

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Datum



Institut für Ökologie

Lakeside B07 b | A-9020 Klagenfurt

Naturnähe Erhebung in Waldbeständen im Nationalpark Thayatal 2024

Auftraggeber:

Nationalpark Thayatal

Datum: 5. April 2025

Projekttitel:	Naturnähe Erhebung in Waldbeständen im Nationalpark Thayatal 2024
Auftraggeber:	Nationalpark Thayatal
Finanzierung:	Nationalpark Thayatal
Zitiervorschlag:	Hanns Kirchmeir: Naturnähe Erhebung in Waldbeständen im Nationalpark Thayatal 2024, Bearbeitung: E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt, 50 S.

Durchführung:

E.C.O. Institut für Ökologie Jungmeier
GmbH
Lakeside B07 b, 2. OG
A-9020 Klagenfurt
Tel.: 0463/50 41 44
E-Mail: office@e-c-o.at
Homepage: www.e-c-o.at

Klagenfurt, April 25

Naturnähe Erhebung in Waldbeständen im Nationalpark Thayatal 2024

Projektleitung:

Hanns Kirchmeir

Bearbeitung:

E.C.O.: Hanns Kirchmeir, Larissa Posch, Steffanie Thaler,
WLM: Ralf Klosterhuber
Ingenieurbüro DI Norbert Arzl

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	9
2 Projektbeschreibung	10
3 Methodik	10
3.1 Stichprobenauswahl	10
3.2 Aufnahme der Waldinventur-Probeflächen	12
3.3 Probeflächenaufbau	12
3.4 Methodik der Baumdatenerhebung auf NRI Punkten	13
3.5 Liegendes Totholz	14
3.6 Vegetation	16
3.6.1 Vegetationsaufnahme	16
3.6.2 Störungszeigertyp	16
3.7 Gesamtdeckung	16
3.8 Baum-und Strauchhöhe	16
3.9 Schichtung	16
3.10 Bestandesschluss	17
3.11 Altersstruktur	17
3.12 Baumartenanteil	17
3.12.1 Baumartenanteil aktuell	18
3.12.2 Potenzieller natürlicher Baumartenanteil	18
3.13 Stärkste Stammdurchmesser	19
3.14 Entwicklungsphase, Wuchsklasse	19
3.14.1 Entwicklungsphase	19
3.14.2 Naturnahe Waldbauphase	19
3.15 Nutzung/Beeinflussung	21
3.15.1 Forstliche Endnutzung	21

3_15_2 Forstliche Vornutzung / Pflegemaßnahmen	22
3_15_3 Waldweidenutzung	22
3_15_4 Bodenbearbeitung / Melioration	22
3_15_5 Touristische Nutzung	23
3_15_6 Schneitelung / Streunutzung	23
3_15_7 Wildschäden	23
3_15_8 Sonstige Nutzungen	24
3_16 Nutzungsgeschichte	24
3_17 Verjüngungsart	24
3_18 Fläche der Freiverjüngung	25
3_19 Standortdaten	26
3_20 Anmerkungen zum Standort	26
3_21 Aktuelle Waldgesellschaft - Forsttyp	27
3_22 Potenzielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG)	27
3_23 Anmerkungen zur Probefläche	27
3_24 Geschätzter Hemerobiegrad	27
3_25 Flächenteilung	28
3_26 Methodik der Hemerobiebewertung	29
3_27 Kriterienbewertung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3_27_1 Naturnähe der Baumartenkombination	30
3_27_2 Naturnähe der Bodenvegetation	31
3_27_3 Verjüngungsart	31
3_27_4 Fläche der Freiverjüngung	31
3_27_5 Entwicklungsstufe	32
3_27_6 Nutzung – Beeinflussung	32
3_27_7 Totholz	34
3_27_8 Bestandesaufbau	35
3_27_9 Strukturzuschlag	36

