Anton Carli

Der Urwald Rothwald als Leitbild für Bestandesumwandlungen

in der Fichten-Tannen-Buchenwaldstufe im Nationalpark Gesäuse









Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH November 2007





Mag. Anton Carli

Der Urwald Rothwald als Leitbild für Bestandesumwandlungen in der Fichten-Tannen-Buchenwaldstufe im Nationalpark Gesäuse

Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH Fachbereich Naturschutz und Naturraum

Bearbeitungszeitraum: Juli bis November 2007

1 Stetigkeitstabelle,7 weitere Tabellen,34 Abbildungen

Vasoldsberg, 22.11.2007

Titelbildgestaltung: DI Thomas Zimmermann

INHALTSVERZEICHNIS

1	Eı	NLEITUNG	3
2	Gı	ROBRÄUMLICHE VERGLEICHBARKEIT VON ROTHWALD UND GESÄUSE	4
	2.1	Geographische Lage und Landschaftsraum	4
	2.2	Klima	
	2.3	Geologie	8
	2.4	Böden	8
	2.5	Natürlichkeit des Rothwaldes	.10
3	Mı	ETHODIK	11
4	Zι	JM NORDOSTALPINEN FICHTEN-TANNEN-BUCHENWALD	12
5		E STANDORTSEINHEITEN IM ROTHWALD NACH ZUKRIGL 1961 UND IHRE	14
	5.1	Buchen-Tannen-Fichtenwald auf sehr frischer Terra fusca mit Wasserstautendenz Komplex mit Blockfluren (Kessellage)	
	5.2	Buchen-Tannen-Fichtenwald auf frischen Terra fusca-Kolluvien untergeordnet Rendsinen (Hänge)	.16
	5.3	Hochlagen-Buchen-Tannen-Fichtenwald auf frischen Terra fusca-Kolluvien und Humusböden	.16
	5.4	Sickerfeuchte Standorte im Buchen-Tannen-Fichten-Wald	.18
	5.5	Bergahorn-Schuttkegel	.19
	5.6	Süßwasser-Nassgallen im Buchen-Tannen-Fichtenwald	.19
	5.7	Kalkfels-Fichtenwald	.20
	5.8	Block-Fichtenwald	.21
6		RUKTUR UND VEGETATION IN URWALD UND WIRTSCHAFTSWALD DER DROSTALPINEN KALK-FI-TA-BUCHENWALDSTANDORTE	22
	6.1	Waldentwicklungsphasen im Urwald Rothwald unter besonderer Berücksichtigung der Stammzahlen	.22
	6.2	Zu den Baumarten	.28
	6.3	Weiteres zu Bestandesstruktur und Verjüngung im Fi-Ta-Buchen-Urwald	.30
	6.4 6.4 6.4 6.4 6.4	.2 Helligkeit	. 34 . 34 . 34 . 34
	6.5	Roden	35

	6.6	Stammzahlvergleich Urwald-Wirtschaftswald	35
	6.7	Vegetation	38
	6.8	Zur Kadaververjüngung im Urwald Rothwald (nach JÄGER 2003)	38
	6.9	Erfahrungen mit Kalamitäten im Urwald Rothwald im Vergleich zu den umliegende Wirtschaftswäldern	
7	Αι	JSBLICK	43
8	Lin	TERATURVERZEICHNIS	44
9	A۱	NHANG	46

1 EINLEITUNG

Die Aufgabe für das Waldmanagement im jungen Nationalpark Gesäuse ist es, die über weite Strecken forstwirtschaftlich überprägten Bestände wieder an die potenziell natürlichen Waldgesellschaften heranzuführen. Aufgrund der flächendeckend intensiven Forstwirtschaft der letzten Jahrhunderte in ganz Mitteleuropa sind "Vorbildbestände", im Sinne von Wäldern im natürlichen Urzustand, nur mehr in wenigen, kleinen Restbeständen vorzufinden. Dass der Urwald Rothwald, der nach Zukrigl et al. 1963 sowie Leibundgut 1993 den größte Uwaldrest der Ostalpen bzw. Mitteleuropas darstellt, nur knapp 40 km vom Nationalpark Gesäuse entfernt liegt, ist somit als Glücksfall zu werten! Umsomehr als Gesäuse und Rothwald auch hinsichtlich Geologie und Klimaraum eine hohe Vergleichbarkeit aufweisen. Der Urwaldbereich des Rothwaldes fällt jedoch nur in den Seehöhenbereich 940 bis 1480 m, sodass er vorrangig die obere Stufe der Fichten-Tannen-Buchenwaldtypen der nördlichen Kalkalpen repräsentiert. Für die tiefergelegenen Waldgesellschaften (u.a. Buchenwälder der unteren Buchenstufe, Kiefernwaldtypen) sowie die subalpinen Waldtypen (subalpine Fichtenwälder, Lärchen-Zirbenwälder) können keine unmittelbaren Vergleiche gezogen werden.

Forstliche Standortserkundungen liegen sowohl für den Urwald Rothwald (ZUKRIGL 1961, ZUKRIGL et al. 1963) als auch für die Gesäusewälder vor (CARLI 2007). Die genannten Arbeiten erlauben einen differenzierten Vergleich der Standorts- und Bestandesverhältnisse.

Desweiteren werden in vorliegender Arbeit anhand mehrerer Untersuchungen aus dem Urwald Rothwald die bestandesökologischen Unterschiede von Urwald und Wirtschaftswald für den Typ des nordostalpinen Kalk-Fichten-Tannen-Buchenwaldes herausgearbeitet.

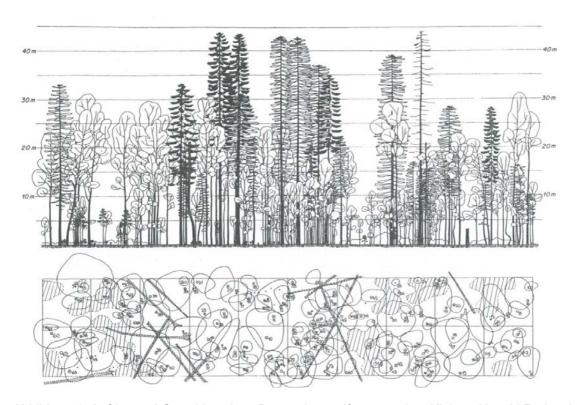


Abbildung 1: Aufriss und Grundriss eines Bestandesstreifens aus dem Kleinen Urwald Rothwald. Aus ZUKRIGL et al. 1963.

2 GROßRÄUMLICHE VERGLEICHBARKEIT VON ROTHWALD UND GESÄUSE

2.1 Geographische Lage und Landschaftsraum

Der Urwald Rothwald befindet sich nur knapp 40 km nordöstlich des Nationalparks Gesäuse auf dem Südostabhang des Dürrenstein (Niederösterreich) und ist somit ebenfalls Teil der Nördlichen Kalkalpen. Die geologische sowie klimatische Ähnlichkeit zum Nationalpark Gesäuse kommt zunächst in der Zuordnung zum gleichen Wuchsgebiet nach KILIAN et al. 1994, nämlich den "Nördlichen Randalpen – Ostteil", zum Ausdruck.

Als größter landschaftsräumlicher Unterschied sind die höheren Gipfel der Gesäuseberge (bis 2370 m – Hochtor) gegenüber dem Dürrensteinmassiv (Dürrenstein 1878 m) zu nennen. Zu den klimatischen Auswirkungen der randalpineren Lage des Rothwaldes gibt Kap. 2.2Auskunft.

Der Rothwald nimmt einen ausgedehnten Talkessel in SO-Exposition am Abhang des Dürrenstein ein. Den Urwaldanteil innerhalb des Rothwaldes stellen zwei, durch den tief eingeschnittenen Moderbach sowie einen schmalen Streifen Wirtschaftswald getrennte, Gebiete: der "Kleine Urwald" und der "Große Urwald". Der Kleine Urwald weist eine Fläche von rund 50 ha auf und befindet sich in einer Kessellage über den sogenannten Langböden. Der Bereich ist mehr oder weniger eben und liegt in rund 1000 m Seehöhe. Der Große Urwald umfasst 220 ha (etwas mehr mit Lawinenstreifen) und erstreckt sich von 940 m bis ca. 1480 m Seehöhe. Seine unteren Bereiche liegen ebenfalls in Kessellage. Nach oben hin wird er von zunehmend steilen, SW- bis SO-exponierten, tw. von Felsstürzen durchsetzten Hängen eingenommen.

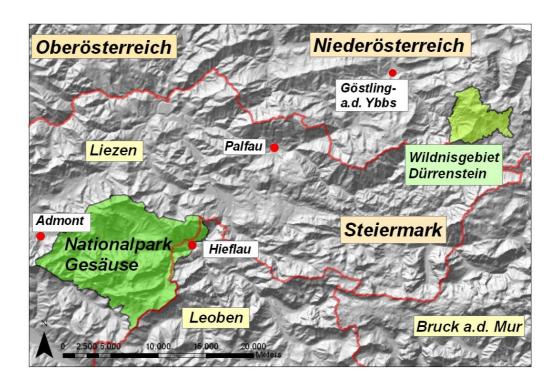


Abbildung 2: Übersicht über die geographische Lage der im Text behandelten Gebiete. Der Urwald Rothwald ist Teil des Wildnisgebiet Dürrenstein.

2.2 Klima

Großklimatisch ist der Rothwald, wie auch das Gesäuse, dem Alpen-Nordstaugebiet zuzurechnen. Charakteristisch sind grundsätzlich hohe Niederschläge. Die Sommer sind vergleichsweise kühl und feucht, die Winter nicht zu streng und schneereich.

Die dem Rothwald am besten entsprechende Klimastation mit langjährigen Meßreihen ist nach Zukrigl 1961: 19 die Station Neuhaus am Zellerrain in 1002 m Seehöhe.

Wakonigg 1978 schließt bei seiner Gliederung der steirischen Klimalandschaften die Station Neuhaus am Zellerrain dem Typus "Berglandstufe der Nördlichen Kalkalpen" an. Diesem Klimatypus ist auch die Gesäuseregion oberhalb 700/900 m zugeordnet. Dieser Umstand spricht für eine gute Vergleichbarkeit von Nationalpark und Urwald.

	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Niederschläge in mm/m²	142	152	141	128	148	162	188	186	121	137	119	121	1745
Temperaturen in °C	-5,6	-4,3	-0,9	2,9	8,0	11,5	13,4	12,5	9,2	4,5	-0,5	-4,2	3,9

Tabelle 1: Monats- und Jahresmittelwerte für Temperatur und Niederschlag für die Station Neuhaus am Zellerrain (1002 m Seehöhe) für den Zeitraum 1901-1950.

Folgende Normalwerte wurden für die Langböden errechnet:

	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Niederschläge in mm/m²	200	169	162	178	198	224	274	246	190	158	145	176	2320
Temperaturen in °C	-4,7	-3,6	-0,9	2,1	7,1	10,6	12,8	11,5	8,3	3,9	0,1	-2,4	3,7

Tabelle 2: Monats- und Jahresmittelwerte für Temperatur und Niederschlag für die Langböden (ca. 1000 m Seehöhe); von ROLLER nach Beobachtungen in den Jahren 1943-45 errechnete Normalwerte für die Periode 1901-1950. (Werte entnommen aus ZUKRIGL et al. 1963.)

Für die mittel- und hochmontane Stufe im Gesäuse existieren keine langjährigen Klima-Messreihen. Thum 1978 gibt hinsichtlich Jahresniederschlag folgende Richtwerte für die Ennstaler Alpen, denen das Gesäuse angehört, an:

600 m Seehöhe 1500 mm Jahresniederschlag

• 1200 m Seehöhe 1800 – 2000 mm Jahresniederschlag

2000 m Seehöhe 2500 mm Jahresniederschlag

Der Jahresniederschlag der Station Zellerrain fügt sich demnach gut in Thum's Schema ein, die errechneten Normalwerte der Langböden liegen dagegen höher. Grundsätzlich ist hierzu zu sagen, dass bereits das Gesäuse durch die Lage im Nordstau hohe Niederschläge erhält. Aufgrund der randalpineren Lage des Rothwaldes sind dort nochmals höhere Niederschläge jedoch plausibel. FRIEDRICH 1950 beschreibt, dass beträchtliche Niederschlagsmengen über den Dürrnsteinkamm auf dessen Leeseite (Rothwaldgebiet) geweht werden. In Summe sind also für den Rothwald wohl höhere Niederschläge als in durchschnittlichen Lagen der Gesäuseberge anzunehmen. Thum 1978 verweist jedoch darauf, dass auch im Gesäuse lokale Staulagen als Niederschlagszentren vorkommen (u.a. Buchsteinmassiv, Tamischbach).

Um einen Überblick über die Temperaturverhältnisse in den Bearbeitungsgebieten in Abhängigkeit von der Höhenstufe zu erhalten, sind die von FRIEDRICH 1950 veröffentlichten Richtwerte für die Einzugsgebiete von Enns und Salza dienlich. Die Salza ist grundsätzlich ebenfalls Zubringer der Enns. Ihr Einzugsgebiet wurde von FRIEDRICH jedoch getrennt charakterisiert. Betrachtet man die Landkarte ist zu erkennen, dass die Enns-Richtwerte ca. das Gebiet westlich von Hieflau beschreiben, während die Salza-Richtwerte eher den steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen östlich von Hieflau zuzuordnen sind. Dementsprechend sollten für den Nationalpark Gesäuse die Enns-Richtwerte treffender sein, für den Rothwald die Salza-Richtwerte. Grundsätzlich sind die Richtwerte aber natürlich immer regionalen Schwankungen unterworfenen. Hierzu bemerkt FRIEDRICH 1950, dass im mittleren Ennstal, dem der Gesäuseabschnitt zuzurechnen ist, Sommer und Herbst etwas kühlere Verhältnisse aufweisen.

Höhenstufe	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
900 m	-4,4	-3,3	0,9	5,0	10,2	13,2	14,8	14,1	11,0	6,2	0,6	-3,3	5,4
1200 m	-5,3	-4,3	-0,8	3,0	8,1	11,2	13,2	12,5	9,6	5,0	-0,4	-4,2	4,0
1500 m	-6,2	-5,4	-2,3	1,4	6,2	9,4	11,5	11,2	8,2	3,9	-1,3	-4,8	2,7

Tabelle 3: Richtwerte für Mitteltemperaturen nach Höhenstufen für das Einzugsgebiet der Enns (ohne Salza) nach FRIEDRICH 1950.

Höhenstufe	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
800 m	-3,3	-2,2	1,4	5,2	10,3	13,4	15,2	14,4	11,3	6,7	1,3	-2,2	6,0
1000 m	-3,9	-3,0	0,2	4,0	9,1	12,1	13,9	13,2	10,2	5,7	0,5	-2,8	4,9
1500 m	-6,0	-4,8	-2,4	0,8	6,0	9,0	11,0	10,5	7,6	3,5	-1,4	-4,1	2,5

Tabelle 4: Richtwerte für Mitteltemperaturen nach Höhenstufen für das Einzugsgebiet der Salza nach FRIEDRICH 1950.

Die folgende Abbildung zeigt zunächst die Richtwerte aus 1000 m Seehöhe des Salzaeinzugsgebietes. Für das Ennseinzugsgebiet wurden die Werte für 900 bzw. 1200 m Seehöhe auf 1000 m relativ interpoliert. Weiters sind die Temperaturmittelwerte der Station Neuhaus am Zellerrain, sowie die ebenfalls oben aufgelisteten Richtwerte nach ROLLER für die Langböden dargestellt.

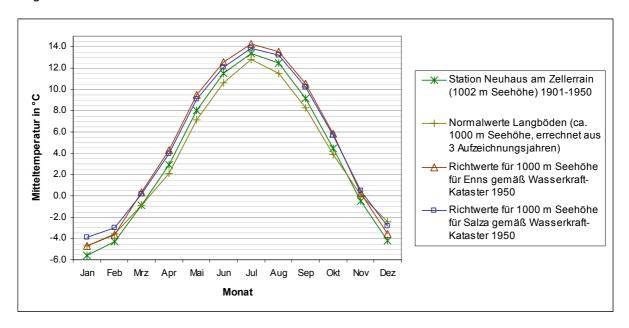


Abbildung 3: Monats-Mitteltemperaturen der Station Neuhaus am Zellerrain (unweit des Rothwaldes) sowie aus Aufzeichungen der Jahre 1943-45 errechnete Normalwerte für die Langböden (tiefste Lagen im Urwald Rothwald). Weiters Richtwerte für die Einzugsgebiete von Enns und Salza gemäß Österreichischem Wasserkraft-Kataster von 1950.

Aus Abbildung 3 geht eine hohe Ähnlichkeit des Jahresverlaufs für alle Richtwert- bzw. Messwertkurven hervor. Die Richtwerte-Kurven weisen weitgehend etwas höhere Werte auf als die Messwerte der Station Neuhaus bzw. die Normalwerte von den Langböden, wobei die Differenzen vor allem im Sommerhalbjahr (um 2°C) ausgeprägt sind. Hinsichtlich der gemittelten Jahrestemperatur liegen die Richtwerte von FRIEDRICH 1950 um ca. 1°C höher als die Messwerte von Neuhaus bzw. die Normalwerte der Langböden. Dieser Umstand spricht für eine gewisse lokale Temperaturabsenkung im Rothwaldgebiet im Leebereich des Dürrenstein, die sich auch pflanzensoziologisch ausdrückt (siehe 5). Für die Langböden fällt eine erhöhte Ozeanität Sommertemperaturmittel, vergleichsweise hohe Wintertemperaturmittel).

2.3 Geologie

Die dominierenden geologischen Einheiten im Rothwald sind Dachsteinkalk und Hauptdolomit (beide Trias). Der Dachsteinkalk lagert hierbei dem Hauptdolomit auf. Es ist also eine ähnliche Situation wie im Gesäuse gegeben, wo Dachsteinkalk über Ramsaudolomit die Hauptgebirgsbildner sind. Zukrigl 1961: 34 verweist jedoch darauf, dass der Hauptdolomit im Rothwald aufgrund starker Überrollungen durch Dachsteinkalk kaum standortsprägend wird. Eine tragendere Rolle geht aus Zukrigl 1961: 35 für den Dachsteindolomit hervor. Nach Skizzen von Ruttner, geht der Dachsteinkalk in den unteren Lagen des Urwaldes in dolomitisierten Dachsteinkalk und Dachsteindolomit über.

Hierlatzkalke und Liasfleckenmergel stellen Jura-Ablagerungen im Rothwald dar. Wie im Gesäuse (Liasfleckenmergel kommen dort nach Ampferer 1935 ebenfalls vor) bilden sich über den Jura-Einheiten tiefgründige, tonige und teils rot gefärbte Ortsfarbböden aus.

Die Verebnungsfläche der Langböden im Kesselboden des Urwaldbereichs wird von Würmmoränen eingenommen. Auch hier zeigt sich demnach eine Parallele zum Gesäuse, wo würmeiszeitliche Moränen ebenfalls in vielen Bereichen anzutreffen sind. Als charakteristische Moränenausbildung im Rothwald geht aus Zukrigl 1961 eine gemischte Ablagerung großer Kalkblöcke und bindiger Lehmlagen hervor. So entsteht im Talkessel eine Mosaikstandortseinheit aus tiefgründigen, schweren Bodenpartien und Gesteinsblöcken.

2.4 Böden

Infolge der geologisch und klimatisch ähnlichen Gegebenheiten in Rothwald und der oberen Buchenstufe im Gesäuse sind die gleichen Bodentypen anzutreffen. Aufgrund der nomenklatorischen Veränderungen in der Bodensystematik werden jedoch in Zukrigl 1961 bzw. Zukrigl et al. 1963 und Carli 2007 unterschiedliche Bezeichnungen verwendet. Daher ist zunächst eine Übersicht der vorkommenden Bodentypen mit alter und neuer Nomenklaturbezeichnung dargestellt:

Bezeichnug in Zukrigl 1961 bzw. Zukrigl et al. 1963	Bezeichnung in Carli 2007 nach Nestroy et al. 2000 ("Systematische Gliederung der Böden Österreichs")					
Terra fusca (Typische Terra fusca), Kalksteinbraunlehm	Kalkbraunlehm					
Gebleichte Terra fusca, Terra fusca mit Tagwasservergleyung: scharf ausgeprägter Bleichhorizont	Haftnässe-Pseudogley					
Terra fusca mit Tagwasservergleyung: auf größere Tiefe und unregelmäßig marmoriert	Pseudovergleyter Kalkbraunlehm					
Terra fusca mit Rotlehmmaterial, Kalksteinrotlehm	Kalkrotlehm					
Rendsina	Rendzina					
Mischböden (Pseudopararendsina, Braune Rendsina)	Kalklehm-Rendzina					
Alpenhumusböden	Pech-Rendzina					

Tabelle 5: Vergleich der Bodennomenklatur in den ausgewerteten Arbeiten.

