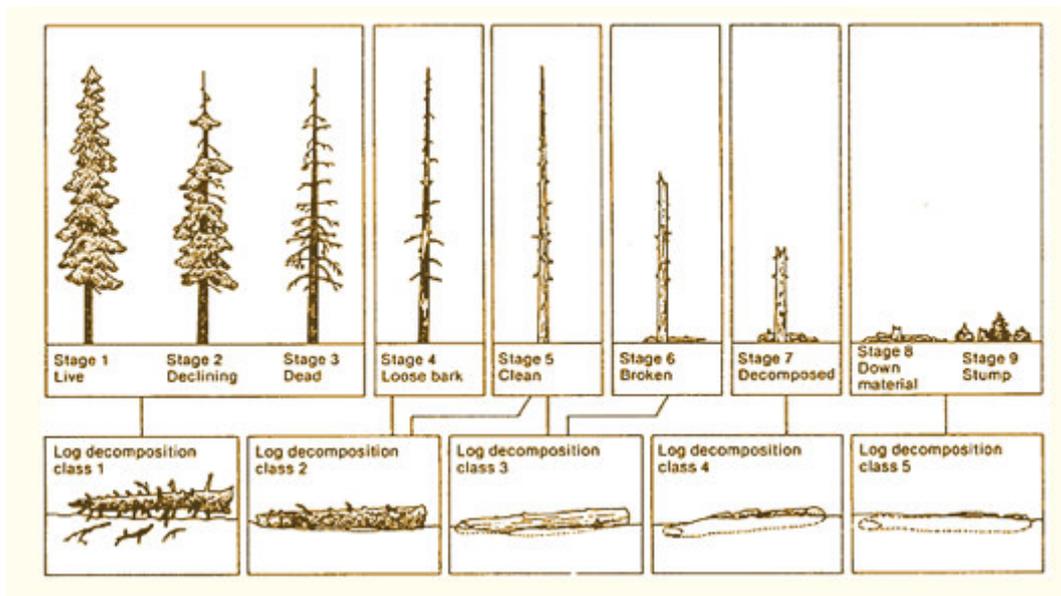
Fall 2: LT im Vorjahr und heuer verbissen



Winkelzählprobe

Bestand: Am Probepunkt wird eine WZP mit Zählerfaktor 4 durchgeführt. Von allen Bäumen mit BHD > 10 cm, die in die WZP fallen (Grenzbaumkontrolle durchführen) werden Art, BHD, und Verrottungsgrad (Maser et al. 1979) erhoben.

Baumart	
lebend	0..... nein, 1..... ja
BHD	Maßband, auf mm bis r=10 m Kluppschwelle 10 cm
Verrottungsgrad (Angabe auch nach Maser, siehe Tafel)	1.....Baum lebt (2.....absterbend) 3.....frisch tot 4.....lose Rinde 5.....ohne Rinde 6.....zerbrochen 7.....überwiegend zersetzt
Schälung Sommer	0.....keine 1.....vorhanden
Schälung Winter	0.....keine 1.....vorhanden



(Maser et al. 1979)