3_27_10	Artendiversität der Bäume	38
3_27_11	Artendiversität der Bodenvegetation	38
3_28	Aggregation der Kriterien	39
3_28_1	Naturnähe des Bestandes	39
3_28_2	Naturnähe der Verjüngung	40
3_28_3	Naturnähe des Bestands	40
3_28_4	Naturnähe der Artenzusammensetzung	41
3_28_5	Entwicklungsstadium/Bestandesreife	41
3_28_6	Artenreichtum	42
3_28_7	Diversität	42
3_28_8	Naturnähe der Bestandesstruktur	42
3_28_9	Hemerobiewert	43
4	Ergebnisse	44
4_1	Hemerobiewerteverteilung	44
4_2	Naturnähe und Waldgesellschaften	45
4_3	Totholz	45
5	Literaturverzeichnis	46

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht über die Stichprobenauswahl 2024 und Detail-Blattschnitte	11
Abbildung 2: Methodenskizze der Line Intersect Methoden	12
Abbildung 3: Methodenskizze der Line Intersect Methoden	15
Abbildung 4: Probeflächenaufbau (Kreis mit 10 m und 20 m Radius), sowie die Transektlinien für die Totholzerhebung. (2 x 40 m).	16
Abbildung 5: Aufriss eines einschichtigen (links) und schwach zweischichtigen Bestandes (rechts).	17
Abbildung 6: Die Baumart C ist in der PNWG eine eingesprengte Art (z. B. Sorbus torminalis) und fällt zufällig nicht in die Probefläche. Sie wurde in der aktuellen	

Baumartenkombination trotzdem berücksichtigt und geht nicht als fehlende Art in die Bewertung ein	18
Abbildung 7: Bestandesauf- und Grundriss mit unterschiedlichen Wuchsklassen	20
Abbildung 8: Die verjüngte Freifläche fällt teilweise in die Probefläche und wird für die Beurteilung dieses Kriteriums herangezogen	26
Abbildung 9: Teilung einer Probefläche durch das Zusammenfallen von zwei PNWG	28

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Ermittlung des Stichprobenumfanges	10
<i>Tabelle 2: Zerfallsstadien von Totholz</i>	14
Tabelle 3: Klassen der aktuellen Baumartenüberschirmung für den SOLL-IST-Vergleich mit der potenziellen Baumartenkombination	18
Tabelle 4: Klassen der potenziellen natürlichen Baumartenkombination	18
Tabelle 5: Codes der Nutzungs- und Beeinflussungsarten	21
Tabelle 6: Höhenklassen für die Verjüngungsbeurteilung und den Wildverbiss	23
Tabelle 7: Mindestpflanzenzahl je mittlere Pflanzenhöhe für die Feststellung der Verjüngung	25
Tabelle 8: Klassen für die Ansprache der verjüngten Schlaggröße	26
Tabelle 1: Übersetzung der Standortseinheiten in Waldgesellschaften Willner et al. (2007) und Mucina et al. (1993)	30
Tabelle 2: Häufigkeitsklassen der aktuellen Baumartenkombination	30
Tabelle 3: Häufigkeitsklassen der potenziellen natürlichen Baumartenkombination	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 6: Gewichte für die Nutzungs-/Beeinflussungsarten	33
Tabelle 7: Intensitätsklassen und Beeinflussungen	33
Tabelle 8: Klassen und Gewichte der Nutzungsgeschichte	33
Tabelle 9: Umrechnung der Nutzungs-Gewichte in Relativwerte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 10: Umrechnung der Weglängen im 50m Radius Kreis in Nutzungsintensitäten.	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 11: Beurteilung der wildbeeinflussten Verjüngungshemmnisse.	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 12: Transformation der Verjüngungshemmnis-Werte in Wildeinflussintensitäten.	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Tabelle 13: Qualitative und quantitative Merkmale der Totholzerfassung	34
Tabelle 14: Matrix zur Transformation der Totholzmenge (>10cm Mittendurchmesser) in einen Zwischenwert	35
Tabelle 15: Berücksichtigung von Zu- und Abschlagswerten bei der Bestimmung des Relativwertes aus dem Zwischenwert	35
Tabelle 16: Auszug aus der Schichtungsmatrix	36
GES_CODE: Code der Waldgesellschaft	36
Tabelle 17: Transformation der Schichtangaben aus der Winkelzählprobe in Schichtigkeits-Klassen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 18: Auszug aus der Strukturmatrix mit den Zuschlagswerten je Waldgesellschaft	37
Tabelle 19: Stichprobenverteilung auf Waldgesellschaften	44
Tabelle 20: Ergebnis der Hemerobiebewertung	Fehler! Textmarke nicht definiert.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG

Nach Kowarik (1988) ist die Hemerobie ein Maß für den menschlichen Kultureinfluss auf Ökosysteme, wobei die Einschätzung des Hemerobiegrades nach dem Ausmaß der Wirkungen derjenigen anthropogenen Einflüsse vorgenommen wird, die der Entwicklung des Systems zu einem Endzustand entgegenstehen.

Für einen Nationalpark, der auf großen Teilen seiner Fläche natürliche Prozesse und eine vom Menschen weitgehend unbeeinflusste Entwicklung der Ökosysteme erhalten will, kann ein Hemerobie-Monitoring einen sehr aussagekräftigen Key Performance Indicator (KPI) darstellen. Da in Mitteleuropa nur noch wenige Naturlandschaften vorhanden sind, ist die Ausgangssituation vieler Großschutzgebiete ein ehemals in unterschiedlicher Intensität bewirtschafteter Landschaftsausschnitt. Das trifft auch auf den Nationalpark Thayatal zu. Der überwiegende Teil des Nationalparks ist von Wald bedeckt. Eine wissenschaftliche Erfassung und Beschreibung des Waldzustandes und dessen Entwicklung ist daher ein aussagekräftiger Indikator für die Gesamtentwicklung im Nationalpark.

Vor der Ausweisung als Nationalpark wurden die Teilflächen des Nationalparks in unterschiedlicher Weise und Intensität bewirtschaftet. In den leicht zugänglichen Gebieten der Plateau-Lagen wurden die Wälder forstwirtschaftlich genutzt und dabei Baumartenzusammensetzung und die Waldstruktur verändert. Auf Teilflächen wurden Waldflächen gerodet und als Grünland genutzt. In den schwer zugänglichen Taleinhängen haben sich noch sehr naturnahe Waldbestände erhalten.

Durch die Außernutzungsstellung entwickeln sich die Flächen nun in Richtung von Naturwäldern. Das kann, je nach Ausgangssituation und Standortbedingungen unterschiedlich rasch vorangehen.

Durch das nun durchgeführte Projekt soll die 2002 begonnene Naturrauminventur weitergeführt und um zusätzliche Hemerobie-Indikatoren erweitert werden. Dadurch soll einerseits eine Vergleichbarkeit mit der bestehenden Datenreihe gewährleistet werden und andererseits ein aussagekräftiger Indikator über die Naturnähe der Waldökosysteme entwickelt werden.



Abbildung 1: Hainbuchenwald im Nationalpark Thayatal.

2 PROJEKTBSCHREIBUNG

Für die Beurteilung der Naturnähe der Wälder im Nationalpark Thayatal wird das Hemerobiebewertungssystem von Grabherr et al. (1998) als Grundkonzept herangezogen. Dieses basiert auf einem Vergleich des aktuellen Waldzustandes mit der potenziell natürlichen Waldgesellschaft (PNWG). Dabei wird ein aktualistischer Ansatz verfolgt, der nicht die ursprüngliche Vegetation heranzieht, sondern jene Schlussgesellschaft, die sich gedanklich unter heutigen Standortbedingungen ausbilden würde, wenn man die menschliche Einflussnahme ausgeschlossen hätte. Irreversible Standortveränderungen wie die Veränderungen der Grundwasserstände und der Überschwemmungsdynamik durch Wasserkraftwerke oder Flussregulierungen werden daher bei der Ansprache der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft mitberücksichtigt.