Typische Terra fusca/Kalkbraunlehm ist der Bodentyp, der sich über lehmigen nicht zu staunassen Bodenpartien in den kalkalpinen Untersuchungsgebieten ausbildet. Im Gesäuse konnte einem Kalkbraunlehm-Typus aus schwerem und carbonatfreiem Lehm über Dachsteinkalk ein Typus leichterer Bodenart (mit Carbonatgehalt auch im Feinboden) über Dolomitgrus gegenübergestellt werden. Dieser zweite Typus entsteht über den Dolomitschutthalden des Ramsaudolomit bei ausreichender Bodenbildung und ist vor allem in der unteren Buchenstufe weit verbreitet. Im Rothwald fehlt dieser zweite Typ, es kommen ausschließlich bindige, entkalkte Kalkbraunlehme vor. Zukriglicht Mächtigkeiten von 20 bis 50 cm als typisch für die Kalkbraunlehme im Rothwald an.

Aufgrund ihrer Schwere besteht eine generelle Neigung der Terra fusca-Böden im Rothwald zu Tagwasserstau, der je nach Lage im Geländerelief unterschiedliche Intensität erreicht. Große Bedeutung erlangt die **Gebleichte Terra fusca/Haftnässe-Pseudogley**. Der Bodentyp ist grundsätzlich kennzeichnend für niederschlagsreiche Gebiete. An die humosen Horizonte schließt hier ein, infolge intensivem Tagwasserstau nassgebleichter, Horizont an. Nach der neueren Auffassung werden solche (oft sehr markante) Nassbleichungen nicht mehr als Podsolierungen bezeichnet, da die Bleichung weitestgehend durch die Eisenreduktion verursacht wird und keine ursächliche Folge der Nährstoffauswaschung darstellt. Die Bezeichnung Podsolierung i.e.S. wird heute demnach nur mehr für extrem arme, sandige Böden vergeben (mündliche Mitteilung BOHNER bzw. ENGLISCH). Hydrologisch bedingte Basenauswaschung in Horizonten des Oberbodens sowie Anreicherung im Unterboden ist bei den bindigen Böden beider Untersuchungsgebiete jedoch die Regel. Interessant ist, dass ZUKRIGL 1961: 171 hierzu für den Rothwald festhält: "In keinem Fall sind die Anreicherungshorizonte ortartig verfestigt." Auch dieser Umstand spricht gegen die Anwendung des Begriffs Podsolierung im strengen Sinne.

Kalksteinrotlehm/Kalkrotlehm wurde von ZUKRIGL 1961 aus dem Dürrensteingebiet über Hierlatzkalk beschrieben, spielt im Urwaldgebiet jedoch keine Rolle.

Rendsinen/Rendzinen i.e.S. (Humusböden über Carbonatgestein, AC-Böden) treten kleinräumig im Mosaik mit anderen Bodentypen oder über steileren Hangstellen auf.

Unter **Alpenhumusböden/Pech-Rendzinen** sind Böden aus fast ausschließlich organischer Substanz über Blockwerk und besonders felsigen Geländesituationen zu verstehen. Der Unterschied

zur Rendzina i.e.S. liegt also im weitestgehenden Fehlen mineralischer Feinbodenanteile. Pech-Rendzinen sind zum Beispiel charakteristisch für Blockwälder.

Bei geringer Beimengung bindigen Lehms über carbonatischem Untergrund vergibt ZUKRIGL 1961 die Bezeichnung **Mischböden** und beschreibt damit genau die Situation, die heute als **Kalklehm-Rendzina** bezeichnet wird. Die Kalklehm-Rendzina steht in ihren Bodeneigenschaften naturgemäß zwischen Rendzina i.e.S. und Kalkbraunlehm.

2.5 Natürlichkeit des Rothwaldes

Die historischen Verhältnnisse des Rothwaldgebiets sind ebenfalls in Zukrigl 1961 nachzulesen. In jedem Fall kommt Zukrigl 1961: 11 zu dem Schluss: "Auf Grund der historischen Angaben können wir mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß es sich beim Rothwald um einen primären Urwald handelt, der nie genutzt worden ist."

Dies gilt jedoch nur für die Fi-Ta-Buchenwaldstufe. Für den Bereich der Waldgrenze beschreibt ZUKRIGL eine historische Weidebeeinflussung sowie eine künstliche Senkung der Waldgrenze durch die Almwirtschaft.

Als problematisch stellt bereits Zukrigl 1961 das Problem der Wildüberhege dar. Überhöhte Wildstände führten zu einem Rückgang der Tanne in Verjüngung und Unterschicht. Zukrigl 1961 gibt für die 1950er-Jahre vor allem hohe Rotwild- und Gemsenbestände an, während er für Rehwild nur verhältnismäßig geringes Vorkommen schildert. Eine Verringerung der winterlichen Auslese infolge von Überhege sowie das Verschwinden von Raubtieren werden als Grund für die unnatürlich hohen Hufwildbestände genannt. Um 1880 wurde nach Splechtna 1994 mit intensiver Rotwildfütterung begonnen. Auch Neumann 1978 sowie Schrempf 1986 schildern die Verunmöglichung des Nachwachsens von Tanne ins Unterholz durch übernatürlich hohen Verbissdruck als zentrales Problem der Walderneuerung im Urwald Rothwald. Aus Jäger 2003 geht hervor, dass sich die Situation auch Ende der Neunziger Jahre noch nicht entscheidend verbessert hat.

3 METHODIK

Bei der Benennung der Standortseinheiten des Urwaldes Rothwald wurden die Originalnamen aus ZUKRIGL 1961 bzw. ZUKRIGL et al. 1963 übernommen. In genannten Arbeiten wird die Bezeichnung "Buchen-Tannen-Fichtenwald" verwendet. Allgemein hat sich inzwischen jedoch der Begriff "Fichten-Tannen-Buchenwald" durchgesetzt, der auch in vorliegender Arbeit abseits der ZUKRIGL'schen Originalbezeichnungen Anwendung findet.

Teil vorliegender Arbeit ist auch eine pflanzensoziologische Tabelle (im Anhang), die sich aus Vegetationsaufnahmen (im Sinne von BRAUN-BLANQUET) aus dem Urwald Rothwald sowie aus dem Nationalpark Gesäuse zusammensetzt. Die Tabelle bietet somit einen unmittelbaren floristischen Vergleich der standörtlich entsprechenden Waldgesellschaften.

Die Vegetationsaufnahmen aus dem Rothwald stammen von ZUKRIGL 1961. Den Aufnahmenummern ist zur Unterscheidung von den Gesäuse-Aufnahmen jeweils ein "Z" vorangestellt. Weiters sind sie zur leichteren Erkennbarkeit hellgrau unterlegt. Die Vegetationsaufnahmen aus dem Gesäuse sind Thum 1978 sowie Carli 2007 entnommen. Entsprechend sind die Aufnahmenummern mit "T" und "C" gekennzeichnet.

Zur Berechnung der gemittelten Zeigerwerte wurden ausschließlich die Farn- und Samenpflanzen herangezogen. Die Berechnung erfolgte ungewichtet. Die Moose wurden von Zukrigl nicht für alle Aufnahmen erhoben. Einige besonders häufige Moose sind in der Vegetationstabelle dennoch angeführt. (Für welche Aufnahmen keine Moose erhoben wurden ist daran ersichtlich, dass in der entsprechenden Spalte in den Moos-Zeilen Leerzeichen auftreten. Ein Punkt signalisiert, dass Moose in der Fläche erhoben wurden, die entsprechende Art aber nicht auftrat.)

Die Fotos in vorliegender Arbeit wurden im Rahmen einer Begehung des Rothwaldgebietes im August 2007 aufgenommen.

4 ZUM NORDOSTALPINEN FICHTEN-TANNEN-BUCHENWALD

Der Fichten-Tannen-Buchenwald in mittel- bis hochmontaner Ausprägung ist, wie bereits erwähnt, die zentrale Waldgesellschaft im Urwald Rothwald. Nur an Sonderstandorten sowie an der Waldgrenze wird er von anderen Waldtypen (Bergahorn-Schuttkegel, Block-Fichtenwald, Kalkfels-Fichtenwald) ersetzt.

Die standortsbedingt unterschiedlichen Gesellschaftsausbildungen sind gemäß der synsystematischen Bearbeitung der südmitteleuropäischen Buchenwälder von WILLNER 2001 durchgehend dem Unterverband Lonicero alpigenae-Fagenion zuzuordnen. (In der Buchenwaldeinteilung über das gesamte Vorkommensgebiet der Buche von DIERSCHKE et BOHN 2004 wird das Lonicero alpigenae-Fagetum auf Verbandsebene geführt und folgend charakterisiert: "Relativ artenreiche mitteleuropäische Buchenwälder am Alpen-Nord- und –Ostrand".)

WILLNER I.c. unterteilt das Lonicero alpigenae-Fagenion in drei Assoziationsgruppen. Weiters hat WILLNER die Rothwaldaufnahmen von ZUKRIGL in die umfangreiche TWINSPAN-Klassifikation (Basis der Gesellschaftseinteilung der Buchenwälder Österreichs, 5815 Vegetationsaufnahmen) einbezogen, die die Grundlage seiner syntaxonomischen Arbeit darstellt. Aus dem Anhang der Buchenwaldeinteilung ist ersichtlich auf welche Gesellschaften sich die Vegetationsaufnahmen aus dem Rothwald aufteilen. Alle drei Assoziationsgruppen sind mit je einer Assoziation im Aufnahmematerial vertreten:

Assoziationsgruppe	Assoziation
Ass.gr. der mittelmontanen Humuskarbonatböden	Adenostylo glabrae-Fagetum
Ass.gr. der mittelmontanen tonreichen Böden	Cardamine trifoliae-Fagetum
Hochmontane (subalpine) Ass.gr.	Saxifrago rotundifoliae-Fagetum

Tabelle 6: Buchenwald-Gesellschaften im Rothwald nach der Einteilung von WILLNER 2001.

Die drei Gesellschaften stellen auch die zentralen Waldgesellschaften im Nationalpark Gesäuse dar. WILLNER I.c. hat auch die Vegetationsaufnahmen von Thum 1978 aus den Ennstaler Alpen - ca. 1/3 der Aufnahmen stammen aus dem Nationalparkgebiet - in die TWINSPAN-Sortierung einbezogen. Auch diese Aufnahmen teilen sich auf die drei genannten Fagetum-Gesellschaften auf. (Wieder dem Anhang der WILLNER'schen Dissertation zu entnehmen.) In diesem Sachverhalt liegt ein weiteres Indiz für die gute Vergleichbarkeit von Rothwald und Gesäusebergen zumindest für den überlappenden Höhenbereich.

Das Adenostylo glabrae-Fagetum besiedelt Hangschutt-Standorte und stellt die trockenste der drei Buchenwaldgesellschaften dar. Charakteristisch sind neben Kalkzeigern auch Säurezeiger, die aufgrund ungünstiger Moderhumusformen hinzutreten. Das anspruchsvollere Cardamine trifoliae-Fagetum nimmt Standorte mit lehmigem entkalktem Bodensolum ein. Der carbonatische Einfluss des unterlagernden Gesteins ermöglicht das Auftreten von Kalkzeigern. Das Saxifrago rotundifoliae-Fagetum ist gekennzeichnet durch das Hinzutreten von typisch hochmontanen Arten.

Wie erwähnt, handelt es sich bei allen drei Gesellschaftsausbildungen um Fichten-Tannen-Buchenwälder. Trotz teilweise sehr deutlicher Unterschiede in Kraut- und Moosschicht bleiben die Hauptbaumarten also dieselben. Hinsichtlich der Anteile innerhalb der drei Hauptbaumarten sind

jedoch Verschiebungen nach edaphischen und lokalklimatischen Faktoren gegeben. Hohe Luftfeuchtigkeit fördert v.a. die Buche aber auch die Tanne. Die Beimischung von Bergahorn und Bergulme steigt mit besserer Wasser- und Nährstoffversorgung. Über tagwasservergleyten Böden tritt die Tanne besonders hervor, Fichte wird durch blockige Verhältnisse gefördert.

Das typische Waldbild im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald der nördlichen Kalkalpen wird von Zukrigl 1961 folgendermaßen umrissen: Die Buche überwiegt hinsichtlich der Stammzahl, wird jedoch in der Höhe von Tanne und Fichte weit überragt. Der Bestandesaufbau ist durch stark wechselnden Vertikalschluss gekennzeichnet (Gezackte Wipfellinie). Die Stammzahlen von Tanne und Fichte erreichen typischer Weise ähnlich hohe Werte. Diese hohe Fichtenbeimischung im montanen Buchenwaldtyp ist nach MAYER 1974 jedoch nur für die Ostalpen typisch. In westalpinen Einheiten tritt Fichte besonders stark zurück und kann sogar fehlen. Tanne und Fichte scheiden meist durch Windwurf aus dem Leben. Buche wird mitgerissen oder sie bricht von Pilzen befallen auseinander. Die Strauchschicht setzt sich fast ausschließlich aus der Verjüngung der drei Hauptbaumarten zusammen. Charakteristisch für den Urwald ist weiters ein Mosaik aus schattigen Bereichen sowie nach dem Tod von Einzelbäumen entstehenden Lichtlöchern.

5 DIE STANDORTSEINHEITEN IM ROTHWALD NACH ZUKRIGL 1961 UND IHRE ENTSPRECHUNG IM GESÄUSE

5.1 Buchen-Tannen-Fichtenwald auf sehr frischer Terra fusca mit Wasserstautendenz in Komplex mit Blockfluren (Kessellage)

Diese Einheit nimmt die ebenen bis mäßig geneigten Standorte in der Kessellage der Langböden ein. Sie bedeckt somit die größten Anteile des Kleinen Urwalds, erstreckt sich aber auch auf die unteren Bereiche des Großen Urwalds. Die Kessellage bewirkt eine lokalklimatische Temperaturabsenkung gegenüber Hanglagen in gleicher Seehöhe.

Der Großteil der Standortseinheit wird von relativ tiefgründigen (0,5 bis 1 m) Kalkbraunlehmen mit unterschiedlicher Intensität an Tagwassereinfluss eingenommen. Jedoch liegen auch blockige Abschnitte mit AC-Böden vor. Da Lehm- und Blockbereiche stark in Verzahnung aufreten, wurde die Einheit von ZUKRIGL als Komplexeinheit gefasst.

Zur Vegetationsstruktur das Originalzitat aus Zukrigl 1961: 93: "Die Einheit zeigt das typische Bild des mächtigen, ungleichmäßig aufgebauten, bald dicht geschlossenen, bald lückigen Buchen-Tannen-Fichten-Urwaldes, wie er allen Besuchern des Rothwaldes bekannt ist. In wechselnder Mischung sind alle Altersklassen vertreten, angefangen von der auffällig reichen Buchenverjüngung und der Fichtenjugend auf Lagerholz und Moder bis zu gewaltigen , $1^1/_2$ Meter starken und bis über 50 m hohen Urwaldriesen 500 jähriger Tannen."



Abbildung 4: Typischer Aspekt der Standortseinheit "Buchen-Tannen-Fichtenwald auf sehr frischer Terra fusca mit Wasserstautendenz in Komplex mit Blockfluren (Kessellage)" aus dem Kleinen Urwald. Foto G. Zenkl.

Aufschlussreich ist hier in jedem Fall der beschriebene hohe Buchenanteil trotz hohem Tagwassereinfluss. Von sechs Bodenprofilen innerhalb der Standortseinheit ordnet ZUKRIGL 1961 fünf mal den Typus der Gebleichten (tagwasservergleyten) Terra fusca zu. Das Auftreten von Nassbleichungen sowie von Bleich- und Rostflecken ist demnach eindeutig noch kein Buchenausschlussgrund. Es ist wohl der Einfluss des carbonatischen Gesteins im Unterboden, der der Buche zu hoher Konkurrenzkraft verhilft.

Die standörtlich beste Entsprechung der Einheit unter den Standortstypen im Gesäuse gemäß CARLI 2007 kommt den Lehm-Fichten-Tannen-Buchenwäldern zu (Standortseinheiten der sauren Lehme mit carbonatischem Einfluss im Unterboden). Floristisch stehen sie hier dem hochmontanen Lehm-Fi-Ta-Buchenwaldtypus näher als dem mittelmontanen, da die Kennarten der tief/mittelmontanen Buchenstufe komplett ausfallen (Gruppe um Salvia glutinosa – siehe pflanzensoziologische Tabelle im Anhang). Die besonders anspruchsvollen Arten (z.B. Stellaria nemorum, Geranium robertianum) mit Affinität zu Edellaubhölzern fehlen in beiden Untersuchungsgebieten. Die Gruppe der Kalkzeiger geht gegenüber den Kalkhang-Buchenwäldern (Hochmontaner Kalk-Fi-Ta-Buchenwald, Carbonatschutt-Fi-Ta-Buchenwald) zurück, ist aufgrund des Einflusses carbonatischen Gesteinsuntergrunds sowie carbonatischer Blöcke aber noch vertreten. Die verlässlichste Kennart der Carbonatschutt-Fichten-Tannen-Buchenwälder (Adenostylo glabrae-Fagetum) der Dreischnittige Baldrian/Valeriana tripteris fällt bezeichnender Weise aus. Eine Verwandtschaft der Lehm-Fi-Ta-Buchenwälder im Gesäuse mit der aktuell besprochenen Standortseinheit zeigt sich weiters über die Kennarten pseudovergleyter Lehme, die Farne Blechnum spicant und Thelypteris limbosperma sowie das Aufreten von Fichtenwaldarten (Lycopodium annotium, Huperzia selago) infolge der sauren Bodeneigenschaften.

Gemäß Einteilung nach WILLNER 2001 ist der Typ des Cardamine trifoliae-Fagetum für die lehmigen Bereiche der Kesseleinheit zu vergeben.

5.2 Buchen-Tannen-Fichtenwald auf frischen Terra fusca-Kolluvien untergeordnet Rendsinen (Hänge)

Die Einheit besiedelt die Hanglagen zwischen 1000 und 1250 m Seehöhe. Die Böden bilden flachgründige Kalkbraunlehme, Kalklehm-Rendzinen und Rendzinen.

ZUKRIGL 1961 teilt die Einheit in zwei Varianten: Der Adenostyles glabra-Asperula-Typ (AA-Typ) tritt bei mittleren Boden- und Frische-Verhältnissen auf. Der Calamagrostis varia-Helleborus-Adenostyles glabra-Typ (CHA-Typ) weist eine etwas höhere Zahl an Kalkzeigern auf und findet sich bei vorübergehender Verlichtung oder als Dauerstadium auf steileren und flachgründigeren Hangteilen ein. Mittels kleinräumigen Messungen konnte Zukrigl 1961 eine Temperaturbegünstigung für den Hangbereich gegenüber dem Kesselboden nachweisen.

Im Fichten-Tannen-Buchenwald der CHA-Einheit erlangt die Buche besonders hohe Konkurrenzkraft. Hierzu Zukrigl 1961: 104f: "Die Tanne ist vielleicht durch die Sonnhanglage etwas benachteiligt und verjüngt sich in den Hangtypen viel weniger als in der luftfeuchten Kessellage, ebenso die Fichte, da das Lagerholz austrocknet und eine nicht annähernd so gute Kadaververjüngung, auch viel weniger Moose aufweist als in der Kessellage."

Im Vergleich mit den Standortseinheiten aus dem NP Gesäuse kann der CHA-Typ dem Typ des Carbonatschutt-Fichten-Tannen-Buchenwaldes in südlichen Expositionen gegenübergestellt werden. Der Waldtyp gemäß WILLNER 2001 ist demgemäß das Adenostylo glabrae-Fagetum. Verbindend sind die besonders hohe Stetigkeit von Kalkzeigern. Der AA-Typ stellt bereits eine Übergangssituation zwischen Carbonatschutt-Fichten-Tannen-Buchenwald und Hochmontanem Kalk-Fichten-Tannen-Buchenwald dar. Anklänge an die hochmontane Gesellschaft des Saxifrago rotundifoliae-Fagetum (i.S. von Willner 2001) bestehen über das erste Einstrahlen hochmontaner Arten (z.B. Adenostyles alliariae, Saxifraga rotundifolia). Die ausgebliebenen historischen Degradationen sowie die gemäß ZUKRIGL et al. 1963 geringere Verdunstung im Urwaldbestand führen hier wohl zu einer etwas anspruchsvolleren Artengarnitur gegenüber den Forsten im Gesäuse über vergleichbaren Hangstandorten. Für eine Verschlechterung des Humus- und Nährstoffkreislaufs im Gesäuse spricht der auffällige Rückgang von Galium odoratum auf den Hangstandorten der ehemaligen Wirtschaftswälder (siehe Tabelle im Anhang).

5.3 Hochlagen-Buchen-Tannen-Fichtenwald auf frischen Terra fusca-Kolluvien und Humusböden

Diese Einheit nimmt die Hänge zwischen +/- 1250 und 1400 m ein, wobei Neigungen zwischen 15 und 40° vorliegen. Der Rendzina-Anteil nimmt zu, aber auch Bereiche mit bindigen Lehmpartien treten auf. Trotz geringerer Wasserhaltekapazität sind infolge des Höhen-Klimas hochmontane Hochstauden in geringem Ausmaß vorhanden.

Das Waldbild der Standortseinheit im Urwald beschreibt ZUKRIGL 1961: 107 wie folgt: "Im Bestandesbild dominiert mehr als bei Einheit 2a [Anm.: Einheit aus Kap. 5.2] Buche, sowohl im Urwald als auch im einmal geschlagenen Schutzwald. Von Wirtschaftswald kann hier kaum mehr die Rede sein. Die Buche ist hier ebenfalls und in noch höherem Maß säbelwüchsig und erreicht nur mehr geringe Baumhöhen. Einzeln ragen aus ihrem Bestand überaus astige, spitzkronige, abholzige

Fichten heraus. Die Tanne kommt ebenfalls noch vor, hat aber bereits viel geringere Bedeutung als die Fichte. Bergahorn ist stet, aber ziemlich vereinzelt eingesprengt."



Abbildung 5: Typisches buchendominiertes Bestandesbild aus der Standortseinheit "Hochlagen-Buchen-Tannen-Fichtenwald auf frischen Terra fusca-Kolluvien und Humusböden". Foto G. Zenkl.

Die Urwaldeinheit zeigt eine hohe Vergleichbarkeit zum Typus "Hochmontaner Kalk-Fichten-Tannen-Buchenwald – trockene Variante". Bei dieser Standortseinheit aus dem Gesäuse handelt es sich auch um südexponierte Schutzwaldflächen (vgl. Thum 1978: 115) mit schwachwüchsiger Baumschicht. In der pflanzensoziologischen Tabelle im Anhang ist die Einheit für das Gesäuse durch vier Aufnahmepunkte dargestellt. Diese Aufnahmen weisen eine etwas anspruchslosere Krautschicht (u.a. Rückgang feuchtebedürftiger montaner Hochstauden) als die drei Aufnahmen der gerade behandelten Urwaldeinheit auf. Dieser Umstand ist wohl einerseits auf das etwas weniger ozeanische Klima im Gesäuse zurückzuführen. Zusätzlich könnten auch wieder wirtschaftsbedingte Störungen des Nährstoffkreislaufes in der Vergangenheit mitverantwortlich sein. Hierfür spricht der wieder zu beobachtende Ausfall des Waldmeisters in drei der vier Gesäuseaufnahmen, während die Art für alle drei Rothwaldaufnahmen notiert ist. Eine floristische deutliche Verwandtschaft der genannten Einheiten aus Urwald und Nationalpark besteht in jedem Fall über das Auftreten von Zeigern für flachgründige Hangbereiche (Bergrasenarten): Senecio abrotanifolius, Carex ferruginea u.a.

Im Gesäuse wird die Standortseinheit aktuell meist von Fichte und Buche codominant beherrscht, Bergahorn ist Mischbaumart. Die bedeutenden Fichtenanteile (Unterschied zur Einheit im Rothwald) sind wohl nur zum Teil auf wirtschaftsbedingte Förderung zurückzuführen. Naturnahe fichtenreiche Ausbildungen des Standortstyps in südlichen Bereichen des Nationalparkes sprechen für eine dortige hohe potenziell natürliche Konkurrenzkraft der Fichte. Es ist anzunehmen, dass die tendenziell geringere Ozeanität im Gesäuse dazu führt, dass Buche im Gesäuse in der Einheit Deckungsanteile an Fichte verliert.

5.4 Sickerfeuchte Standorte im Buchen-Tannen-Fichten-Wald

Die Einheit besiedelt im Urwald Rothwald kleinräumige Situationen mit besonders günstiger Wasserund Nährstoffversorgung wie Unterhänge oder durchrieselte Hangmulden. Die Böden sind meist bindig aber dennoch wasserzügig. Ein mächtiger A-Horizont sowie Mullhumusformen sind Zeugen eines optimalen Nährstoffkreislaufs. Die Vegetationsstruktur ist in ZUKRIGL 1961: 111 folgendermaßen beschrieben: "Der Aufbau ist sehr ähnlich dem AA [siehe Kap. 5.2]. In der Baumschicht spielt nach der sehr stark vertretenen Buche, die hier auch noch in größerer Höhe bedeutende Dimensionen erreichen kann (z.B. in Aufn. 32, 1250 m: 70 cm d_{1,3}, ca. 30 m Höhe), die Tanne eine etwas größere Rolle. Erst dann folgt Fichte und in weiterem Abstand der Bergahorn und die Bergulme. Letztere erreicht hier ihr relatives Maximum, ist aber immerhin noch ziemlich selten."

Die Einheit zeigt bezüglich der Krautschicht eine sehr nahe Verwandtschaft zum Typus "Ahorn-Eschen-reicher Lehm-Buchenwald" nach CARLI 2007 aus dem NP Gesäuse. So geht auch aus der pflanzensoziologischen Tabelle im Anhang das den beiden Einheiten gemeinsame Auftreten der besonders anspruchsvollen Artengruppe mit *Stellaria nemorum, Geranium robertianum, Impatiens noli-tangere* u.a. hervor. Eine negative Differenzierung erfolgt über das Fehlen von sonst weit verbreiteten Säurezeigern (am auffälligsten *Vaccinium myrtillus*). Dieser Umstand ist wohl auf flächige Mullhumusbildung zurückzuführen. Auch die Gemeinsamkeit sehr hoher gemittelter Feuchte- und Stickstoffzeigerwerte (siehe ebenfalls pflanzensoziologische Tabelle) zeigt die Verwandtschaft der Einheiten. Im Rothwald wie im Gesäuse sind am Standortstyp Böden mit Lehmlagen im Oberboden (Kalkbraunlehme), jedoch ohne Wasserstau und daher mit sauerstoffreicher Wasserzufuhr kennzeichnend.

ZUKRIGL 1973: 255 beschreibt für den Ostteil der nördlichen Kalkalpen als besonders anspruchsvolle Variante des Kalk-Fichten-Tannen-Buchenwaldes über Lehm das Helleboro-Abieti-Fagetum stellarietosum. Die Baumartenmischung wird von ZUKRIGL 1973 folgend beschrieben: "Zur vorherrschenden Buche gesellt sich regelmäßig nahezu gleichwüchsig der Bergahorn, seltener Esche, Bergulme, Vogelkirsche."

Für Tanne und Fichte werden also keine nennenswerten Anteile genannt. Dies überrascht etwas, da die beiden Nadelhölzer am Standortstyp im Rothwald ja höhere Anteile als Bergahorn erreichen. Für den hohen Nadelholzanteil im Urwald scheinen folgende Gründe plausibel: Der Ausfall der Esche bereits unter 1000 m Seehöhe im Urwaldbereich ist durch Temperaturabsenkungen infolge der Kesselsituation des Urwaldes zu erklären. Trotz der Südexposition herrscht also eine lokalklimatisch in Summe eher raue Situation. Hierfür spricht auch der Ausfall von Arten der unteren Buchenstufe (z.B. Salvia glutinosa, Carex alba), die im Gesäuse teils weitaus höher steigen können. Solche raueren Verhältnisse stellen für die Nadelhölzer gegenüber Laubhölzern einen Konkurrenzvorteil dar. Als zweiter Grund kann der Pioniercharakter, den die Edellaubhölzer Bergahorn und Esche besitzen, genannt werden. Dieser fördert die beiden Laubhölzer im Nutzwald bei Kahlschlagswirtschaft. Für Tanne ist weiters generell im Ostalpenraum ein massiver anthropogen bedingter Schwund zu beobachten. Ein Rückgang in Wirtschaftswäldern (auf Daten aus solchen war ZUKRIGL 1973 weitestgehend angewiesen) der Waldgesellschaft ist daher nur plausibel. (Die aktuelle Verjüngungsproblematik der Tanne im Urwald Rothwald hat auf die Zusammensetzung der Baumbestände noch kaum Einfluss.) Einen Konkurrenznachteil für die Fichte stellen vermutlich zusätzlich die fehlenden Totholzstämme zur Kadaververjüngung im Wirtschaftswald dar. Insbesondere auf solch wüchsigen Standortseinheiten mit rascher Hochstaudenentwicklung bei Freistellung ist die Fichte in der Verjüngung ohne erhöhte Startposition auf Morschholz wohl chancenlos.

5.5 Bergahorn-Schuttkegel

Dieser Standortstyp weist nur sehr untergeordnete Bedeutung auf. Er ist nur durch zwei Aufnahmepunkte dokumentiert, wobei nur einer der beiden Punkte im Urwaldbereich liegt, und zwar Aufnahme Nr. Z87 in 1335 m Seehöhe. Die Standorte sind geprägt durch wasserdurchrieselten und noch etwas bewegten Kalkschutt unter Felswänden. Trotz des Schuttbodens erfolgt eine günstige Humusumsetzung.

ZUKRIGL 1961: 113 zum Waldbild: "Bei den kleinen Vorkommen kann nicht von einem eigentlichen Wald gesprochen werden, vielmehr handelt es sich um mehr oder weniger lichtgestellte Horste von Bergahorn mit vereinzelter Beimischung von Fichte, Buche und Bergulme. Tanne wurde nicht gefunden. Eine Strauchschicht fehlt, hingegen ist die Krautschicht üppig deckend."

Die Einheit zeigt eine standörtliche Vergleichbarkeit zur Schluchtwaldaufnahme C24 aus dem Hartelsgraben im Gesäuse. Auch hier liegt eine Halde aus Kalkschutt unter einer steil aufragenden Felswand vor. In C24 wird die Halde vorrangig von Esche und Bergulme besiedelt. Das weitgehende Fehlen des Bergahorn kann nicht erklärt werden. Es könnte auf forstwirtschaftliche Einflüsse im Bestand nahe der spektakulären Hartelsgraben-Forststraße zurückgehen. Eine unmittelbare Vergleichbarkeit mit der Urwaldaufnahme des aktuell besprochenen Standortstyps kann aufgrund der mit ca. 800 m deutlich niedrigeren Lage der Gesäuseaufnahme C24 nicht erfolgen. Dennoch zeigen sich in der Krautschicht beachtliche Gemeinsamkeiten (Auftreten besonders anspruchsvoller Arten, kompletter Ausfall von Säurezeigern). Der azonale Waldtyp der bewegten Schutthalde mit frischem Wasserhaushalt (Wasserdurchrieselung, lokalklimatisch hohe Luftfeuchtigkeit) als Standort mit Dominanz von Edellaubhölzern scheint sich in unterschiedlichen Höhenstufen durchaus mit großen ökologischen Gemeinsamkeiten zu etablieren.

5.6 Süßwasser-Nassgallen im Buchen-Tannen-Fichtenwald

Auch diese Standortseinheit ist flächenmäßig unbedeutend. ZUKRIGL 1961: 114 fand sie nur an zwei Stellen im Urwald. Die Bereiche sind gekennzeichnet durch Wasserüberschuss während überwiegenden Teilen des Jahres. Die Humusform ist meist Mull, nur an stärker vernässten Stellen tritt kohlig-schmieriger Waldnasstorf auf. Bergahorn und Fichte sind nach ZUKRIGL 1961 am Standort konkurrenzstärker als Buche und Tanne. Generell stocken die Bäume auf begünstigten, etwas erhöhten und oft steinigen Kleinstandorten. Die Krautschicht ist positiv durch Feuchtezeiger charakterisiert, zahlreiche bezeichnende Arten der zonalen Fichten-Tannen-Buchenwälder fallen hingegen aus.

Keine der Standortseinheiten aus Carli 2007 für den NP Gesäuse entspricht diesem Nassgallentyp. Relativ quellige Hangstandorte sind im Gesäuse südöstlich der Kölblalm über schweren Moränenlehmen anzutreffen. Aufgrund hohen Waldweideeinflusses sowie der geringen Flächenausdehnung wurde der Bereich jedoch nicht mittels Vegetationsaufnahmen dokumentiert. Am Fuß des beschriebenen Hanges wurde in Muldenlage ein Anmoor mit Grauerlenbestockung sowie einer dichten Flur der Bach-Pestwurz angetroffen.

5.7 Kalkfels-Fichtenwald

Der Standortstyp ist nur im Bereich der sogenannten Langwand ausgebildet. Die Vegetationsaufnahmen von ZUKRIGL liegen zwischen 1270 und 1500 m Seehöhe. Es handelt sich um felsige Extremstandorte, die infolge fehlender Bodenbildung nur lose Baumbestockung aufweisen. Zum Waldbild der O-Ton von ZUKRIGL 1961: 117: "Aus den angeführten Gründen kann man daher die Gesellschaft soziologisch auch bloß als Felsflur mit Bäumen bezeichnen. … In der Baumschicht herrscht Fichte, auch sie ist aber sehr langsamwüchsig, kurznadelig, oft gelblich und fruktifiziert schon als kleiner Baum. Bohrspanentnahmen ergaben bei einer 14 cm starken Fichte 140, bei einer 10 cm starken 55 Jahrringe! Die Tanne kommt in etwa der Hälfte der Aufnahmen vor, jedoch mit äußerst geringer Lebenskraft und eigenartige kümmerliche Formen bildend. Die Buche ist noch seltener."

Die folgende Ordinationsanalyse gibt einen Überblick über pflanzensoziologische Verwandtschaften von Fichten-Standortseinheiten aus Rothwald und Gesäuse:

Aufnahmen aus dem Urwald Rothwald:

- # Fichtenblockwald
- O Kalkfels-Fichtenwald

Aufnahmen aus dem Nationalpark Gesäuse:

- # Blockwald
- + Trockener Kalkhang-Fichtenwald
- X Hochstauden-Fichtenwald mit Bergrasenarten

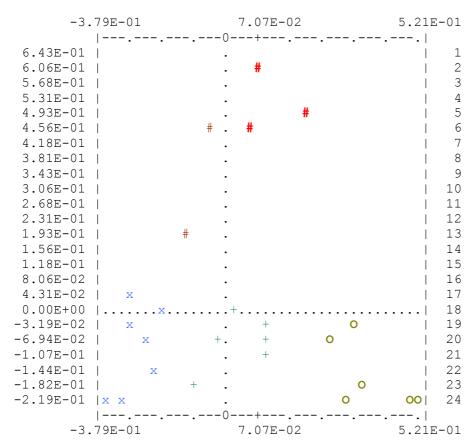


Abbildung 6: Ordinationsanalyse (mit Mulva5) für Aufnahmen von Fichtenwaldtypen aus dem Urwald Rothwald und dem NP Gesäuse. Erläuterungen und Diskussion in Kap. 5.7und Kap. 5.8.

Da solche Extremstandorte für die Forstliche Standortserkundung im Gesäuse nicht mitbearbeitet wurden, liegt keine unmittelbar entsprechende Standortseinheit in Carli 2007 vor. Im Zuge einer Ordinationsanalyse (für 25 Vegetationsaufnahmen von Fichtenwaldtypen aus Rothwald und Gesäuse, siehe Abbildung 6) zeigte sich die größte floristische Nähe zum Typus "Trockener Kalkhang-Fichtenwald". Dieser bildet den trockensten Flügel der subalpinen Kalk-Fichtenwälder im Gesäuse ab, schließt jedoch nicht so extreme, nur schütter bestockte Felsflächen wie die Urwaldeinheit ein. Aus der pflanzensoziologischen Tabelle im Anhang gehen hohe Stetigkeiten für Kalkzeiger sowie Bergrasenarten als Gemeinsamkeiten der beiden Standortseinheiten hervor.

5.8 Block-Fichtenwald

Der Typus des Block-Fichtenwalds ist im Urwald Rothwald über drei alten Bergstürzen jeweils kleinräumig ausgebildet. Die Vorkommen liegen zwischen 1180 und 1400 m Seehöhe in Expositionen von SO bis SW. Die Standortscharakteristik wird, wie für Blockwälder generell, von sauren Humusakkumulationen zwischen Blockwerk bei weitgehendem Fehlen von mineralischem Feinboden geprägt. Die sauren Humuslagen begünstigen die Fichte sowie Fichtenwaldarten. Zur Bestandesstruktur bemerkt Zukrigl 1961: 120: "Es handelt sich um weitgehend reine, ungleichförmige, stufig aufgebaute, lockere Fichtenwälder."

In der Tabelle im Anhang sind zwei Aufnahmen von Karbonat-Blockwäldern (1220 m bzw. 1410 m Seehöhe) aus dem Gesäuse den drei Aufnahmen aus dem Urwald gegenübergestellt. Bei Aufnahme T311 handelt es sich um einen Standort mit "gemilderter Blockigkeit" auf dem auch Buche die Baumschicht erreicht. Es besteht eine eindeutige floristische Verwandtschaft der Blockwälder in Rothwald und Gesäuse. Verbindende Arten sind u.a. Salix appendiculata, Carex brachystachys, besonders häufiges Vorkommen von Kalkfelshaftern (z.B. Asplenium viride) sowie hohe Stetigkeiten von Fichtenwaldarten (z.B. Lycopodium annotium, Vaccinium vitis-idaea). Auch die gute Ausbildung der Moosschicht stellt eine Gemeinsamkeit dar. Die floristischen Ähnlichkeiten schlagen auch in der in Abbildung 6 dargestellten Ordinationsanalyse durch. Die "echte" Fichten-Blockwaldaufnahme ist hierbei jene, die eine Gruppe mit den Aufnahmen aus dem Rothwald bildet. Die oben beschriebene Fichten-Blockwaldaufnahme mit Buche zeigt eine Übergangsstellung in Richtung zonalem subalpinem Kalkhang-Fichtenwald an.

ZUKRIGL 1961: 121 schildert für den Rothwald Tannenverjüngung am Blockwaldtyp und vertritt die Meinung, dass die Tanne bei geringerem Wildverbiss auch in den Nebenbestand vordringen würde.

6 STRUKTUR UND VEGETATION IN URWALD UND WIRTSCHAFTSWALD DER NORDOSTALPINEN KALK-FI-TA-BUCHENWALDSTANDORTE

6.1 Waldentwicklungsphasen im Urwald Rothwald unter besonderer Berücksichtigung der Stammzahlen

Das Modell der Waldentwicklungsphasen geht davon aus, dass natürliche Waldökosysteme Entwicklungsphasen mit charakteristischen Waldbildern in einer gewissen Regelmäßigkeit durchlaufen. Im folgenden Absatz soll das zugrundeliegende Phasenschema für den Fi-Ta-Buchenwald mit wenigen Worten und stark vereinfacht erläutert werden:

In der Zerfallsphase sterben die Altbäume ab. Es liegen große Totholzmengen vor und durch vermehrten Lichteinfall wird eine intensive Verjüngung eingeläutet. In der Verjüngungsphase ist der Altbestand bereits zusammengebrochen, in der zahlreichen Verjüngung herrscht besonders intensiver Kampf ums Licht. Die anschließende Initialphase wird von stammzahlreichen Jungwüchsen und Stangenhölzern geprägt. In der Optimalphase dominieren zuwachskräftige Baumhölzer. Der Bestand neigt zu Einschichtigkeit. Der wieder zur nächsten Zerfallsphase überleitenden Terminalphase entsprechen stammzahlarme Starkholzbestände. Es besteht ein Vorratsmaximum, jedoch geht die Vitalität im Bestand zurück. Dieser geschlossene Entwicklungszyklus ist jedoch oft gestört (z.B. durch großflächigen Windwurf oder Windwurf der bestandsüberragenden Nadelhölzer), wodurch auch andere Phasenabfolgen möglich sind. Auf extreme Reliefformen (z.B. felsige Kuppen) beschränkt ist die sogenannte Plenterphase, in der alle Altersklassen nebeneinander existieren. Sie tritt als Variante außerhalb des typischen Entwicklungsschemas auf. Die Zuordnung zur jeweiligen Entwicklungsphase erfolgt über folgende Parameter: Stammzahlen nach Baumarten, Schichtung, Kreisflächen nach Baumarten, Vorrat.