3 METHODIK

3_1 STICHPROBENAUSWAHL

Ein permanenter Stichprobenraster ermöglicht es, Veränderungen mit überschaubarem Aufwand mit hoher Aussagekraft zu erheben. Da für diesen Erhebungsdurchgang nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung stehen, wird aus dem Gesamtumfang von ca. 400 Probeflächen der Naturrauminventur (NRI) eine Auswahl getroffen, die das Gebiet repräsentative beschreibt. Im vorgegebenen Ressourcenrahmen lassen sich ca. 10% der NRI-Flächen erheben.

Als Stratifizierungsparameter werden solche gewählt, die einen hohen Zusammenhang mit der Naturnähe erwarten lassen. Als erster Stratifizierungsparameter wird die aktuelle Waldvegetation (Ertl et al., 2021) herangezogen. Die ca. 400 Probeflächen wurden mit der Karte der aktuellen Waldvegetation verschnitten. Dadurch konnte jeder Stichprobenfläche eine Waldgesellschaft und der dazugehörige Gesellschaftsverband zugewiesen werden.

Tabelle 1 weist die Anzahl der Stichproben in der Inventur je Verband aus. Insgesamt fallen 385 Probeflächen der Inventur (2002) auf einen Waldstandort.

Entsprechend dem relativen Anteil je Verband, wurde der für 2024 geplante Stichprobenumfang von 40 Flächen auf die 9 Verbände verteilt. In Verbände, die

nur eine sehr geringe Stichprobenmenge (1-2) aufwiesen, wurde die Ziel-Stichprobenmenge auf 3 und beim Fagion sylvaticae wurde sie von 4 auf 5 erhöht, um eine bessere Abbildung der Variabilität innerhalb des Verbandes zu erreichen. Gleichzeitig wurde die Stichprobenanzahl beim Carpinion betuli von 25 auf 15 reduziert, da hier ohnehin eine hohe Stichprobenzahl erreicht wird, um die Variabilität der Naturnähe innerhalb des Verbandes zu erfassen.

Da gegebenenfalls im Gelände Stichprobenpunkte nicht aufgefunden werden können oder sehr inhomogen sind (im Probekreis sind mehr als eine potenzielle Waldgesellschaft vertreten) wurden je Verband noch 2 Stichprobenpunkte zusätzlich als „Reserve“ ausgewählt.

Tabelle 1: Ermittlung des Stichprobenumfanges

Gesellschaftsverband	Anzahl der Flächen		Aliquoter	Stichpr. 2024 adapt.	Stichpr. 2024 + Reserve
	gesamt	Anteil	10% Anteil		
Alnion glutinoso-incanae	11	3%	1	3	5
Carpinion betuli	239	62%	25	15	17
Fagion sylvaticae	40	10%	4	5	7
Nadelholzbestand	5	1%	1	3	5
Quercion pubescenti-petraeae	11	3%	1	3	5
Quercion roboris	47	12%	5	5	7
Salicion albae	2	1%	0	0	2
Sambuco-Salicion capreae	6	2%	1	3	5
Tilio-Acerion	24	6%	2	3	5
Gesamt	385	100%	40	40	58

Um eine Zufallsauswahl zu erstellen, wurde jeder Probefläche eine Zufallszahl zwischen 1 und 500 zugewiesen (Funktion „rand“ im QGIS). Danach wurden die Probeflächen nach Gesellschaftsverband (alphabetisch) und der Zufallszahl gereiht und die ersten Probeflächen als Stichproben ausgewählt, bis die vorgegebenen Menge (inkl. Reserve) erreicht war.