Die Bestandesstruktur in Abhängigkeit von den Entwicklungsphasen wurde für den Kleinen Urwald bereits von Zukrigl et al. 1963, eingehender noch von Neumann 1978 untersucht. Im Großen Urwald dokumentierte Schrempf 1986 die natürliche Walderneuerung. Genannte Untersuchungen erfolgten anhand von Bestandesstreifen (z.B. 20 m x 100 m) sowie mittels Probeflächen in Rasteranordnung. In Folge werden Stammzahlen der drei Hauptbaumarten in Abhängigkeit von Entwicklungsphasen dargestellt. Diese Abbildung der Bestandeszusammensetzung im Urwald ist als Fernziel der Bestandesentwicklung der Wälder auf den Fi-Ta-Buchenwaldstandorten im NP Gesäuse zu sehen. Wie bereits der Vorstellung der Standortseinheiten zu entnehmen, dokumentieren die Daten aus dem Kleinen Urwald eine ebene Geländesituation mit schweren, oft pseudovergleyten Kalkbraunlehmen, während der Große Urwald von Hängen mit (Kalklehm-)Rendzinen beherrscht ist.

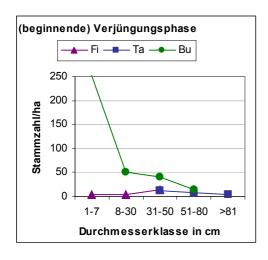


Abbildung 7: Kleiner Urwald: Stammzahlen in der Verjüngungsphase; Bu in Kl. 1-7: 252.

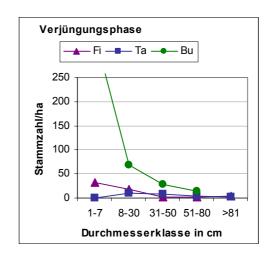


Abbildung 8: Großer Urwald: Stammzahlen in der Verjüngungsphase; Bu in Kl. 1-7: 338.

Die Stammzahlen in der Verjüngungsphase sind deutlich unterdurchschnittlich. Für die bereits gesicherte Verjüngung gibt Schrempf für den Kleinen Urwald folgende Anteile an: 69% Buche, 20% Fichte, 12% Tanne. Kennzeichnend für die Phase mit überaltertem Bestand ist weiters eine hohe Anzahl stehender toter Stämme.

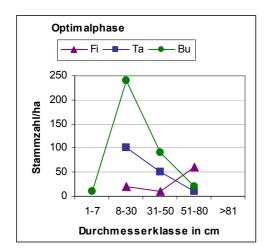


Abbildung 9: Kleiner Urwald: Stammzahlen in der Optimalphase.

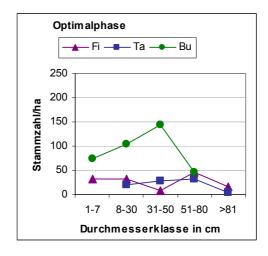


Abbildung 10: Großer Urwald: Stammzahlen in der Optimalphase.

Charakteristisch für die Optimalphase ist eine ausgeprägte Schichtung sowie vertikaler Schluss des Bestandes. Bei den Stammzahlen überwiegt klar das mittelstarke Holz. Infolge des Dichtstands sind die Kronen meist klein ausgebildet. Für den Großen Urwald gibt Neumann 1978 knapp 80 fm/ha Lagerholz an, der überwiegende Teil wurde erst im Lauf des letzten Jahres vor der Datenaufnahme geworfen. Die Entwicklungsphase tritt in beiden Urwaldteilen nur kleinflächig auf.

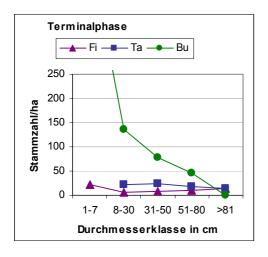


Abbildung 11: Kleiner Urwald: Stammzahlen in der Terminalphase; Bu in Kl. 1-7: 504.

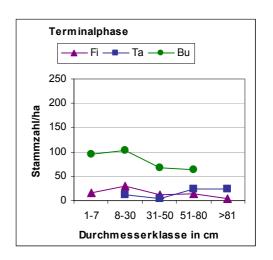


Abbildung 12: Großer Urwald: Stammzahlen in der Terminalphase.

Charakteristisch für die Terminalphase ist ein Vorratsmaximum durch hohe Mengen an starkem und überstarkem Holz. Das Kronendach ist bereits etwas aufgelockert, wodurch sich eine intensive Verjüngung einstellt. Die Lagerholzmenge ist noch relativ gering: 50 fm/ha wurden im Großen Urwald ermittelt.

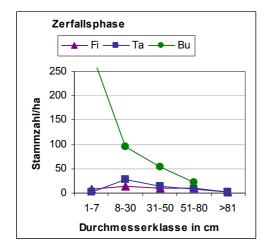


Abbildung 13: Kleiner Urwald: Stammzahlen in der Zerfallsphase; Bu in Kl. 1-7: 288.

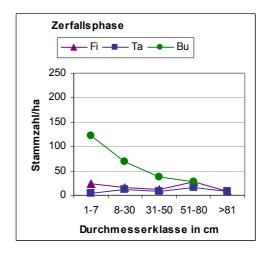


Abbildung 14: Großer Urwald: Stammzahlen in der Zerfallsphase.

Schrempf 1986 beschreibt für die Lehmböden des kleinen Urwalds in der Zerfallsphase eine geringere Stabilität der Fichte infolge Rotfäule gegenüber Tanne. Dies führt zu einem verstärkten Ausfall der Fichte in der frühen Zerfallsphase durch Windwurf. Die Tanne stirbt hingegen vorrangig im späteren Verlauf der Zerfallsphase aus physiologischen Gründen "den Alterstod". Während nur ca. 30% der Fichten stehend absterben, sind es knapp 60% bei Tanne. Neumann 1978 schildert erhöhte Anfälligkeit örtlich massierter Fichtenvorkommen gegenüber Borkenkäferkalamitäten für die Zerfallsphase über wärmebegünstigten Hängen im großen Urwald. Während einerseits ein altersbedingter Absterbeprozess im Starkholz vor sich geht, können jedoch ehemals bedrängte Bäume durch plötzliche Freistellung ihre Vitalität steigern. Neumann 1978 gibt die Lagerholzmenge seiner Untersuchungsflächen in Zerfallsphase mit 330 fm/ha an, wobei er knapp ein Drittel einem Windwurf aus dem Jahr 1975 zurechnet.

Generell existieren in Urwäldern nur relativ wenige Bestandesstellen im Zustand der Erneuerung. Ein geringer Anteil an Erneuerungsflächen ist auf die größere Zahl an "Hochwaldstadien" gegenüber dem Wirtschaftswald mit kurzen Umtriebszeiten zurückzuführen. Charakteristisch für den Urwald ist eine lange Phase des Bestandesschlusses (2/3 bis 3/4) der Lebenszeit zwischen Erneuerung und Auflösung.

Im Zuge einer Kartierung der Entwicklungsphasen stellte Schrempf 1986 fest, dass sich der Kleine Urwald insgesamt gerade in einem Erneuerungsstadium befindet, in dem aufgelockerte Terminal-, Zerfalls- und Verjüngungsflächen dominieren. Zu einem erhöhten Anteil an Erneuerungsflächen im Rothwald hat ein Föhnsturm im Jahr 1966 einiges beigetragen.

Die folgenden Fotos aus dem Kleinen und Großen Urwald zeigen unterschiedliche Stadien der besprochenen Entwicklungsphasen.



Abbildung 15: Späte Zerfallsphase. Im Zerfall befindlicher bereits sehr lichter Altbestand. Die drei Hauptbaumarten etablieren sich in der Verjüngung in Strauchschichthöhe. Foto G. Zenkl.



Abbildung 16: Verjüngungsphase bis Initialphase. Intensiver Kampf ums Licht beim Einwachsen ins Stangenholzstadium. Foto G. Zenkl.



Abbildung 17: Optimalphase. Zuwachskräftiges mittelstarkes Holz in hohen Stammzahlen führt zu einem weitgehend geschlossenen Kronendach Foto G. Zenkl.



Abbildung 18: Optimalphase. Foto A. Carli.



Abbildung 19: Lichtloch nach Umbrechen einer Tanne mit Buchenaufschlag. Foto J. Stangl.

NEUMANN 1978 untersuchte neben dem Urwald Rothwald auch den Urwald Corkova Uvala im Naturschutzgebiet der Plitvicer Seen (Kroatien). Es handelt sich ebenfalls um einen Fichten-Tannen-Buchen-Urwald über Carbonatgestein knapp unter 1000 m Sehöhe. Wenngleich sich floristisch der submediterrane Einfluss bemerkbar macht, zeigt sich eine strukturelle Einheit mit dem Fichten-Tannen-Buchenwald der Nordostalpen. Für diesen Urwald beschreibt NEUMANN jedoch einen nur verschwindenden Einfluss von Windwürfen. Dies führt zu längeren Lebenszeiten für Tanne und Fichte und somit zu einer Verlängerung der Terminalphase. Da im Gesäuse regelmäßig Starkwindereignisse auftreten, ist für die potenzielle Urwaldsituation jedoch, wie im Rothwald, mit einer windverursachten "Ausplenterung" zu rechnen.

6.2 Zu den Baumarten

Buche: Ihre Maximalhöhe im Rothwald liegt bei 35 m. MAYER-WEGELIN et MÖHRING/SCHULZ-BRÜGGEMANN M. 1952 in ZUKRIGL 1961 fanden eine 474 Jahre alte Buche im Rothwald an und nennen als Höchstalter 450-500 Jahre. Im Urwaldbestand tritt die Buche oft unterdrückt, drehwüchsig und krüppelig sowie stark mit Baumschwämmen befallen auf. Die Ausschlagfähigkeit der Buche ermöglicht ihr, Lawinengänge in Reinbeständen zu besiedeln. Im Gesäuse existieren solche Legbuchenwälder auf den südlichen Abhängen von Tamischbachturm und Buchstein.

Die Tanne erreicht unter allen Baumarten im Urwald Rothwald die größten Höhen (bis 52 m) und Stammdurchmesser (über 1,5 m). ZUKRIGL 1961 gesteht ihr ein Maximalalter über 500 Jahren zu. Ab 200 bis 300 Jahren tritt Drehwuchs auf. Tanne steigt im Rothwald weniger hoch als Buche. Weiters zeichnet *Abies alba* besonders hohes Schattenerträgnis aus. Nach MAYER-WEGELIN et MÖHRING/SCHULZ-BRÜGGEMANN M. 1952 in ZUKRIGL 1961 beträgt das Durchschnittsalter der Tannen von 1,10 m Höhe 60 Jahre. ZUKRIGL 1961, NEUMANN 1978 als auch SCHREMPF 1986 beschreiben einen markanten Rückgang der Tanne im Unterstand des Rothwaldes, der von allen drei Autoren auf zu hohen Verbissdruck zurückgeführt wird.

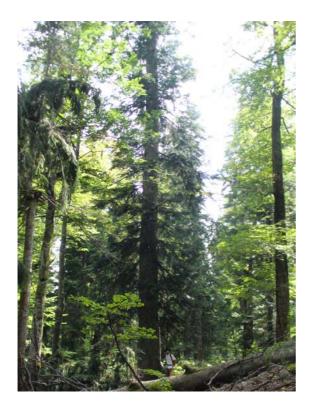


Abbildung 20: Mächtige Tanne im Großen Urwald. Foto G. Zenkl.



Abbildung 21: Mächtige Tanne im Kleinen Urwald. Foto G. Zenkl.

Die Fichte tritt im typischen Urwald der oberen Buchenstufe gegenüber der Tanne masse- wie zahlenmäßig meist zurück. Die höchsten Fichten des Rothwaldes erreichen nach Zukrigl 1961 44 m. Auch die Fichte erträgt im Urwald starke Beschattung. Nach Mayer-Wegelin et Möhring/Schulz-Brüggemann M. 1952 in Zukrigl 1961 können 1,5 m hohe Fichten 80 Jahre alt sein. Auch Jäger 2003: 115 betont das langsame Wachstum der Fichte in Strauchschicht und Unterstand des Urwaldes (mit 55 Jahren im Durchschnitt ca. 3 m Höhe). Optimale Verjüngungsbedingungen für Fichte stellen größere femelartige Lücken mit hohem Lichteinfall dar. Der Schneeschimmel gilt in den schneereichen nordalpinen Lagen als Hemmnis der Fichtenverjüngung. Für den Großen Urwald erhob Schrempf 1978: 31 jedoch nur eine Befallsrate der Fichtenverjüngung von 2%. Auf felsigen und insbesondere blockigen Standorten ist die Fichte den anderen beiden Hauptbaumarten Buche und Tanne überlegen. Nach der Keimung auf Rohhumuslagen oder Moospolstern über Felsblöcken, kann sie mit ihren Wurzeln die Blöcke meterweit umschlingen, um an Nährstoff- und Wasservorräte in Boden und Felsspalten zu gelangen.

Der Bergahorn ist in den Fichten-Tannen-Buchenwäldern im Rothwald regelmäßige Begleitbaumart. In den Aufnahmen aus dem Gesäuse zeigt sich nochmals eine Zunahme von *Acer pseudoplatanus* (siehe pflanzensoziologische Tabelle im Anhang). Diese verdankt er wohl seinem Pioniercharakter, der ihm eine verstärkte Ausbreitung im Zuge der Kahlschlagbewirtschaftung der Vergangenheit ermöglichte. Der Bergahorn steigt etwas höher als die Buche, sodass er auch in den subalpinen Fichtengürtel einstrahlt. Er wird vom Wild besonders gerne verbissen.

Die Bergulme tritt in der oberen Buchenstufe eingesprengt an feuchten Orten auf. Das höchste Exemplar des Rothwaldes dokumentiert ZUKRIGL 1961 mit 18 m.

Die Lärche fehlt allen Fichten-Tannen-Buchenwaldtypen im Urwald Rothwald völlig. Im Gesäuse tritt sie hingegen sehr regelmäßig auf. Die Vorkommen auf nicht extremen Hangsituationen können somit nur als anthropogen bedingt angesehen werden. Neben der unmittelbaren Aufforstung bzw. menschlichen Ansamung erfuhr die Lichtbaumart *Larix decidua* zweifellos auch für ihre natürliche Verjüngung eine starke Förderung durch die Kahlschlagswirtschaft. Neben dem Auftreten großflächiger lichter Ansamungsflächen sollten auch Bodenabschwemmungen nach historischen Schlägen in den schroffen Gesäusebergen die Lärche als Rohbodenpionier bevorteilt haben.

6.3 Weiteres zu Bestandesstruktur und Verjüngung im Fi-Ta-Buchen-Urwald

Das typische Erscheinungsbild des nordostalpinen Fi-Ta-Buchenurwalds wurde bereits in Kap. 4 umrissen. Im aktuellen Kapitel soll auf weitere Charakteristika eingegangen werden.

Als generelle Merkmale des Urwaldes können zunächst genannt werden: Alle Alters- und Stärkeklassen sind nebeneinander vertreten. Sehr alte und hohe Stämme dominieren den optischen Eindruck. Weiterer Unterschied zum Wirtschaftswald ist der hohe Anteil an stehendem und liegendem Totholz, absonderliche Wuchsformen (z.B. Stelzenwuchs), regelmäßige Krebsbildungen sowie v.a. an Buche eine hohe Anzahl an Baumschwämmen.

Kennzeichnend für die Urwaldstruktur ist ein ausgeprägter Unterstand, der ob des geringen Lichteinfalls, nur geringe Zuwächse aufweist. So ermittelte Schrempf 1986 für den Kleinen Urwald, dass ¾ aller Individuen der Unterschicht angehören.

Unter den Sämlingen der drei Hauptbaumarten dominiert im Rothwald nach ZUKRIGL et al. 1963: 180 die Tanne, die Fichte eventuell bei großem Lagerholzvorkommen. Durch ökologische Vorzüge der Buche (intensiveres Wurzelwachstum, geringerer Verbiss als Tanne) übernimmt diese jedoch in den älteren Verjüngungsjahrgängen bzw. bereits ab der Höhenklasse 5-20 cm (siehe Abbildung 22) klar die Vorherrschaft. Auch SCHREMPF 1978 dokumentiert in der Verjüngung unter fünf cm für Tanne den größten Anteil (59%(!)).

Einen Überblick über die Verjüngung im Urwald Rothwald gibt Abbildung 22:

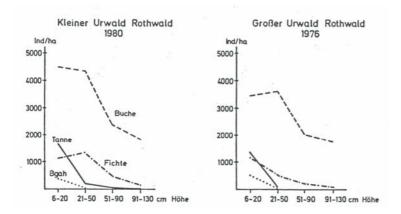


Abbildung 22: Höhenaufbau und Individuenzahl der Verjüngung (Großer und Kleiner Urwald). Aus SCHREMPF 1986: 38.

Alle drei Hauptbaumarten finden in Summe gute Keimungsbedingungen vor, kommen also in durchaus hoher Zahl an. Aus Abbildung 22 geht jedoch der massive Einbruch der Tanne im Zuge der Höhenentwicklung bzw. ihr Ausfall ab der Wuchshöhe über 50 cm hervor. Zukrigl 1961, Neumann 1978 und Schrempf 1986 dokumentieren zu hohen Verbissdruck als Ursache dafür. Die Folge ist die Verhinderung des Einwachsens von Abies alba in den Unterstand. Die Verringerung der winterlichen Hufwild-Auslese durch Überhege (Winterfütterung), sowie der Ausfall der Raubtierarten werden für den übernatürlich hohen Verbissdruck verantwortlich gemacht. Leibundgut 1993: 12 stellt zu hohe Wildstände als generelles Problem in Urwäldern dar und führt sie auf dieselben Gründe zurück (Überhege, Fehlen von großem Raubwild v.a. Wolf, Luchs). Hieraus kann wohl geschlossen werden, welche zentrale Rolle dem Wildmanagement für die Umwandlung der Gesäusewälder zukommt. Für den Großen Urwald beschreibt Schrempf 1978 selbst für Fichte intensiven Verbiss. Neben Tanne wird auch Bergahorn bevorzugt und besonders intensiv verbissen. Nach Schrempf 1978 lässt der hohe Verbissdruck auch für Bergahorn kaum eine Entwicklung über Brusthöhe zu. Für den Urwald Corkova Uvala beschreibt Neumann 1978 eine weniger drastische Situation sowie eine Wildstandsregulierung vorrangig durch Wölfe.



Abbildung 23: Tannenverbiss im Großen Urwald (August 2007). Foto A. Carli.



Abbildung 24: Tannenverbiss im Großen Urwald (August 2007). Foto A.Carli.

ZUKRIGL et al. 1963: 181f beschreiben für den Rothwald zwar verbreitete Kadaververjüngung der Fichte, vertreten jedoch die Meinung, dass sich Starkfichten im Bestand typischer Weise nach starken Bestandesauflichtungen über "herkömmliche" Keimung etablieren. Von den stelzwurzeligen Fichten wird berichtet, dass sie kaum größere Durchmesser erreichen. An anderer Stelle betont ZUKRIGL 1961: 149 jedoch, dass die Fichte insbesondere auf feuchten Einheiten auf Kadaververjüngung angewiesen scheint. Und auch aus JÄGER 2003 geht eine wesentliche Bedeutung der Moderholzverjüngung für Fichte hervor, bzw. vertritt JÄGER 2003: 57 die Meinung, dass Stelzwurzelfichten im Baumbestand des Rothwaldes gar nicht so selten anzutreffen sind.

SCHREMPF 1978 untersuchte die Verjüngungsintensität der Hauptbaumarten in Abhängigkeit vom Deckungsgrad. Die in Abbildung 25 dargestellten Deckungsgrade stellen hierbei die Summen aus Unter-, Mittel- und Oberschicht dar.

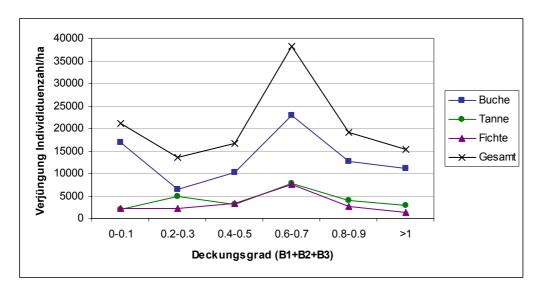


Abbildung 25: Großer Urwald (Probeflächen in 960 bis 1050 m Seehöhe): Verjüngungsdichte in Abhängigkeit des Deckungsgrades. Daten aus SCHREMPF 1978.

Es zeigt sich für alle drei Baumarten ein Verjüngungsmaximun bei Deckungsgraden von 0,6 bis 0,7. Für Buche fällt auf, dass auch über Freiflächen hohe Verjüngungszahlen vorliegen.

Aus Grubelnig 1994 geht für bestimmte Standorte eine Förderung von Waldlawinen durch Buchenreinbestände hervor. Als Grund hierfür wird die Glattheit der Buchenlaubstreu angegeben. Jedoch werden Lawinenabgänge auch durch Vergrasungen, die typisch in lichten Fichten-Altersklassenforsten auftreten, gefördert.

SPLECHTNA 1994 untersuchte einen nicht aufgeräumten Windwurf im bewirtschafteten Teil des Rothwaldgebietes. Es wurde festgestellt, dass die Walderneuerung auch nach großflächiger Kalamität fast ausschließlich über die drei Hauptbaumarten erfolgt. (Anschließend an ein Schlagstadium: v.a. Rubus idaeus, Sambucus sp., Eupatorium cannabinum, Atropa belladonna, Urtica dioica.) In Frage kommende Vorwaldarten wie Salix appendiculata oder Sorbus aucuparia zeigen nur geringe Verjüngung. Der Bergahorn ist auf der von SPLECHTNA erhobenen Freifläche, wie generell in beiden Untersuchungsgebieten, durch sehr starken Verbiss in seiner Konkurrenzkraft beeinträchtigt. Inwieweit das Liegenlassen der Bäume einen Fraßschutz für die Verjüngung darstellen kann, konnte SPECHTNA nicht klären. Er nimmt jedoch in jedem Fall eine Verringerung der Schneeschubbelastung an.

Die großen Totholzvorräte im Urwald führen zu einer hohen Diversität an holzzersetzenden Pilzen. Hierzu die folgenden Fotos aus dem Urwald Rothwald.









Abbildung 26: Holzabbauende Pilze aus dem Urwald Rothwald. Fotos G. Zenkl.

6.4 Mikroklima

In ZUKRIGL et al. 1963 sind Ergebnisse kleinklimatischer Vergleichsuntersuchungen von Urwald Rothwald und angrenzenden Wirtschaftswaldbereichen wiedergegeben. Die beste Datenlage liegt hierbei für den Kleinen Urwald sowie angrenzende Wirtschaftsstandorte vor. Die ausgewerteten Daten entstammen einerseits Messreihen aus den Jahren 1943 bis 1945. Weiters aus Mitteltemperaturmessungen nach der Rohrzuckerinversions-Methode aus dem Jahr 1960. In den folgenden Absätzen werden die wesentlichsten Schlussfolgerungen aus ZUKRIGL et al. 1963 zu den beiden Datenquellen zusammengefasst.

Als wesentliche Strukturmerkmale, die zu kleinklimatischen Unterschieden führen, sind zu nennen:

- Der Urwald trägt im Regelfall ein aufgelockertes Kronendach. Ein relativ hoher Strahlungsanteil kann in Folge ins Bestandesinnere bzw. bis zum Waldboden gelangen. Im weitgehend einschichtigen Wirtschaftswald zeigen sich stärker wechselnde Strahlungsverhältnisse. In den Perioden mit dichtem Bestand und Kronendach (Stangenholz, Baumholz) herrscht infolge geringem Strahlungsgenuss ein vergleichsweise schattiges und kühles Waldinnnenklima. Alte, hallenartige Bestände ermöglichen hohe Durchlässigkeit der Sonnenstrahlung und weisen demzufolge wärmere und lichtere Verhältnisse als der Urwald auf.
- Der stufige Aufbau des Urwaldes, insbesondere das verschieden hohe Unterholz schwächen Wind und Luftaustauch ab. Dieser Umstand bewirkt mehrere kleinklimatische Folgereaktionen.

• Die stärker ausgebildete Streuschicht im Urwald führt zu gleichmäßigeren Bodentemperaturen.

6.4.1 Lufttemperatur

Das aufgelockerte Kronendach im Urwald fördert die Ein- bzw. Ausstrahlung und verursacht in der Regel größere Temperaturschwankungen. Ein spätherbstlicher Warmlufteinbruch 1944 wirkte sich im Wirtschaftswald jedoch stärker aus, was Zukrigl et al. 1963 auf einen schnelleren Luftaustausch im unterholzlosen Wirtschaftsforst zurückführen. Ob die Mitteltemperaturen im Wirtschaftswald kühler oder wärmer als im Urwald sind, hängt vom Alter des Wirtschaftswaldes ab. Jüngere dicht geschlossene Bestände sind im Mittel kühler, alte und aufgelichtete im Mittel wärmer als der Urwald.

6.4.2 Helligkeit

Auf die Rolle der unterschiedlichen Ausformung des Kronendachs wurde bereits hingewiesen. Die in Zukrigl et al. I.c. ausgewerteten Messungen zeigen hellere Verhältnisse im Urwald. Dies korreliert nicht mit dem Umstand, dass die gemittelten Licht-Zeigerwerte nach Ellenberg für die Aufnahmen aus dem Gesäuse höher liegen als jene aus vergleichbaren Standortseinheiten im Urwald Rothwald. Die Begründung für diese Unstimmigkeit ist vermutlich darin zu suchen, dass für Vegetationsaufnahmen im Wirtschaftswald vorrangig aufgelichtete Altbestände mit gut ausgebildeter Krautschicht aufgesucht werden. Die Helligkeitsmessungen der Wirtschaftswälder hingegen entstammen wohl durchschnittlicheren jüngeren und somit schattigeren Beständen.

6.4.3 Relative Luftfeuchtigkeit

Wieder ist eine differenzierte Betrachtung nötig. ZUKRIGL at al. 1963: 31: "Im Spätherbst ergaben sich kaum Unterschiede, im Frühsommer führte die raschere Temperaturzunahme im Kleinen Urwald zu höheren Dampfdruckwerten. Im Hoch- und Spätsommer ließ die im Kleinen Urwald auftretende Taubildung in den Morgen- und Abendstunden die Dampfdruckwerte unter die des Wirtschaftswaldes absinken. Die höheren Temperaturen um die Mittagszeit verursachten jedoch wieder ein Ansteigen der Dampdruckwerte im Kleinen Urwald über die Werte des Wirtschaftswaldes."

6.4.4 Verdunstung

Der bereits erwähnte geringere Luftaustausch im unterholzreichen Urwald ist der Grund für durchgehend geringere Verdunstung (besonders nahe dem Waldboden) als im Wirtschaftswald.

6.4.5 Erdbodentemperaturen

Die Bodentemperaturen reagieren im Wirtschaftswald rascher auf Temperaturschwankungen. So liegen die Bodentemperaturen im Hochsommer im Wirtschaftswald im Allgemeinen über jenen im Urwald. ZUKRIGL et al. 1963 machen hierfür einerseits den schwächeren Luftaustausch im Urwald, mehr aber noch das Vorhandensein einer schützenden ausgeprägten Streudecke verantwortlich.

6.5 Boden

ZUKRIGL 1961 vergleicht zunächst Profile im Einflussbereich unterschiedlicher Bestockung (Buche, Fichte oder Tanne) innerhalb des Urwaldbereichs zur Untersuchung des Baumarteneinflusses auf den Boden. Weiters wird ein Profil eines nahen Fichtenforstes den Urwaldprofilen gegenübergestellt.

Die Buche erweist sich hierbei hinsichtlich Nährstoffhebung, insbesondere Kalkhebung, als den Nadelbäumen überlegen. ZUKRIGL nennt das tiefgreifende Herzwurzelsystem der Buche als Grund dafür. Unter Fichte stellen sich ungünstigere Humusformen ein. Die Streu verursacht oberflächlichen Wasserabfluss, der tierische Humusabbau geht zurück während Pilze zunehmen. Nach diesen Erkenntnissen ist für Bestände auf vergleichbaren Standorten mit wirtschaftsbedingtem Rückgang der Buche bei Zunahme der Fichte, ein Rückgang der Basengehalte im Oberboden sowie eine pH-Abnahme in jedem Fall anzunehmen. Diesen Trend spiegelt auch das Fichtenforst-Profil von Zukrigl wieder.

6.6 Stammzahlvergleich Urwald-Wirtschaftswald

In diesem Kapitel werden gemittelte Stammzahlen aus dem Kleinen Urwald (SCHREMPF 1986) sowie Großen Urwald (NEUMANN 1978) zunächst mit solchen aus Urwald-Folgebeständen verglichen. Anschließend werden Stammzahlen aus dem Gesäuse (Mittel aus 27 Probeflächen der Standortseinheit Carbonatschutt-Fichten-Tannen-Buchenwälder) dargestellt und diskutiert. Die Darstellung der Stammzahlen erfolgt nach den BHD-Klassen: 8-30 cm, 31-50 cm, 51-80 cm, größer 80 cm. Die jeweilige Anzahl pro Hektar ist auf der y-Achse in logarithmischer Skalierung abgebildet.

Bei den Urwald-Folgebeständen handelt es sich um Aufnahmen von Probestreifen aus dem näheren Umfeld des Urwaldbereiches im Rothwald. Schrempf 1986 hat zehn Bestände erster Generation nach Urwald, sowie einen Bestand zweiter Generation dokumentiert.

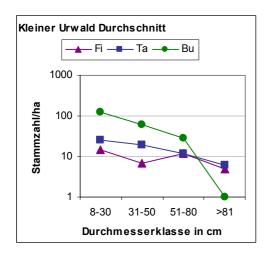


Abbildung 27: Kleiner Urwald: Stammzahlen gemittelte Werte.

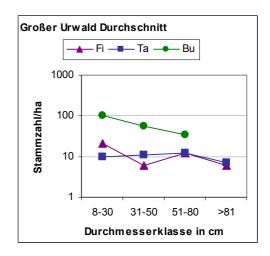
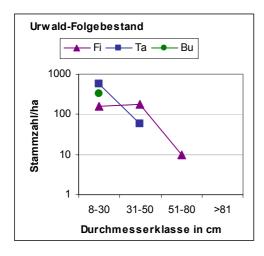
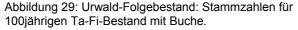


Abbildung 28 :Großer Urwald: Stammzahlen gemittelte Werte.

Für Kleinen und Großen Urwald zeigt sich hinsichtlich der gemittelten Stammzahlverteilung der gleiche Haupttrend. Buche ist die klar stammzahlreichste der drei Hauptbaumarten. Die Klasse des überstarken Holzes (>80 cm BHD) wird von Buche jedoch (fast) nicht erreicht, sodass diese Klasse sich auf Fichte und Tanne aufteilt. Die Buche erreicht nach den Erhebungen von Schrempf wie Neumann im Schnitt auch höhere Massenvorräte als Fichte und Tanne. Insbesondere in der frühen Zerfallsphase weisen jedoch die Nadelhölzer höhere Massenvorräte auf.





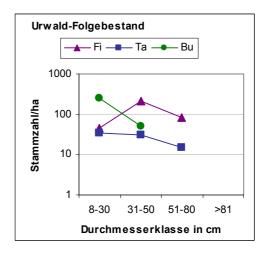


Abbildung 30: Urwald-Folgebestand: Stammzahlen für 190jährigen Fichtenbestand mit Tanne und Buche.

Abbildung 29 und Abbildung 30 als Beispiele von Nachfolgebeständen erster Generation zeigen die viel höheren Gesamtstammzahlen in den ehemals vom Menschen kahlgeschlagenen Flächen. Für den jüngeren Bestand der Abbildung 29 ist nach Schrempf 1986: 76 eine Bestandesbegründung durch Fichtenaufforstung anzunehmen. Der Bestand ist einem "Adenostyles glabra-Calamagrostis varia-Vegetationstyp" zugeordnet, was auf relativ trockene Standortsverhältnisse schließen lässt. Schrempf vertritt die Meinung, dass Buche nicht mehr zur Fruktifikation gelangen wird, was die natürliche Verjüngung im Folgebestand problematisch macht. Der Bestand zu Abbildung 30 ist einem "Typischen Adenostyles glabra-Vegetationstyp" angeschlossen, und repräsentiert eine durchschnittliche Rendzina-Hangsituation. Der Bestand geht auf einen Kahlschlag zurück und erwuchs ohne Aufforstung oder Pflege. Dennoch zeigt sich ein völlig anderer Bestandesaufbau als im Urwald. Buche überwiegt nur unter 30 cm BHD, die Stammzahlen liegen in Summe viel höher als im Urwald. Überstarkes Holz fehlt.

Neben der Stammzahlzunahme zeigt sich im Wirtschaftswald eine Konzentration der Bäume in den mittleren Stärkeklassen. Beispielhaft für die Veränderungen hinsichtlich Stammzahlverteilung und Schichtung sind in Tabelle 7 Daten für einen Kalkbraunlehm-Standort dargestellt:

	1-7cm	8-30cm	31- 50cm	51- 80cm	>81cm	US	MS	os	n/ha
Urwald	30	38	16	14	2	52	30	18	605
Wirtschaftsw. 170j.	1	58	33	9	ı	10	50	40	756
Wirtschaftsw. 100j.	2	69	27	2	-	11	50	39	1145
Wirtschaftsw. 70j.	-	88	12	-	1	10	57	33	1360

Tabelle 7: Strukturvergleich Urwald-Wirtschaftswald; Standort: Adenostyles glabra-Cardamine trifolia-Vegetationstyp, Kalkbraunlehm (mittel- bis spaltengründig).

Hat man die Umwandlung von Wirtschaftsforsten in natürliche Wälder vor Augen, erhält hier wohl vor allem der Ausfall der Pflanzen unter sieben cm im Wirtschaftswald wesentliche Bedeutung. Ein weiteres durchgehendes Merkmal der von Schrempf untersuchten Urwald-Folgebestände ist der Rückgang bis Ausfall der Unterschicht. Die Mittelschicht dominiert in jüngeren sowie buchenreichen Beständen, die Oberschicht in älteren fichtenreichen.

Im Nationalpark Gesäuse wurden 2006 im Zuge einer ökologischen Waldinventur für 300 m² große Probeflächen u.a. Stammzahlen und Brusthöhendurchmesser aufgenommen. Das folgende Diagramm ist erstellt aus den Daten von 27 Probeflächen der am weitesten verbreiteten Standortseinheit, jener der Carbonatschutt-Fichten-Tannen-Buchenwälder. Hinsichtlich Boden sind die Probeflächen mit den Hängen des Großen Urwaldes vergleichbar, die Höhenamplitude umfasst jedoch auch tiefere Standorte (600 bis 1300 m).

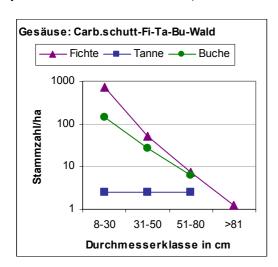


Abbildung 31: NP Gesäuse: gemittelte Stammzahlen aus 27 Probeflächen der Standortseinheit Carbonatschutt-Fi-Ta-Bu-Wald.

Auffällig ist wieder die insgesamt hohe Stammzahl gegenüber den Urwaldbeständen. Im Gegensatz zu den Urwaldfolgebeständen der Abbildung 29 und Abbildung 30 zeigt sich ein noch stärkerer Fichtenüberhang, obwohl die teils tiefere Lage der Probepunkte einen Konkurrenznachteil für Fichte darstellt. Die lange Bewirtschaftungszeit in den Gesäusebergen ist hier für die noch stärkere Fichtenzunahme verantwortlich zu machen. Genauso deutlich bezeugt der ganz geringe Tannenanteil die starken anthropogenen Einflüsse.

6.7 Vegetation

Aus der Tabelle der Vegetationsaufnahmen im Anhang geht für den Waldmeister/Galium odoratum ein besonders augenscheinlicher Rückgang im Gesäuse hervor, während er auf den vergleichbaren Standortseinheiten im Urwald Rothwald hochstet und oft mit hoher Deckung auftritt. Für das Gesäuse fällt auf, dass sich der Waldmeister in der besonders nährstoffreichen Einheit "Ahorn-Eschen-reicher Lehm-Buchenwald" am besten halten kann. Der weitgehende Ausfall auf den Fichten-Tannen-Buchenwaldstandorten im Gesäuse ist wohl auf Störungen im Humus- und Nährstoffkreislauf als Folge der Kahlschläge der Vergangenheit zurückzuführen. Betonica alopecuros beschränkt sich zwar im Gesäuse auf flachgründig-felsige Standorte, fehlt im Rothwald aber auch diesen. Eine Förderung dieser Magerrasen- und Ruhschutthaldenart durch die Schlägerungstätigkeiten im Gesäuse ist anzunehmen, vermutlich sind aber auch die generell weniger schroffen Verhältnisse im Rothwald mitverantwortlich für ihr dortiges Fehlen. Für die besseren Standorte fällt eine Zunahme von Hochstauden (z.B. Crepis paludosa, Chaerophyllum hirsutum) in den Gesäuseaufnahmen auf. Diese könnte in abnehmender Transpirationsleistung sowie geringerer Verdämmung der unterholz- und strauchschichtarmen Wirtschaftsbestände begründet sein.

ZUKRIGL et al. 1963: 86 beschreiben eine Ausbreitung von Moosen unter Fichte in der CAM-Einheit (lehmige Standorte des Kesselbodens mit Wasserstau). Aufgrund der generell moosfördernden Eigenschaften der Fichtenstreu (vgl. z.B. CARLI 2003) ist eine Zunahme in Deckung und Artenzahl in Fichtenmonokulturen über den lehmigen Standortseinheiten in jedem Fall anzunehmen. Weiters berichten Zukrigl et al. 1963: 92, dass sich bei Bestandesauflichtung das Bunt-Reitgras/Calamagrostis varia ausbreitet. Im Gesäuse sind regelmäßig intensive Vergrasungen mit Bunt-Reitgras in aufgelichteten Fichtenforsten anzutreffen und sind somit ebenfalls als (unerwünschte) Folge der Bewirtschaftung zu sehen.

ZUKRIGL et al. 1963: 202f nennen für den Urwaldbereich des Rothwaldes etwas geringere Artenzahlen als in den angrenzenden Wirtschaftswäldern. Eine Zunahme der Artenzahlen ist durchaus auch für andere Fichtenforste als Ersatzgesellschaften von Buchenwaldgesellschaften dokumentiert (z.B. ZERBE 1993, PASSARGE 1968, CARLI 2003). Die Artenzunahmen beruhen jedoch durchgehend auf "Allerweltsarten" und nicht auf naturschutzfachlich bemerkenswerten Pflanzen.

ZUKRIGL et al. 1963 betonen für den Urwald Rothwald ein markantes Standortsmosaik, das aus stark wechselnden Lichtverhältnissen, aber auch den hohen Lagerholzanteilen als Vorkommensnischen für Rohhumusarten, resultiert.

6.8 Zur Kadaververjüngung im Urwald Rothwald (nach Jäger 2003)

Die Verjüngung auf Moderholz im Fi-Ta-Buchenurwald Rothwald wurde von JÄGER 2003 untersucht. Hierzu wurden sechs Aufnahmeflächen zwischen 970 und 1060 m Seehöhe angelegt und ausgewertet.

Zunächst konnte die vorrangige Bedeutung der Moderholzverjüngung für Fichte bestätigt werden. So zeigte Fichte auf Totholz durchgehend höhere Verjüngungsindividuendichten als über Waldbodenvergleichsflächen. Die größeren Höhenklassen werden sogar ausschließlich von Fichten mit Moderholzkeimung erreicht. Für die Buche spielt die Kadaververjüngung im untersuchten Gebiet hingegen keine Rolle. Das Belassen von Totholz als Keimungssubstrat kann die Buche in ihren Verjüngungsmöglichkeiten demnach nicht unterstützen. Gleiches gilt für Bergahorn und Bergulme. Für

Tanne wiederum zeigen sich ebenfalls höhere Individuenzahlen pro m² über Moderholz als über Boden, was auf eine grundsätzliche Bedeutung der Kadaververjüngung schließen lässt. Da die Jungtannen jedoch infolge des hohen Verbissdrucks kaum größer als 30 cm werden können, kann keine tiefergehende Aussage über die Fähigkeit der Tannen-Kadaververjüngung gemacht werden.

Eine besondere Bedeutung der Kadaververjüngung liegt bei starkem Wachstum von Hochstauden sowie bei dichtem Heidelbeergestrüpp vor. Aber auch weniger üppige Bodenvegetation kann für den zarten Fichtensämling eine übermächtige Konkurrenz darstellen. Das Moderholz wird zwar auch von diversen Farn- und Samenpflanzen (häufig: Oxalis acetosella, Lycopodium annotium, Cardamine trifolia, Vaccinium myrtillus) besiedelt, jedoch nur in geringer Deckung und Dichte. Auch Akkumulationen von Buchenlaub verhindern das Aufkommen von Fichte, da die Fichtensämlinge sich im locker geschichteten und rasch austrocknenden Laub nur unzureichend verwurzeln können. Über den Moderholzstämmen hingegen rutscht das Buchenlaub rasch ab, sodass sich keine Ansammlungen bilden können.

Neben dem Lichtvorteil bewirkt die erhöhte Relieflage bei Kadaververjüngung eine geringere Schneebelastung. Einerseits kann so der Einfluss von mechanischen Schädigungen (Schneeschub) reduziert werden. Weiters wird durch die frühere Ausaperungszeit die Vegetationszeit i.d.R. verlängert. Vor allem führt die kürzere Zeit mit Schneebedeckung zu einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*).