Auf den Karten für die Geländeerhebung sind alle 58 (40 + 18 Reserve) ausgewählten Stichprobenpunkte dargestellt. Im Zuge der Geländeerhebung sind daraus so viele Stichproben zu erheben, wie in Tabelle 1 in der Spalte „Stichpr. 2024 adapt.“ angeführt sind.

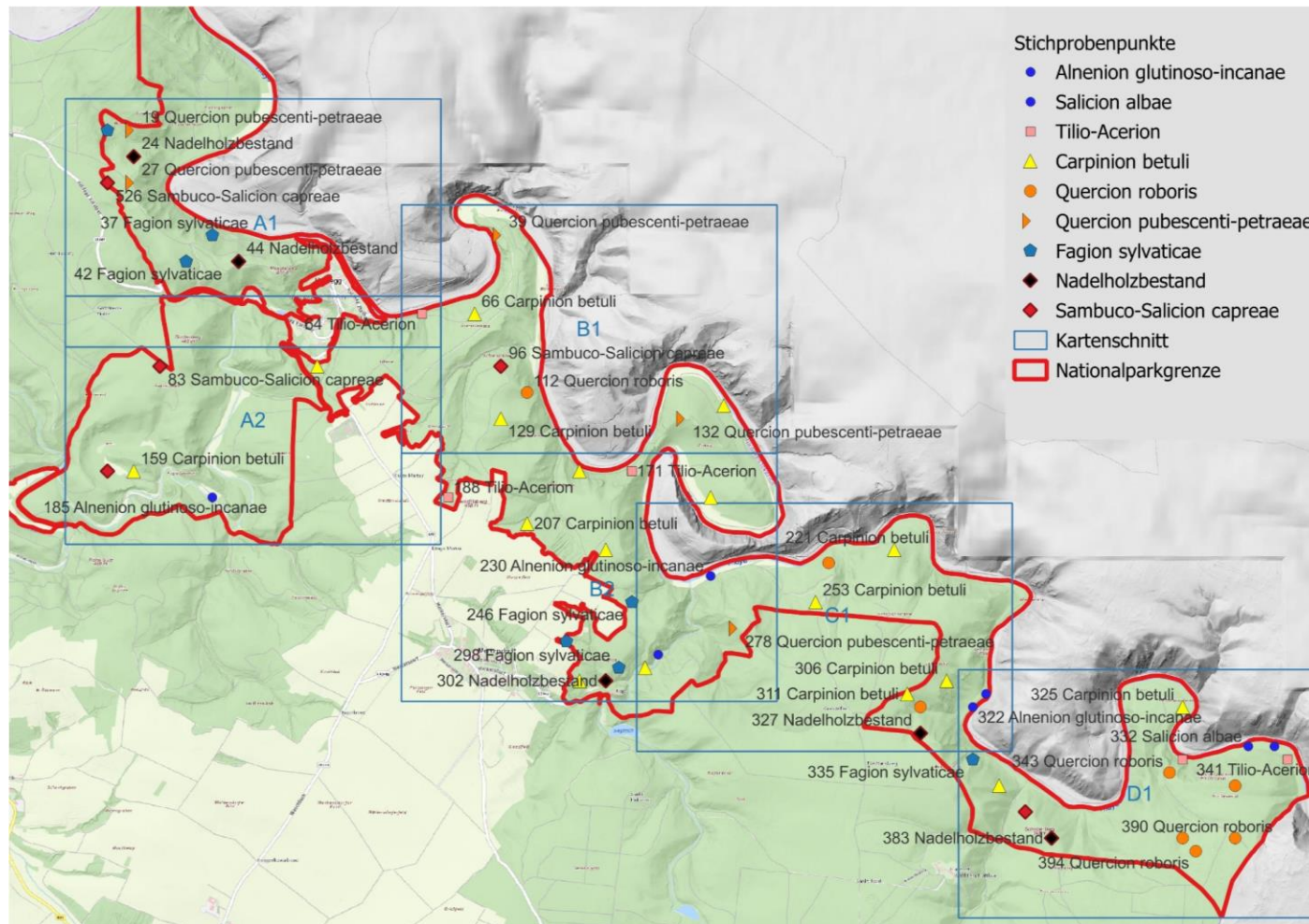


Abbildung 2: Übersicht über die Stichprobenauswahl 2024 und Detail-Blattschnitte

3_2 AUFNAHME DER WALDINVENTUR-PROBEFLÄCHEN

Für die Erhebung im Gelände wird die NRI-Anleitung um die Erhebungsanleitung der Hemerobiekriterien ergänzt. Dabei wird auf die Aufnahme richtlinien aus der österreichischen Hemerobieerhebung (Grabherr et al., 1998) von Grabherr et al. 1998 zurückgegriffen. Einzelne Erhebungsschritte wurden in den nachfolgenden Hemerobiekartierungen (Südtirol, Nationalpark Kalkalpen, Naturwaldreservat Rohrach (Kirchmeir, 2001; Kirchmeir et al., 2024, 2023, 2011; Kirchmeir and Jungmeir, 2006; Koch and Kirchmeir, 1997a, 1997b; Reiter and Kirchmeir, 1997; Vacik et al., 2000)) weiterentwickelt und werden entsprechend dem aktuellsten Stand eingepflegt. Dies betrifft vor allem die Erhebung des liegenden Totholzes, bei dem die Line-Intersect-Methode (Fraver et al., 2018; Van Wagner, 1968) sich als wesentlich effizienter herausgestellt hat.