Abbildung 32: Besonders reichliche Kadaververjüngung im Kleinen Urwald. Foto A. Carli.

Zu den Anwuchsbedingungen der Fichte auf Moderholz kann festgehalten werden: Grundsätzlich stellt Totholz unterschiedliche Kleinstandorte zur Verfügung: Rinde, Holz, Humus, Moos. Humus und Moos sind hierbei als durchaus günstig zur Ansamung einzustufen. Noch erhaltene Rinde über relativ jungem Totholz stellt ein grundsätzlich günstiges Substrat zur Keimung dar. Die Wurzeln des jungen Sämlings finden im Bereich zwischen Borke und Splint ein günstiges, feucht-warmes Milieu vor. Es zeigt sich jedoch, dass im Lauf der Entrindung zahlreiche Pflanzen abrutschen noch bevor eine Verwurzelung im Boden erfolgen konnte. Dies erkärt, warum entrindete Stämme mit noch relativ hartem Holz die geringsten Individuendichten aufweisen. Eine nachhaltige Kadaververjüngung erfolgt daher vorrangig erst bei stärkeren Vermorschungsgraden. So weit fortgesetzte Vermorschungsstadien werden nach JÄGER 2003: 120 erst 30 bis 40 (!) Jahre nach dem Tod des Stammes erreicht. Es zeigt sich also die Notwendigkeit einer langfristigen Planung, will man Kadaververjüngung als forstwirtschaftliches Instrument einsetzen.

Von hervorragender Bedeutung bei der Moderholzverjüngung sind Verwurzelung und Stabilität. Starke Querneigung des Modersubstrates (v.a. auf den seitlichen Bereichen der Totholzstämme) führt zu Säbel- und Kniewuchs. Aus JÄGER 2003: 83 geht hervor dass die stärker deformierten Pflanzen im Zuge der Höhenentwicklung allesamt ausfallen (Entwurzelung, Herabfallen vom Moderstamm). Aber auch im voranschreitenden Holzabbau selbst liegt eine gefährdende Standortsinstabilität. Erst das Erreichen des Bodens und die Verankerung der Wurzeln im Bodensolum bringt ein gesichertes Wachstum der Jungbäume. Auch nach der Einwurzelung im Mineralboden erfolgt die Jugendentwicklung im Normalfall ausgesprochen langsam. Auf diese Eigenheit des Urwaldes wurde bereits verwiesen.



Abbildung 33: Großer Urwald: Aus Kadaververjüngung erwachsene Fichten, die das Stangenholzstadium erreichen konnten. Trotz Verwurzelung im Boden erscheinen die jungen Bäume recht instabil. Foto A. Carli.

Abschließend nennt JÄGER mehrere Arbeiten, die sich mit der waldbaulichen Nutzung des Phänomens Kadaververjüngung beschäftigen. Als besonders wesentlich wird die Kadaververjüngung für folgende Kleinstandorte beschrieben: schneereiche Bestandeslücken unterschiedlicher Größe, Bereiche mit flächendeckender Krautschicht (insbesondere Heidelbeere und Hochstauden), schneereiche, spät ausapernde Muldenlagen, Flächen mit hohen, locker geschichteten (Laub-)Streuauflagen.

Wird bewußt Totholz zur Kadaververjüngug angeboten, stellen Stammscheiben eine bereits positiv geteste (STÖCKLI 1995) Variante dar (siehe Abbildung 34). Auch das Einkerben von Stämmen fördert die Vermorschung sowie zusätzlich die Anlagerung von Samen. Grundsätzlich sollten möglichst ebene Flächen angeboten werden, um Kniewuchs zu vermeiden. JÄGER 2003: 122 vertritt die Meinung, dass das Belassen der Rinde die Zersetzung eines Stammes fördert, da freiliegendes Splintholz rasch austrocknet und verhärtet.

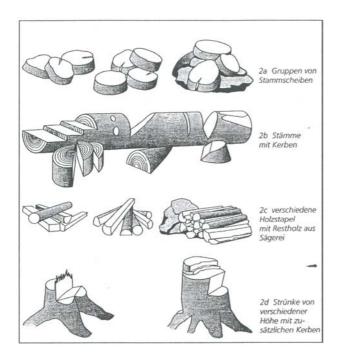


Abbildung 34: Empfehlung für die Anlage von Moderholzverjüngungsflächen aus STÖCKLI 1995 in JÄGER 2003.

6.9 Erfahrungen mit Kalamitäten im Urwald Rothwald im Vergleich zu den umliegenden Wirtschaftswäldern

Im Jahr 1966 führte ein Sturm zu 700000 fm Windwurfholz in Wirtschaftswäldern der Umgebung des Rothwaldes (SCHREMPF 1978: 52). Im Urwaldbereich wurden hingegen nur altersschwache Einzelstämme geworfen. Weitere Windwurfereignisse traten 1976 und 1990 auf, wobei insbesondere der Sturm von 1990 (28. Februar und 30. März) wieder zu großflächigen Windwürfen in den, an den Urwald angrenzenden, Wirtschaftswäldern führte. SPÖRK 1992 betont sehr unterschiedliche Verbreitungsmuster des Windwurfes 1990. Während im Urwald die Bäume einzeln bis gruppenweise geworfen wurden, wurden im Wirtschaftswald vor allem große Flächen kahlgelegt. Weiters weist SPÖRK I.c. darauf hin, dass im Urwald ein größerer Anteil bereits physiologisch geschwächter Bäume geworfen wurde.

SPÖRK 1992 untersuchte die Borkenkäferentwicklung nach den Windwürfen 1990 in Urwald und Wirtschaftswald. Die beschriebene unterschiedliche Ausgangssituation (große Kahlflächen im Wirtschaftswald, im Bestand verteilte Windwurflöcher im Urwald) erwies sich hierbei als differenzierender Faktor der weiteren Entwicklung. Das kühlere Mikroklima der kleinräumigen Befallsherde im Urwald im Vergleich zu den Kahlflächen im Wirtschaftswald führte zu einer verzögerten Entwicklung des Buchdruckers/*lps typographus*. Weiters beschreibt Spörk eine höhere Ei- und Larvenmortalität von *lps typographus* sowie *l. amitinus*. Diese wird auf eine Begünstigung insektenpathogener Pilze durch das feuchtere Klima im Urwald sowie eine höhere Dichte an räuberischen Arten zurückgeführt. Weiters beschreibt Spörk eine längere Befallsdisposition der Windwurffichten der Wirtschaftsflächen. Dies ist mit dem tendenziell besseren physiologischen Zustand der geworfenen Fichten im Wirtschaftswald zu erklären. 20% der liegenden Fichten mit Wurzelkontakt zum Boden trieben sogar in der zweiten Vegetationsperiode nach dem Wurf noch aus.

Bruttaugliches Material mit ausreichenden Wasserpotenzialwerten für einen Befall durch *Ips typographus* sowie *I. amitinus* bleibt daher im Wirtschaftswald länger erhalten. Auffällig sind weiters markante Unterschiede im Artenspektrum. Borkenkäfer der Species *Ips amitinus, Pityogenes chalcographus, Polygraphus poligraphus* und *Dryocetes autographus* wurden nur im Wirtschaftswald beobachtet, die Art *Trypodendron lineatum* nur im Urwald. *Ips typographus* und *Hylurgops palliatus* kamen auf beiden Untersuchungsflächen vor.

7 AUSBLICK

Der Urwald Rothwald stellt als Modell für ein fernes Soll-Ziel eine ideale Vorlage für die Fichten-Tannen-Buchenwaldstandorte im Nationalpark Gesäuse, insbesondere der oberen Buchenstufe, dar. Eine ebenfalls hohe standörtliche Vergleichbarkeit besteht grundsätzlich zum Urwald Neuwald am Lahnsattel, ebenfalls in den niederösterreichischen Kalkalpen gelegen. Die Verjüngungsdynamik ist nach Zukrigl et al. 1963 jedoch im Urwald Neuwald noch stärker durch überhöhte Wildstände gestört.

Standörtlich vergleichbare Urwälder für weitere Waldgesellschaften des NP Gesäuse in der Qualität des Rothwaldes sind nicht zu finden. Nach der Zusammenfassung europäischer Urwälder von LEIBUNDGUT 1993 könnten die beiden folgenden Urwaldbestände dennoch eine interessante Datenquelle darstellen:

Der Urwald Pecka im Kocevje-Gebirge in Südslowenien (60,2 ha) liegt über Kalkgestein in 740 bis 940 m Seehöhe. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt nach LEIBUNDGUT I.c. ca. 9°C. Es ist der Typ des Tannen-Buchenwaldes ausgebildet. Fichte kommt nur zufällig und sporadisch vor. Im Gegensatz zum montanen Fi-Ta-Buchenwald ist die Bestandesstruktur des Hallenwaldes ausgebildet. Der Urwald sollte als Struktur- und Verjüngungsschemavorbild für die tiefsten und wärmsten Hanglagen im Gesäuse gut geeignet sein. ZUKRIGL 1973 nennt als Grenze von Fichten-Tannen-Buchenwald zum hallenartigen Kalk-Buchenwald die Jahresisotherme von 7°C. Dieser Wert wird im Gesäuse in den Tieflagen bereits heute überschritten, im Zuge der Klimaerwärmung werden sich Bereiche mit Überschreitung des genannten Wertes jedoch zweifelsohne ausdehnen, und der Hallen-Buchenwald als PNV-Typ größere Bedeutung erlangen.

Der Urwald Bödmernwald in der Schweiz, ebenfalls über Kalkgestein, scheint nach der Schilderung von Leibundgut 1993 eine gute Vergleichbarkeit zu den Standorten der subalpinen Kalk-Fichtenwälder im Gesäuse aufzuweisen.

Nach Hasitschka 2005 stellt der Hochzinödlwald im NP Gesäuse ebenfalls einen Urwald dar. Das Gebiet wird aktuell im Rahmen einer Diplomarbeit untersucht.

8 LITERATURVERZEICHNIS

AMPFERER O. 1935a: Geologische Karte der Gesäuseberge 1:25000. Wien.

AMPFERER O. 1935b: Geologischer Führer für die Gesäuseberge. Geologische Bundesantalt. Wien.

CARLI A. 2003: Die Kraut- und Moosschicht Sekundärer Nadelholzforste im oststeirischen Laubwaldgebiet. Cbl. ges. Forstw. 120: 137-161.

CARLI A. 2007 : Forstliche Standortserkundung für das Gesäuse. Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH.

DIERSCHKE H. et BOHN U. 2004: Eutraphente Rotbuchenwälder in Europa. Tuexenia 24: 19-56.

FRIEDRICH W. 1950: Die Enns. Die Salza. Klimatologische Beschreibung. In: Österreichischer Wasserkraft-Kataster. Hrsg.: BM f. Handel und Wiederaufbau. Wien.

GRUBELNIG G. 1994: Standorts- und bestandesindividuelle Grundlagenerhebungen für schneekundliche und schutztechnische Untersuchungen des Windwurfforschungsprojektes Rothwald. Diplomarbeit BOKU Wien.

JÄGER D. 2003: Die Verjüngung auf Moderholz im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. Diplomarbeit BOKU Wien.

KILIAN W., MÜLLER F. et STARLINGER F. 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. FBVA-Berichte 82.

LEIBUNDGUT H. 1993: Europäische Urwälder. Verlag Paul Haupt. Bern und Stuttgart.

MAYER H. 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer-Verlag. Stuttgart.

MAYER-WEGELIN H. et MÖHRING/SCHULZ-BRÜGGEMANN M. 1952: Untersuchungen über den Bestandesaufbau im Kleinen Urwald des Rothwaldes. Zentralbl. f. d. ges. Forst- u. Holzwirtsch. 71: 303-331.

NESTROY O., DANNEBERG O.H., ENGLISCH M., GEßL A., HAGER H., HERZBERGER E., KILIAN W., NELHIEBEL P., PECINA E., PEHAMBERGER A., SCHNEIDER W. et WAGNER J. 2000: Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges. 60.

NEUMANN M. 1978: Waldbauliche Untersuchungen im Urwald Rothwald/Niederösterreich und im Urwald Corkova Uvala/Kroatien. Dissertation BOKU Wien.

Passarge H. 1968: Zur Ansprache des natürlichen Nadelholzanteils. Ein Beitrag zur Frage Waldgesellschaft – Forstgesellschaft. Arch. Forstwes. 17(1): 17-31.

SCHREMPF W. 1978: Der Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald "Rothwald" – Niederösterreich. Diplomarbeit BOKU Wien.

SCHREMPF W. 1986: Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald-Folgebeständen. Dissertation BOKU Wien.

SPLECHTNA B. 1994: Vegetationskundliche Untersuchungen auf der Windwurfsukzessionsfläche "Edelwies" im Rothwald – Niederösterreich. Diplomarbeit BOKU Wien.

SPÖRK C. 1992: Borkenkäfersituation nach Windwurf – Vergleich zwischen Urwald und Wirtschaftswald. Diplomarbeit BOKU Wien.

STÖCKLI B. 1995: Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald. Anleitung zum Moderanbau. Merkblatt für die Praxis 26, Sonderdruck aus Wald und Holz 76(16): 8-14.

THUM J. 1978: Analyse und waldbauliche Beurteilung der Waldgesellschaften in den Ennstaler Alpen. Dissertation BOKU Wien.

WILLNER W. 2001: Systematik, Ökologie und Verbreitung der südmitteleuropäischen Buchenwälder. Dissertation BOKU Wien.

ZERBE S. 1993: Fichtenforste als Ersatzgesellschaften von Hainsimsen-Buchenwäldern. Ber. Forsch-Zentr. Waldökosyst. (Göttingen), R.A. 100: 1-173.

ZUKRIGL K. 1961: Pflanzensoziologisch-standortskundliche Untersuchungen in den Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Dissertation BOKU Wien.

ZUKRIGL K. 1973: Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst. 101. Wien.

ZUKRIGL K., ECKHARDT G. et NATHER J. 1963: Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst. 62. Wien.

9 ANHANG

Pflanzensoziologische Tabelle

Urwald Rothwald - Nationalpark Gesäuse: gemeinsame pflanzensoziologische Tabelle der vergleichbaren Standortseinheiten (Die Aufnahmen aus dem Rothwald sind grau unterlegt.)

ad Abkürzungen Standortstypen in pflanzensoziologischer Tabelle:

Abkürzung in Tabelle	Standortseinheiten (nach Zukrigl 1961 (grau unterlegt) bzw. Carli 2007)
2.31	Schluchtwald - Variante durchsickert
2.32	Schluchtwald - Variante instabiler Boden
BAh	Bergahorn-Schuttkegel
8.32	Ahorn-Eschen-reicher Lehm-Buchenwald - mittel/hochmontane Variante
StA	Sickerfeuchte Standorte im Bu-Ta-Fi-Wald (Stellaria nemorum-Asperula-Typ)
8.1	Mittelmontaner Lehm-Fi-Ta-Buchenwald
8.21	Hochmontaner Lehm-Fi-Ta-Buchenwald - typische Variante
8.22	Hochmontaner Lehm-Fi-Ta-Buchenwald - Gstattersteinplateau
CAM 1-3	Bu-Ta-Fi-Wald auf sehr frischer Terra fusca mit Wasserstautendenz (Cardamine trifolia-Asperula-Oxalis-Myrtillus-Mosaikkomplex)
AA 1-3	Bu-Ta-Fi-Wald auf frischen Terra fusca-Kolluvien, untergeordnet Rendzinen (Adenostyles glabra-Asperula-Typ)
HAL	Hochlagen-Bu-Ta-Fi-Wald auf frischen Terra fusca-Kolluvien und Humusböden (Helleborus-Adenostyles alliariae u. glabra-Luzula sylvatica-Typ)
7.32	Hochmontaner Kalk-Fi-Ta-Buchenwald - trockene Variante
7.31	Hochmontaner Kalk-Fi-Ta-Buchenwald mit Hochstauden
CHA 1-2	Bu-Ta-Fi-Wald auf frischen Terra fusca-Kolluvien, untergeordnet Rendzinen (Calamagrostis varia-Helleborus-Adenostyles glabra-Typ)
7.21	Carbonatschutt-Fi-Ta-Buchenwald der unteren Buchenstufe
7.22	Carbonatschutt-Fi-Ta-Buchenwald der oberen Buchenstufe
KFF	Kalkfels-Fichtenwald
12.3	Trockener Kalkhang-Fichtenwald
BL	Blockfichtenwald
4.1	Carbonat-Blockwald

ad Abkürzungen Bodentypen in pflanzensoziologischer Tabelle:

Abkürzung in Tabelle	Bodentyp
Mo-RN	Moder-Rendzina
RN	Rendzina
KL-RN	Kalklehm-Rendzina
KB	Kalkbraunlehm
ps. KB	pseudovergleyter Kalkbraunlehm
KR	Kalkrotlehm
HN-PS	Haftnässe-Pseudogley
typ. PS	Typischer Pseudogley