Da bei diesem Erhebungsdurchgang ein Fokus auf die Hemerobie bzw. Naturnähe gelegt wird, werden aus dem bestehenden NRI-Aufnahmeverfahren jene Indikatoren übernommen, die auch für die Hemerobieansprache relevant sind. In Abstimmung mit dem Schutzgebietsmanagement wird die Erhebungsmethode der Einzelbäume (Winkelzählprobe versus fixer Probekreis) festgelegt.

Die Erhebungen werden mit einem Team aus 2 Personen im Gelände durchgeführt. Dabei kommen forst- und vegetationskundliche Expert:innen zum Einsatz. Beim Beginn der Geländeerhebungen erfolgt eine gemeinsame Schulung vor Ort, um die Vorgehensweise im Detail abzustimmen und homogene Ergebnisse zu gewährleisten.

Aus der Erfahrung vorangehender Erhebungen können 2-4 Probeflächen am Tag je Team erhoben werden.

3_3 PROBEFLÄCHENAUFBAU

Es werden Kreisflächen mit einem fixen Radius von 10m bzw. 20 m erhoben.

Auf dem 10m Radius werden die Einzelbäume erhoben.

Auf dem 20m Radius werden die aktuellen Baumartenanteile und die bestandesstrukturellen Werte wie Schichtung oder Entwicklungsphasen beurteilt.

Die Totholztransekte erfolgen auf auch kreuzförmig angeordneten Transekten (4x 20m vom Probeflächenmittelpunkt).