				della		lz-reio	he		Lehm-F	ichte	n-Tanne	n-Buch	nenwa	ldstan	dorte						Kalki	nang-F	ichten-	Tanne	n-Buch	enwalds	tandor	te								ener suba	-	F	Blockv	vald
Aufnahmenummer	Schicht	Stetig gesan Ses.,Ro	nt, 🧸	224	280	271	23.1 22.7 26.	2545	8 2 33	7256 7255	7205 230 219	Z18 Z25	746 730 748	2 2 2	223	745 795	2 2 2	250	222	233	235	8 4 2 8	243	223	774 770	7197 7196 241	7263 7302 7304	7211 7301	155 1234 1252	252 2121 223	34 2	32.37	7305 7257	32.28	7191 271 237	2100 238 276 277	248 249 7229	1307	85 23 15 98	1311
Standortseinheiten	0,	,.	24	32 4	32 0	32 0	\$ \$ \$	\$ \$ \$ \$	222	22	8.21	7 E E	252	CAM1	SAM2	AM2	AM2	SAM2	SAM3	K 43	2 8 8 8 8 8	8 8 8 8 8 8	333	¥ ¥ ¥	<u>₹</u> ₹	32.32	31.32	20.00	, 6, 6, 6,	CHA1	HA2 HA2	2222	222	8888	7.22 (FF	<u> </u>	22.23.23.23.23.23.23.23.23.23.23.23.23.2	2.3	~ ~ ~	2.7
	$\exists \dagger$		9	5 23	20 80 80	50 8	50 8	252	6 0 0	00	380 880		080		090	0 2 6	2000	000	0000	40 /	200	500	2000	060	2 9 2	1430 7 1460 7 1325 7	09 7	260 7 270 7	8888		10 0	- 1 - 1 - 1	- 1 - 1 -	60 4 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	00.00	25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 2	50 1	90 2	2 8 9	10 4
Seehöhe in m Neigung in Grad			7	35 85 33 35 35 35 35 35 35 35 35 35 35 35 35	2 11	1 1 1	2 2 2	25 57 12 12 15 13 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	3 90 90 91	9 2	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5			9 6	228	8 2 8	5 6 6	8 2	8 6 6	5 12	40	5 2 2		' '		83 4 4 4 5 4 5 7		3 2 2 2 5		8 6 8 8 E 8 E 8 E 8 E 8 E 8 E 8 E 8 E 8	2 2 2	8	2 2 2 2	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	21 2 4	8888 4464	3 5 5 6	5 4 5	0 0 0 2 5 5	4 5
Neigung in Grau			c c	5 ≥		>					- m - c	_	_			7 O W	-ou ≥	0 0	000	00	- 0,0	- A -		- 1					~ >	≥ ω 4 ω	0.00) () 9 () 4 (100	0 4 ω ω α			6			
Exposition			NO.	RN WN	KB S		SS RN O	880	-PS SO -PS SSW KB SSO	SW PS SSI	PS SW PS O	S S	SSW .	, as SW	8 × ×	ν , <u>ς</u>	OSO , MANA	z,	σ , Ø	SN SS(RN SO	RN RN SO SO SO SO SO SO SO SO SO SO SO SO SO	8888	SSI SSI	RN SO SO SO	SSW SW SN O	SŽŽ	S Z Z	NNW NNW O	Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z	SSC	NAN NA NAN NA NAN NA NAN NAN NA	0 S	NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA N	SW - WS	S OSO E SO	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	; % o	S S S	8
Bodentyp			2		S AB	& £		3 2 2 2	P H S	윤북		9 2 2	## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ##	2 2 2	<u> </u>	5 6 <u>2</u>	<u> </u>	₩ ₩	2	즐즐	쥬	주주준	Z Z Z	2 2 9	^K 구 ^K	구	<u> </u>	K R N K L-R N		5주주주	Z Z	주름 & 2	쥬쥬	<u> 주주</u> 등	2 Z Z	Z Z Z Z	주주 및	Z Z		
			pueda	hang	lhang	lhang	lhang ken lhang	gmulde	elhang elhang igverebn.		gverebn. e	e lhang	rhang	hang hang	nhang le	Ken Ken	ılalığ r hang	hang	le r nhand	(en (hang	shang rhang	ihang ihang	lhang	lhang lhang	lhang ken lhang	elhang				hang hang hang	lhang	inang ihang thang		en Ihang De	Le Ue	cen cen cen ihang	hang Ihang	hang	khalde khalde khalde	
Geländeform			atul	Obe	Mitte Mitte	Mitte	Mitte Rücl Mitte	Han	Mit Har	į	Han	KR0 Mitte	Rüc Unte	Flac	Flac	KRū Ebei	Eber	Flac	Mulc Eber	Rücl	Mitte	Mitte Mitte	Mitte	Mitte	Mitte Mitte	Σ				M M M	Mitte	Mitte		Rücl Mitte Kup	Eber Rüci	Ruc Ruc Ruc Mitte	Obe Mitte	Mitte	Bloc Bloc Bloc	
L-Zahl gemittelt			4	5.4	4.7	4.5 5.0	4 4 4 6 8 6	0.44	6.4 6.8 8.	4.4 4.4	8. 4. 6. 6 8. 6. 0. 6	4 4	4 4 4	4 4 4 .0 6.3	4 4 4	4 4 4	4 4 4 υ – ω	4.0	3.9	4.24	0.4	4 4 4 E 7 C	4 4 4	7.4 7.4 6.3			5.6 5.0	5.0	5.25	0.44 0.9.7.	5.0	0 4 6 4 4 6 5 4	5.0	5.3 5.5 6.5	4.6 5.8 5.2	5.3 5.0 5.6 5.7	6.0 5.4 5.7	5.0	5.9	5.7
T-Zahl gemittelt			4	2.4	4.6 6.4	4.8 2.2	4 4 4	6.4.4	4 4.6 6.4 6.3	4 4 2 6	4.6.4. 6.0.0	0.4.4	4 4 4 6 4 6	4 4 4	4.4.	4 4 4	4 4 4	4.5	4 4 4 6 4 6	4. 4. 4	4 4 4	4 4 4 4 7 6 6	6.4.4	5.44	3.9 3.9 3.9	3.9 9.0 0.4	4.3	0.4.6 8.8 8.8	. & & & & & & & & & & & & & & & & & & &	4 4 4 0 6 4 4	3.9	4 4 4 4	4 4 4	3.9 5.0	3.5	3.58	E. E	3.5	3.3	3.5
K-Zahl gemittelt			2.7	3.5	3.5	3.7	3.5	3.6.5	3.5	3.5	3.55	3.0	3.5	3.5	3.5	3.7	3.5	3.5	3.5	3.3	3.3	6. 6. 6. 4. 7. 7.	3.7	3.5	3.6	3.7 3.8 3.6	3.5	3.7	3.7	3.6	3.8	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	3.8
F-Zahl gemittelt			ď	5.7	5.7	5.8	5.7	6.0	5.3	5.4	0.0 0.0 0.0	5.3	7. C. C.	5.6	5.5	5.6	5.8	5.6	5.7	5.3	5.3	7. 0. 7. 7. 0. 4	5.3	5.3	5.3	5.2 5.3	5.5	5.3	5.6	5.2	5.0	5.7	5.25	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	5.4 5.4	5.3 5.5 5.0	5.7	5.3	5.5	5.4
R-Zahl gemittelt			9	6.6	6.3	6.9	6.5	6.6	5.5	6.1	8.0 4.4 6.0	6.1	0.0	5.8	5.5	5.5	5.9	5.4	5.0 2.0 5.0 5.0 5.0	6.5	6.3	6.3	5.8	6.1	6.2 7.0 6.2	7.0 6.8 6.0	6.3	6.3	6.2	6.7 6.7 6.1	6.3	6.0	7.1	6.4 4.0 5.0	6.1	6.6	6.6 6.2 6.5 6.5	6.5	6.6 6.3 6.1	5.8
N-Zahl gemittelt			0	6.4	6.0 5.6	6.5	5.5	6.1	4 4 4 0 0 0	4.7 5.6	4 r0 4 4 0 4 0 0	5.6	6.0	5.4	5.1	5.2.2	5.6	5.6	5.7	5.6	5.9	5.00 K	5.4	8.4	1.0 1.0 1.0	4 4 4 6 7 4	5.4	5.0 5.1 4.4	5.0	5.0 5.0	4 4 6 Θ ε ι	4 4 4 n	6.8	4 4 4 1 0 0 0 0 1	3.8	8.4.8 8.0.6 8.30 8.30	7.8 7.4 6.4 7.5	4 4 5 5 2 2 6	4 4 4 Ω 8 ε	4.
Fraxinus excelsior Fraxinus excelsior		5 5 3	0 1	12.	: :	22 r.																									: :	1								1
Fraxinus excelsior	K ′	6 14	2 1	_	1 1				r + r	. r	<u> </u>	<u>. </u>			<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	<u></u>				<u></u>	. +	r	<u></u>	r			<u></u>			+ r + +	·	<u> </u>					<u></u>	Ĺ
Acer pseudoplatanus Acer pseudoplatanus		3 27 4 1	16 4	1 . 3	2 2	2 2	. + .	. 1			. 1 2					. +	1	+ .	+		+	. + .	+ +		. + .	. 1 .	1 + 2	+ 1 +	1 + 2	2 1 + 1		2 + 1 +	+ . 1	1 . +	2	+ 1 +	. + .	 r		1
Acer pseudoplatanus		7 35	٠.	2 + +	1 1	+	+ + +	+ + + .	+ + +	. +	+ 1 1	+ .	. r +	+ + 1	+ +	. +	. + +	+ +	r + +	rr.	+ +	. + +	+ 1 -	+ r +	+ + +	+ + +	1 + 1	11.	+ + .	1 + + +	+ .	1111	+ + 1	+ . r	1 . 1	+ 1	r + .	r		i.
Picea abies Picea abies		98 43 58 19		2 2 +	3 3	. 2	2 1 1	1 2 + 2	4 3 4	4 5	5 1 3	3 2 2	1 1 1	1 2 3	+ 2 :	2 1 2	2 1 1	2 2	. + 2	2 + 2		1 + 1	1 2 2	2 2 3	2 1 1 1 1 2	4 4 2	r 4 4	4 3 .	3 3 +	2 2 2 2	1 3	3 . 2 4	4 4 3	1 2 1	3 2 4	4 3 2 +	3 3 4 4	4 3	1 3 3	4
Picea abies		59 22			+	. r	+ . +		r 1 1	2 .	. + .	+ +	11+	+ 2 1	2 1	. т. 1 + :	2	1 1	1 + +	. 1	_	. + +	+ .	+	. + .	+	+	r		+ + .	+ +	+ 1 1 .	+	1	+ + .		. +	+ . +	2 2 2	+
Abies alba		34 18				+ 2	2 2 2	2 . 2 +				. 3 2	3 3 3	3 2 2	2 2 :	2 2 2	2 3 3	3 2	2 3 3	2 2 1	1 2 2	2 2 2	1 2	1 2 1	2 1 3		. + 3	2 2 +	1 + .	2 2 3 2	1 2	. 1 . 1	1 + 3	22.	2				+	
Abies alba Abies alba		6 1 59 14				 r .	+ + +					. 1 +	+ + 1	 1 2 1	11.	 + + :	+ 1 + 1	+ +	+ + +		+ + + 1	+ + +	1 + 1	1 + +	. r +		+	. + .	+ + .	+ + 1 +	 + r	 r 1 + .	+ +	1 + .	+				+ . 1	i.
Larix decidua	B 2	28 27	1 .						+		1	3														+	r + 2	1 4 2	2 4 4 1	2		2	2 3 3	2 2 2	1		22.	+ +	+	+
Larix decidua Larix decidua		3 3 3	0 .																								 r										r	+ .	 1	+
Fagus sylvatica	В 7	7 28		F	. r	2 3	3 3 4				. 4 3	3 . 4	3 3 3	3 3 3	3 3 :	2 3 3	3 3 4	3 3	3 3 3	3 4 2	2 2 3	3 3 4	3 4 3	3 3 3	3 3 3		4 3 .	+ 3 4	3 + 4	. 3 3 3		3 4 4 3	3 3 2	2 . 3	2 2 +	1			+	3
Fagus sylvatica Fagus sylvatica		51 5 68 22	46			+ r	1 + 2			 r +	. 2 . 1 r	. 2 2	2 2 4	4 3 2	2 2 :	21;	3 3 +	2 3	2 3 3	. 2	3 3	2 3 1	3 2 3	3 + .	3 1 2					. 2 + + r 1 2 1		. +		r	. 1 1	r + + .			 r + r	:
Pinus cembra	K	1 1	0 .					· · · ·																					· · · ·									. : : 		+
Ulmus glabra		8 1	7 .	2 +		٠.	1	1											. + .	4	٠	+								+ .										F
Ulmus glabra Ulmus glabra		2 2	9 1	· · ·		. +		+					. + .						. r .			 + + r	r .			: : :					: :									1
Sorbus aucuparia	В	2 2	0 .																									. + .	. r .											E
Sorbus aucuparia Sorbus aucuparia		9 2 33 27	7 . 6 .		1 +		. r .		1	+ +	+				. r		. + . 						r .		r . +	+ + .	+	1 + .	+ + .	+	: :	+ + . +		 1 r +	1 + 1	+ + + +	1 +		+ 	r
Corylus avellana	В	1 1	0 .			+ .																																		
Corylus avellana Corylus avellana		2 2	0 .	. 1	. r	1 .			l: : :																						: :									
Sambucus nigra	S	2 2	0 1	rr.					<u> </u>		· · ·																		· · · ·									 		Ė
Sambucus nigra Lonicera alpigena	- 1	1 1 1 1	0 .		r			<u></u>		- 4	<u> </u>																	<u></u>	<u></u>			<u></u>		<u></u>			<u> </u>	<u> </u>		Ŀ
Lonicera alpigena	K 3	80 16		1 1 .	. r	. 1		<u> </u>	<u> </u>		· · ·		. r .	+	. +	· ·	+		. + .	1			<u> </u>	+	. +	r		+	+	+	+ .	<u></u>	+ +	<u></u>		+ + . +	. r + -	 ⊦ r .	. + .	Ĺ
Salix appendiculata Salix appendiculata		3 0 3 3	3 .																																				+ 1 +	1
Pinus mugo	S	5 3	2 .		Ŀ			<u> </u>			<u> </u>		<u></u>		<u></u> .	<u> </u>	<u> </u>								<u></u>		1 : :		<u> </u>		<u> </u>	<u></u>	<u> </u>	<u> </u>		4	+	. +	2	1
Polypodium vulgare		1 1		٠																																				Ŀ
Alnus alnobetula Sambucus racemosa		1 0																																					1 + r .	1
Prunus avium	K	1 1	0 .	[Į.				[. i i]																	-			-										ŀ
Tilia platyphyllos Acer platanoides		1 1 1 1	0 .	. r .						• •				 																		 . r								1
Clematis vitalba	ĸ	1 1	0 .																															+				. : :		Ü
Rubus idaeus		6 10		٠.,	1 .	. r			+	+ .													. +					+		r .						+		. r +	+ + .	
Rhododendron hirsutum Lonicera nigra		2 1						 						 r	. +													+								 + r . +	+		2	+ ;
Lonicera caerulea		2 2		[ļ																						.													

Rosa sp. Clematis alpina	K 43 K 3	16 27 3 0																															. + + 1												
hinsichtlich Stickstoff und Boden Impatiens noli-tangere Geranium robertianum Stellaria nemorum Dryopteris filix-mas Polystichum aculeatum Epiobium montanum Circaea alpina Adoxa moschatellina	K 14 K 21 K 11 K 41 K 34 K 29 K 7	6 8 7 14 4 7 16 25 16 18 11 18 3 4	+ 1 1 + 1 + 2 2 1 + 1 1 + r + +	1 1 1 2 2 + 1 + 	1 1 1 1 + . + 1 + r . +	+ . + . + . + . + . +	+ + 2 . 1 + 1 3 3 + +	+ . 2 . +		r . + . . r + +	+	 + r . 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1 .			 . + . r + . r	 + + 		. 1 + + r . . +	r + r r + + . + +	. r + + + . r +	+ + + + r . + + +	r .	 . r 	. + .			1 + .	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 . + 	2 . + + + r + .		• •		+ 1 + . + +	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			+			+ + +		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Kalkzeiger: Adenostyles glabra Helleborus niger Daphne mezereum Polygonatum verticillatum Ranunculus nemorosus Campanula scheuchzeri Euphorbia amygdaloides	K 71 K 59 K 58 K 43 K 38	28 30 29 14 30 8	+ . r + + + .	. 2	r . . + + r	. 1	1 + + r 	. 1	. + + r r + + + . +	r 2 1 + 2 2 1 1 1 1	1	. r : r . . +	r r . + . + +	. + . + . + . r	 + + + + . +	 ! . r .	 + + . 1	 + . + . 	. +	. + · + . + . ·	+ r +	1	1 1 . r . r .	+ + + + . r	1 + r + . + 	2 1 1 + + + + r . + . + +	2 2 + + + 1 . 1 . 1 1	1 2 r + r + r + r + r + r + r + r + r + r	3 3 2 + . 1 + + + . 1 +	2 3 2 I . + + 1 . + + + + 1 +	2 2 + + 1 + 1 + 1 +	1 1 · · · · · · · · · · ·	+ 2 1 1 + + 1 . + 1 + + + + + + + 1 2 .	1 + . r + . + + . 1	1 2 + + 1 . . 1 + .	+ 3 2 + + + + + . . 1 . + + +	2 1 1 + . + . 1 r . 1 1	+ 2 . + . 1 . +	1 1 + + + + + + + + . + 1 r +	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	+ 1 r . + 1 + 1 + 1	+ + + + + + 1 1 + 1 1 2	+ 1 r + + . + 1 . 2 1 1		2 . 2 . 1 . + +
Kalk-Hangschuttzeiger: Aconitum lycoctonum Valeriana tripteris Cirsium erisithales Rubus saxatilis Gymnocarpium robertianum	K 51 K 20	29 22 16 4 9 6	+ 		. r . +	. 1	 			. 1			r 				 				. + .		. + . 	. +	+ 1	. + .	+ 1 + 1 . +	1 +	+ + 1 r r . . r .	l 1 1 . + .	+ . 	. + + r	 + + + 1 +	1 . r r +	+ 1	1 2 .	. 1 +	. 1	+ + 1 . + + +	1 . 1	1 + r +	1 . + 1 + 2 1 . 1	+ 1 1 2 I + +	1 + 2	 1 .
Magerzeiger: Sesleria albicans Erica carnea Polygala chamaebuxus	K 11 K 13 K 9	9 4										j															. r	+ .					 + 1 + 1	1	+ .		. r .	+ .		. 1 .	+ .	. 2 +	٠	1 .	1 .
Bergrasenarten: Carduus defloratus Senecio abrotanifolius Bellidiastrum michelii Carex ferruginea	K 18 K 26	9 9 14 12											 				 r						 		 . r	1 + +	+ . + +	+ +					. + . +		+ .		 . r .	 1 .	1 + + 1 + .	+ 1 +	+ . 1 .	1 + 2	2 1 . + . 1	1 +	 1 +
Kalkfelshafter: Asplenium viride Cystopteris fragilis Moehringia muscosa	K 39 K 27 K 42	23 16 13 14 23 19	r + . + . + +		. r . +	. + + . + r .	+ . + r	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +		. +	. + .			+ . + .		+ . + 	+ + . . + . +			· · · ·	. + . + + .				. r r .	. + . . r . . + .		+ + r +	r 1 +	+ + 1	. + + +	1 .	. +	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		1 + . + 1 + +			+ . + + + + +	+ r +	+ + . 1 + 1	+ 1 1 + . + + . 1	1 1 2 + . +	1 1 1 : - + r -	2 1 + 1 1 1
Lehmzeiger der Buchenstufe: Petasites albus Carex sylvatica	K 13 K 48	11 2 15 33	1 . 2	2 + 1 - 1 1	2 .	+ . +	 + . +	. + 1	+ . 1 1	2 1 1 1	 r	 						 + +		. . +	 + + 1	+ . + +	 1 + +	 · . r				. 2	+ r + +					 •				. + . +					. .		
Zeiger für saure, pseudovergleyte Blechnum spicant Thelypteris limbosperma	K 18 K 16	8 10 11 5	 	+ .				. 1	r 1 2 1 1 3	. +	r r ı		r		. + . +	. + 1	r 	. 1	+ . + +	1 .	r				: :				1				+ . + . +					 + .							 + .
durchgehende Arten der Buchens Mycelis muralis Prenanthes purpurea		33 22 22 37	. + + r	1 .	. 1	+	. r . +	. +	. 1 1	+ +	+ + .	r	 r r +		 + +	 r + .		r . + +	. + r +	. + 1 . •	+	+ . + +		r . · + +	+ .	1 + +	. 1	1 1	+ + +	+ + 1	1 1 1 1 .	+ + +	+ + + +	+ + 1 + + .	+ 1	+ + +	+ r 1	+ + + 1	. + +	+ + .	. 1				 + .
Laubwaldarten der Buchenstufe: Sanicula europaea Viola reichenbachiana Carex flacca Neottia nidus-avis Carex digitata	K 47 K 14	18 29 10 4 13 4	+	r 1	1 .	+ . +	+ + .	. 1	+ r + 1 . +	· 1 .		[.]	+ + + · · ·	· . +	. + 	. + .	. + + 	. +	+ + -	+ .	. + 1	+ + 	+ + + . r .	· + .		+ + +	 . 1	. 1	2 1 + . r . + + .	+ ·	1	. 1	1 + 1 .	+ . r 1 +	. + . 1 r +	+ . + +	+ + . +	. 2	 +						
Laubwaldarten der tief/mittelmont Brachypodium sylvaticum Salvia glutinosa Anemone nemorosa Hepatica nobilis Carex alba	K 9 K 14 K 9 K 10 K 10	henstut 9 0 14 0 9 0 10 0 9 1	fe:	1 1 1 +	1 . 2 1 			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	+ + 2 1 1 1 + + +	2 .																			2	 I 1 .		. +		1	 1 +	+ + + .	+ + . 1 .	. +							
hochmontane Arten: Saxifraga rotundifolia Adenostyles alliariae Luzula sylvatica	K 34 K 37 K 44																																												

Viola biflora	K 34	26 8	r .	. +	+ . +			+ .		2	! 1														.	. +	+ 2 +	. 2	3 1 +	. +	1 2 2					+	· r .	. 1	1 + .	+ 2 .	2 2 1	1 1 +	+ . 1 1
Schwerpunkt auf subalpinen Kall Polystichum lonchitis Leucanthemum atratum Poa alpina Heracleum austriacum Soldanella alpina	K 34 K 10 K 7 K 8	ten: 19 15 5 5 3 4 8 0 6 0			 	 	 			·			 			 									 		. 1 . 	 + .	 		. + .			 + .			 + .	+ + +	+ . 2	+	1 . + . + + . +	1 . 1 . 1	+ . 2 . 1 . + .
Fichtenwaldarten, Rohhumuszeig Luzula luzulina Melampyrum sylvaticum Vaccinium vitis-idaea Lycopodium annotinum Huperzia selago Homogyne alpina	K 25 K 21 K 16 K 29 K 37	19 6 16 5 10 6 11 18 22 15 14 4			 			. 1	+	. 1 + 2 . + + r +	· · . 1 1 · r		 	 1 2 :	 2 3 ·	 1 r . . + +	 + 1 + r		 . + 3 r + .		 r					. +	. + 1 + 	. r	1 . 1 r 	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	 r 	+ r	+ .	+		 + . r +	. 1 1 . · 1 . · + +	1 . 1 . r . 	1 . + . + 1 . + . . r .	1 r 	1 + + . 1 + 1 1 +	1 + + 1 + + 1 + .	1 + + + . 1 1 + 2 2 2 2 . 1 + + 1 1
durchgehende Säurezeiger als Di Vaccinium myrtillus Hieracium murorum et bifidum	K 74	32 42	Ĭ			. r																																					1 2 3 2
Basenzeiger: Primula elatior Phyteuma spicatum		32 10 28 12																																									
weit verbreitete Arten, die auf zu Deschampsia cespitosa Lamiastrum montanum Lysimachtia nemorum Veratrum album Cardamine trifolia Gymnocarpium dryopteris Athyrium filix-femina Dryopteris carthusiana agg.	K 50 K 76 K 42 K 34 K 43 K 40 K 66	17 33 28 48 27 15 20 14 16 27 19 21	1 1 + . + . 2 . 1 . 2 +	3 . 1 + 1 . . + . 1 . +	 1 1 1 1 1 . r . 2 1 	. + 1 1 1 . 1 +	1 . r 1 1 + + 2 . + + . 1	+ 1 . + 1 . 	2 2 1 . 1 + + 1 2 . + 1	1 1 + 1 + + . 2 1 +	+ r . 1 . 1 r . r 	. 1 +	+ 1 1 - · · · - · · 1 2 2 - 2 1	2 1	+ 1 · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1 + + . + 2 1 + + + r 1	+ + + . 2 1 1 . 1 r	+ 1 - + + r . 2 2 2 2 1 2 - 1	+ 1 + + + . r 2 2 1 1 2 + + + +	+ 2 1	+ + 1 . + + + + + .	1 1 · . 1 · 1 . · + +	+ + 1 + . + + +	1 1 -	+ + + 1 r 	· + .	 + + + . + . 	+ 1 + 1 . 2 . 3 . +	. + + 1 . + 1 2 . 3 1	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +	+ 1 + . 1 r + 1 + + . 1 1 + +	+ r + + r +	+ . + + +	1	. 1 +	1 . + + . 1 . . 1 + . 1 +	· . 1 . + r . · . 1 · 1 .	. + .	 . r	1 . + + + . + 	+ + + r . +	+ 1 + r	
durchgehende Waldarten: Oxalis acetosella Solidago virgaurea Senecio ovatus	K 64	28 36	1 .	r 1	. 1 +	+ .			+ + +	+ . 2	r	+	+ + .	1 +	+ +	r + +	. +		+	. +	+ + .	+ .	+ r	+ + +	+ + .	. +	+ 1 1	. +	. + +		+ + .	+ + +	+ + +	. r	. + +		. 1	. + .	. + +	+ + +	1 . +	1 + +	+ 1 3 3 + 1 1 1 + . + .
durchgehende kalkliebende Wald Calamagrostis varia Cardamine enneaphyllos Fragaria vesca Paris quadrifolia Mercurialis perennis	K 54 K 66 K 50 K 61		+ 1 + . 1 1	 + + . . +	r . 1 + 1 1 .	+ + r +	r + . + .		 . 1 ÷	+ + + 2 . + .	· ! . + . + + +	+ + +	+ + 1	. 1 . + + 1	. 1 . +	. r + + r . +	+ + + +	. 1 .	. + + r + .	. 1	. + + + 1 . + . +	· r 1 · . +	 + . + .	1 + r .	+ . + + . + +	+ + +	. 1 1 + + 1 	+ 1 + . . +	1 + 1 1 + + +	. 1 1 1 + +	1 1 1 + + 1 + . 1	. + + + + r r	+ + 1 r 1 . . r .	+ + ⁻ . 1 -	1 1 1 + . + . 1 +	+ 1 1 + + + + . +	. + · r 1 · . +	. 1 · + . ·	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + + +	+ + 1 1	+ r + . + 1 	+ + . + .	2 . 1 . 1 . + + + . + +
weitere häufige Waldarten: Knautia maxima Melica nutans Urtica dioica Digitalis grandiflora Veronica chamaedrys Poa nemoralis Galium pusillum agg. Polypodium vulgare Phegopteris connectilis Carex ornithopoda	K 40 K 16 K 18 K 15 K 17 K 24 K 14 K 14	11 13 23 17 10 6 14 4 10 5 9 8 15 9 7 7 8 6 5 7		+ r · + + . 1 . 1	+	r .	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	. +	1 1	+ . 1	*			+						+	+ + . r	. r		r . 1	1 1 1 1	+	+ 1 + + r +		1 1 1	. + · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	+ r r r . + + .	+		+	. + + . + . r . +	2 + +	. + r 1 .	+	+ + 1 + . + . 	1	+ + 1 + + . 1 r . r + + + +	1 . 1	+ +
Starke Abweichung im Artenspek Galium odoratum Cardamine flexuosa Veronica montana Rubus fruticosus agg.	K 45 K 10 K 13	7 38 2 8 1 12 0 5		+ r		2 2 + . . r	+ + +	+ .			1						r . + .	+ . •	 +		+ . r	· + .			. .					1		. + . 											
Sorbus aria Betonica alopecuros Buphthalmum salicifolium	K 17	5 0 17 0 6 1			 r					1																	1 + 1	1 .	r + .					1 + -	+ . +					. + +	. + 2	1	
Galium rotundifolium Hordelymus europaeus Gentiana asclepiadea Veronica urticifolia Ajuga reptans	K 7 K 16 K 17	11 0 6 1 15 1 17 0 22 2	 + .	. r . r	 1 . r +			. 1 . r	+ + .	. 2 . 1 r + .	+		 										+ .				 . + . +	 . + . 1	 + 1 1 1			+		 + . r . '	 + 1 1 +	 . + + . + +	·		 				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·

Maianthemum bifolium Lilium martagon		9 16			. + . . 1 1			1 1 1 2				1 r										 r r					+	
Crepis paludosa	K 1	7 15	2 .						+	 	 						+	r +	11.	1 . 1	1 + +		. +		. 1		+	. + + .
Ranunculus platanifolius Euphorbia austriaca	K 1	1 11 8 8	0 1	r.	r . r				+											1								+ +
Chaerophyllum hirsutum	K 1	9 16	3 .		+ 1 1		r		H 1								+		1 2 .	1	+ 3 1						. r + . +	. +
Hypericum maculatum Dactylorhiza maculata		0 16 2 12		. r	. r . . r .			+ r 1 . r r . +	+	 	 						+	. + r	. + 1	+ + .	+				+ . r	+ r .	1 . 1	1 1 .
Ranunculus lanuginosus Doronicum austriacum		7 7 8 8			. + +			+ .	1	 	 								11.									
Aruncus dioicus	K 9	9 9	0 .		1				.		 								+ r .	+	. + r				r			
Actaea spicata Ranunculus montanus		9 9 3 22	0 +		. + .			+			 							. 1 . 1		1 + 1			. r + 1		+ 1		11.+.	
Wesentliche Moose, die von Zukri Ctenidium molluscum		bei ein 7 38			hmen r		rden:		. 21+.	2			1					221+	1112	12+	2 1 1	Ī	11.1	2 1 1	. 1 . 1	2 + + + +	111222	1 . 1 1 2 2
Fissidens dubius/F. taxifolius	М 3	1 28	3 +	+	. 1 +	+	+		. 1		+							2 2 + +	. + +	+ 2 +	. + 1		+ 1 1	+ + .	+ 1	+	11.1.	2 .
Tortella tortuosa Plagiochila asplenioides		0 33					+			2	+							2 2 + + 2 +							+ 1	+ . + +		1 2 2 2 2 2 1 2 2
Hylocomium splendens	M 2	2 18	4 .					2 + . 2	2 2									. + + .	. + .	1				+	. 1 + 1	+	r . 1	1 2 + 1 2 4
Dicranum scoparium	М 3	6 31 7 13	5 .					2 1 + 2	2 + + .											. 1 .	. + .		+	+ . 1	1 1 + 1	+ . + .	11.+1	1 1 1 2 1 2
Rhytidiadelphus triquetrus Pleurozium schreberi	M 5	5 4	1 .															. +		2 + .						+ +	+	1 + . + 2 2
Polytrichum formosum		3 20						1 + 2 3	+ + . 1		+							+		. 1 .	+				. 1 2 1		. 1 2 2 . :	2 1 1 . 2 2
Plagiomnium undulatum Plagiomnium affine		7 5 : 4 4			+ + . r . r		+		1		+																	
Rhizomnium punctatum	M 5	5 3	2 +							1	+										. + .				. 1			
Eurhynchium angustirete Thuidium tamariscinum	M 1	2 11 0 10	0 .	+				. 1 + .												. + .								
Thuidium sp. Hypnum cupressiforme		2 0 :					:		2	1	+												+			+		
Polytrichum juniperinum Mnium spinosum	M 3	3 1 : 6 16	2 .	.	 + + .													1										
Mnium marginatum		3 0							1																			
Weitere Begleiter: Asplenium trichomanes	lul a	3 7	ء ا ۔			rl+ + .	+						l.	_					ı			!		_			. r . + ·	
Galium sylvaticum	K 1	3 6	7 +		+	1					 			+	:	٠	. + .	$. \ . \ r \ .$								+ + .	. r	
Veronica officinalis Cicerbita alpina		2 6 0 5	6 . 5 +				. + .	. r + +		 		+			+							+		+			r +	
Arabis alpina Valeriana montana			5 . 5 .	. +		+				 	 				r			+	. 1 .	. + .	. + .					+		. 1
Pimpinella major	K 1	0 7	3 .					+	. +	 	 						. r .	r								+	+ + . +	
Carex brachystachys Senecio subalpinus	K 9	9 6	2 .			r				 . + .	 						+	2		. 1 .	. + .				. +		1 + .	
Euphorbia dulcis Myosotis sylvatica		B 5	3 .	. 1	. 1 +	+			+	 	 		· · · · · · ·	+ +	+		+ . +		r			r .		. + .				
Thymus pulegioides Arabidopsis arenosa			3 .	+					1:::::	 	 							r . + .								+ . +	. 1 2 . 1 1	
Cyanus montanus	κ 8	8 6	2 .		. r .				. +	 	 						. r .	+ + + .				r					+	
Listera ovata Prunella vulgaris	K 8	8 5	3 .		 r			r									+		r r .			r r				+		r
Geranium sylvaticum Leontodon hispidus			3 . 2 .		+				r	 	 						r +									. + + +		+ 1 + .
Galium mollugo agg. Aconitum napellus agg.	K	7 6	1 .					r	+									+ + . 1				. +						
Silene alpestris	K 6	5 5	1 .							 	 														. +			1 + 1 .
Moneses uniflora Thalictrum aquilegiifolium		6 6 6 6	0 .					r	+	 	 			 						+					. +			+ .
Calamagrostis villosa Lotus corniculatus	K 6	6 6 6 5	0 .							 	 							. +									+ 2 1	1 2
Cardamine bulbifera	K 6	6 2	4 .	+	+ +	. + +																						
Galeopsis speciosa Chrysosplenium alternifolium	K 8	5 3	3 +	r + 	+	. +	. + 1			 	 																	+
Corallorhiza trifida Anthoxanthum odoratum			0 .					 r +	+	 										+ . +			r	+			111+	
Trollius europaeus Cystopteris montana	K 8		0 .						+	 	 										+ + .							+ + .
Gentiana pannonica	K 8	5 4	1 .							 	 									+	r +				r .		+ .	. r
Poa hybrida Aquilegia atrata			3 .	+						 											. 1 .						1	
Scabiosa lucida	K t	5 5	0 .						.	 	 												. r				+ . +	1 + .

Pulmonaria officinalis	K 5		0	. 1 1 1			+	 	+			
Aegopodium podagraria	K 4		0	1		+ +	+	 				
Silene dioica	K 4			. +			. r	 				
Milium effusum	K 4		0 1 .		+			 				r
Orthilia secunda	K 4							 	+	+	1	
Luzula luzuloides	K 4						+	 			r	
Silene pusilla Avenella flexuosa	K 4						1	 		+ . +		
Chaerophyllum villarsii	K 4							 				+ + 2
Epipactis helleborine	K 4							 	+		r	
Valeriana saxatilis	K 4	4					1: : : :				+ r .	
Euphrasia salisburgensis	K 4	3	1		.]			 	+			+ . + . +
Aquilegia vulgaris	K 4	4	0		.]			 	. + +	. +	+	
Potentilla erecta	K 4	4	0		.		+	 	.		+	+ . +
Phyteuma orbiculare	K 4	4	0					 			+	+ + +
Pyrola minor	K 4		2			r .	+	 				rr
Clinopodium vulgare	K 4			+		1		 				
Scrophularia nodosa	K 3			+ r				 		r		
Moehringia trinervia	K 3			1 7 7	· · · · · · ·		1 - 1	 				
Myosotis scorpioides s. lat. Asplenium ruta-muraria	K 3 K 3			. 11.			1. [1			
Aspienium ruta-murana Luzula pilosa	K 3					+ 1	1. '	 				
Hypericum sp.	K 3						1			+		
Calamintha einseleana	K 3						11 1 1		1			
Monotropa hypopitys	K 3						1	 		1 . r	+	
Rumex alpestris	K 3		1				.]	 		+		r r
Cephalanthera longifolia	K 3	3	0			. r		 			r . r	
Cephalanthera damasonium	K 3							 			r + +	
Valeriana officinalis ssp. samb.	K 3		·	. + + .				 		+		
Pyrola media	K 3					r .	+	 				
Phyllitis scolopendrium	K 3				1			 				
Origanum vulgare	K 3			*				 				*
Astrantia major Festuca altissima	K 3 K 3						1	 				
Helictotrichon parlatorei	K 3						1	 				+ 1 1
Epipogium aphyllum	K 3							 r +				
Arabis ciliata	K 3		3									+ r
Phleum hirsutum	К 3		3		.]			 				+ . + +
Stachys sylvatica	K 2	2	0	. + . +				 				
Cirsium oleraceum		2		+	.			 	.			
Ranunculus repens	K 2			+		1		 				
Melampyrum sp.		2						 			11	
Rubus caesius	K 2						1:	 			1	
Dactylis glomerata Caltha palustris	K 2	1	1]* · · ·	 				
Carex pilulifera	K 2					1 1		 				
Cardamine amara	K 2						+	 				
Verbena officinalis		2	0				r					
Parnassia palustris	K 2		1		.]		1	 	.	1		
Campanula glomerata	K 2	2	0		.]		1	 	+ +			
Tofieldia calyculata	K 2		1					 	+ +			
Euphorbia cyparissias	K 2		0			. rr		 				
Tussilago farfara	K 2		1	1				 1	· · · · · · · ·			
Anthriscus nitida	K 2			1 r +			1	 				
Festuca gigantea Circaea intermedia	K 2 K 2			·				 	1			
Lunaria rediviva	K 2			1		[····	1	 	1			
Festuca amethystina	K 2						1		1			
Galium megalospermum	K 2		0					 	+			
Hieracium aurantiacum	K 2	2	o					 	+			+
Senecio hercynicus	K 2	0 :	2		1	r		 +				
Potentilla aurea	K 2		2					 				+ +
Polygala amara		2						 				+ +
Alchemilla acutiloba		2					!	 				
Silene vulgaris		2		1				 				
Circaea lutetiana		1 (1				 				
Cardamine impatiens Equisetum pratense		1 (1		. !	 				
Asarum europaeum		1 (
Lamium maculatum		1		+			1: : : :					
Polygonatum multiflorum			0				1: : : :	 			+	
Selaginella selaginoides		1					. r	 				
Cortusa matthioli		1					1				r	
Convallaria majalis		1 (.			
Epipactis atrorubens	K 1	1 (0						!		i	
•						-	•			,	•	

etoxicum hirundinaria	K 1		0 .								 		r	 '	
nanthus glacialis	K 1		0 .								 		+	 	
npanula trachelium atorium cannabinum			0 .	;	. +						 			 	
elica sylvestris			0 .	' '							 +			 	
a sp.			0 .				+				 				
ula multiflora	K 1		0 .				+ .	.1			 				
nemilla xanthochlora	K 1	1	0 .								 			 	
ostis capillaris			0 .								 			 '	
nitum variegatum			0 .								 	+ .		 	
loglossum viride			0 .								 			 	
ilegia sp.			0 .		r						 			 	
eriana officinalis ssp. off.	K 1		0 r		!						 			 	
sotis arvensis			0 .					.			 			 	
ex leporina			0 .								 				
ecio nemorensis			0 .				+				 				
era saxatilis	K 1	1	0 .								 +			 '	
enium fissum	K 1	1	0 .								 	r		 	
ianella austriaca			0 .								 	1		 '	
x flava			0 .				+				 			 	
us effusus			0 .				+ .				 			 	
xacum officinale agg.			0 .				I; · · · ·				 	r		 	
nium rotundifolium sylvatica	K 1		0 .				1				 			 	
sylvatica ana communis			0 .		 r		I				 			 	
ana communis im sp.			0 .		+]: : : :			 				
amine pratensis s.str.			0 .				r .	.1: : : :			 				
us chamaemespilus		0	1 .				[i	.1			 	[. +
uus personata	K 1	0	1 .	+				.			 			 	
a cordata	K 1	0	1 .						+		 			 	
dalis cava	K 1	0	1 .			+					 			 '	
ium alpestre		0	1 .	. +							 			 	
anula cochleariifolia		0	1 .								 			 	1 .
aga paniculata		0	1 .								 			 	+ .
ola rosea a clusiana		0	1 .								 			 	1 .
cula alpina		0	1	1							 			 	r .
ca versicolor		0	1								 				+ .
ea clavenae		0	1 .								 				r .
aga aizoides	K 1	0	1 .								 			 '	+ .
nium phaeum	K 1	1	0 .								 			 . 1 '	
edanum ostruthium			0 .								 			 +	
topus amplexifolius			0 .								 			 + .	
a acaulis			0 .								 			 +!	
um alpestre	K 1		0 .								 			 + .!	
oitium latifolium s alpinus			0 .								 			 +	
nthus sp.			0 .								 			 T	
crepis comosa			0 .					1						T	
tium holosteoides			0 .								 	[1	
pyramidalis			0 .				[i i	.			 	[r	
ım alpestre			0 .								 			 r .'	
ium fontanum		1	0 .								 			 r .'	
sempervirens			0 .								 			 + .	
gyne discolor			0 .					-			 			 1	
a nigrescens			0 .								 			 r	
eris villarii			0 .								 			 +1	
m pratense asia picta	K 1		0 .								 			 +1	
nche reticulata		1	- 1					11: : : :			 			 r	
iono ronoulata	1.4		٠,٠							1	 	1		 	
e Moose:															
nchium hians	M 2	2	0 .		+								+	 	
thecium rutabulum	M 1	1	0 .		+									 	
ephalum conicum	M 8	8	0 1	1	+							+1.++.	+		
thecium velutinum								1 .				+ + 1 r		2 +	
ythecium sp.								+ 1						1 .	
ım undulatum	M 1	1													
thecium denticulatum		8						. +				+		+ 1 . +	
upella emarginata		1										1	1		
	IM 2	2	υ.										+ r .		
			Λ.												
ocolea heterophylla ania nemorea ania aequiloba	M 4	4	0 .									. + . + . + . + .		+ . 1 2	

•							_					•				_		
Plagiothecium undulatum	M 4					1	2 1									1		
Barbilophozia lycopodioides	М 3															+ . 1	2 .	
Rhytidiadelphus loreus	M 4					1 1	1									+	1	1
Plagiochila porelloides	M 5	5 0					+ .				+ .					+ 1 +		
Brachythecium starkei	M 1	1 0					+											
Polytrichum commune	M 1																1	1
Bazzania trilobata	М 3											+		2		1		
Bryum capillare	M 5				4									r 1 r .				
Neckera crispa	M 1	1 0			· [-												1	1
Leucobryum glaucum	M 1	1 0			· [-	. r												
Cirriphyllum piliferum	M 1	1 0			- [r				•
Isothecium alopecuroides	М 3			+	1 .									. +				
Plagiomnium cuspidatum	M 2											+ +						
Barbilophozia barbata	M 2				·		. 2										+	r
Cladonia sp.	M 1				·												1 :	:
Isopterygiopsis pulchella	M 2				-											+	1	1
Rhytidiadelphus subpinnatus	M 1																	
Bryum subelegans	M 2		1.1				+									+		
Brachythecium populeum	M 2		. +		1													
Calypogeia azurea	M 1	1 0										+						
Rhynchostegium murale	M 3		+ .				i						-					
Pseudoleskea incurvata	M 1	1 0		+	1													
Encalypta streptocarpa	M 1													+				
Plagiothecium cavifolium	M 1			r .														
Leucodon sciuroides Schistidium trichodon	M 1	1 0	11:	+ .			i	•										
Cirriphyllum tommasinii	M 1	1 0	. +		1		•											
Leskeella nervosa	NA 1	1 0	. +		1													
Amblystegium serpens	M 1	1 0										1						
Ptilium crista-castrensis	M 1						į.		•									1
Bryoerythrophyllum recurvirostrum	M 1								•					. r			1	
Bazania trilobata	M 1								•					į				
Dicranella heteromalla	NA 1	0 1			1													
Schistidium apocarpum	M 1	0 1					į		,						1			
Plagiothecium laetum	M 1	1 0					i								+	+		
Radula complanata	M 1						i	·	•							. r		
Pedinophyllum interruptum	M 1						1		•	į						2		
Calypogeia neesiana	M 1	1 0			1											1		
Barbilophozia hatcheri	M 1						i	·										
Heterocladium dimorphum	M 1			į			i			į						+		1
Hylocomium pyrenaicum		1 0					i											1
1.13.000mium pyremaioum	Livil ,						.1							1				1