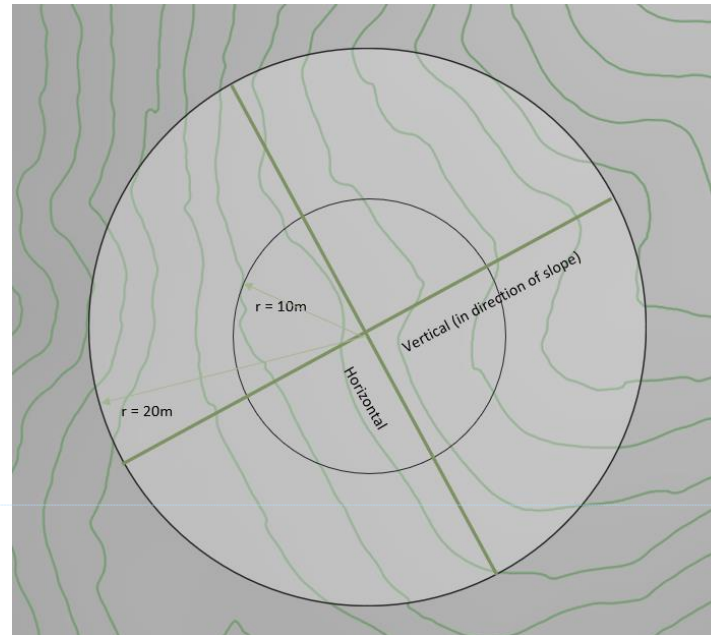


Abbildung 3: Methodenskizze der Line Intersect Methoden.

In geneigtem Gelände sind die Transekte in Hangrichtung (vertikal) und parallel zu den Isohypsen (horizontal) ausgerichtet.

Kommentiert [JH1]: Besser Schutzgebietsmanagement.
Wir zb sind Nationalpark, das wird oft mit Naturpark vermischt

3_4 ANSPRACHE DER HEMEROBIEKRITERIEN IM GELÄNDE

3_4_1 METHODIK DER BAUMDATENERHEBUNG AUF NRI PUNKTEN

Die Stichprobeneinheit wurde durch einen Erhebungskreis mit 10 m Radius gebildet.

Liegendes Totholz wurde mit Hilfe der Linienschnittbeprobung (Line Intersect Sampling - LIS) aufgenommen, wobei 2x40 m in zwei senkrecht zueinanderstehenden Linien beprobt wurden.

Strukturelle Beschreibungsindikatoren (Schichten, Kronendichte) und Elemente wie Totholzstöcke wurden auf einem Radius von 20 m erhoben.

Die Mitte jeder Probefläche wurde mit einem Eisennagel (Vermessungsseisen) markiert. Dies ermöglicht die genaue Lokalisierung mit einem Metalldetektor.

Methode stehendes Stammvolumen

Stichprobengröße:

Kreisfläche mit Radius von 10 m (314 m²). Der Radius wird in Horizontalprojektion gemessen.

Lebende und tote stehende Bäume - BHD-Schwelle: 10 cm, Höhe>130 cm

Formblatt: Baumdaten

Alle lebenden und toten Bäume, die den Größenschwellenwert innerhalb der Probefläche erfüllen, sind zu erfassen. Um festzustellen, ob ein Baum innerhalb des Stichprobenkreises liegt oder nicht, wird der Abstand zwischen dem Mittelpunkt der Probefläche und der Baumachse in Höhe der BHD gemessen. Ist der Abstand geringer oder gleich 10 m, wird der Baum erfasst.

Bei mehrstämmigen Bäumen mit Verzweigungen von weniger als 1,3 m Höhe wird jeder einzelne Stamm separat als Einzelbaum erfasst.

Der Brusthöhendurchmesser (BHD) wird immer 130 cm über der Bodenoberfläche gemessen; bei schiefen Bäumen senkrecht. In steilem Gelände erfolgt die Messung immer vom höher gelegenen Punkt aus (hangaufwärts). Die Messung erfolgt mit einem Durchmesser-Messband oder einer Baumkluppe. Bei Verwendung einer Baumkluppe werden zur Erzielung genauerer Ergebnisse vorzugsweise 2

Messungen im rechten Winkel vorgenommen.

Abgestorbene, hängende Bäume mit einer Abweichung von der vertikalen Achse von mehr als 45° werden als "liegendes Totholz" eingestuft und als solches erfasst.

Die Bäume werden im Uhrzeigersinn nummeriert. Dabei wird im Norden begonnen. Bäume, die bereits in der letzten Inventur erfasst wurden, behalten ihre damalige Nummer. Neu erfasste Bäume erhalten aufsteigende Nummerierung in der nächsten freien Dekade.

Die folgenden Parameter wurden für jeden Baum erhoben:

- Baumart (wenn nicht nach Totholz bewertbar, zumindest Nadelbaum/Blattbaum)
- Brusthöhendurchmesser (BHD) (cm)
- Status (lebend/tot)

Für tote Bäume erhoben:

- Arten (wenn noch möglich, zumindest Nadelbaum/Laubbaum),
- BHD
- Angabe, ob der Baum abgestorben und/oder gebrochen ist (Baumstumpf)
- Zerfallsstadium in 5 Klassen (siehe Tabelle 2).

Stöcke und Baumstümpfe < 1,3 m wurden separat als liegendes Totholz erfasst und dabei folgende Merkmale angesprochen: Baumart, Zerfallsstadium, Durchmesser, Höhe. Diese werden am 20m Radius erfasst.

Wir verwenden den Begriff "Stock" für den nach dem Fällen verbleibenden Teil des Baumes. Der Begriff "Baumstumpf" wird für natürliche abgebrochene Überreste abgestorbener Bäume ohne Anzeichen menschlicher Einwirkung verwendet.

Zusätzliche Daten:

- Baumnummer (von Norden beginnend, im Uhrzeigersinn)
- Baumposition: (Azimut, 360°) + Entfernung (cm)

Durch Aufzeichnung der Baumnummer, der Baumart, des Winkels und der Entfernung zum Mittelpunkt kann der Baum eindeutig identifiziert werden (für eine mögliche Wiederholung der Aufnahmen).



Abbildung 4: Einzelstammerhebung am Probekreis.

Tabelle 2: Zersetzungsgrad von Totholz

Zersetzungsgrad
1 (frisch gestorben)
2 (hart, Rinde noch am Stamm)
3 (verrottet, Messer kann tief in Faserrichtung eindringen, aber nicht quer),
4 (hoher Zerfall, Messerklinge kann auch in Querrichtung zu den Fasern in den Stamm eindringen, Teile des ursprünglichen Volumens bereits verloren)
5 (Holz völlig weich, vermodertes Holz zerfällt in Bruchstücke, kann leicht mit der Hand oder dem Fuß getrennt werden)

3_4_2 LIEGENDES TOTHOLZ

Die "line intersect" (Linienschnittmethode) ist eine Möglichkeit, die einfach und zeitsparend ist (Ritter and Saborowski, 2012).

Die "line intersect"-Methode wurde ursprünglich in Nordamerika für die Bewertung des Gefahrenpotenzials von brennbarem Unterholz entwickelt (Van Wagner, 1968). Bei dieser Methode wird alles liegende Totholz, das eine der "Transektlinien" kreuzt und an diesem Punkt den Schwellenwert für den Durchmesser erreicht, erfasst (unabhängig von seiner Länge). Es ist dabei nicht erforderlich, dass der Totholzstamm am Boden liegt. Es kann die Linie in mehreren Metern Höhe kreuzen (z. B. Äste einer frisch gefallenen Krone, die die Linie kreuzen). Abgestorbene, hängende Bäume mit einer Abweichung von der vertikalen Achse von mehr als 45° werden als "liegendes Totholz" betrachtet und erfasst, wenn sie die Schnittlinie kreuzen.

Wenn ein Totholzfragment die Transektlinie mehr als einmal kreuzt (oder mehrere Transektlinien kreuzt), wird es bei jeder Kreuzung erfasst.

Nicht erfasst werden Fragmente, deren Mittelachse genau mit der Transektlinie übereinstimmt (sehr selten) oder die zwar die Transektlinie berühren, sie aber nicht mit ihrer Mittelachse kreuzen.

Erforderliche Länge und Lage der Transekte: Es wurden 2 Transekte mit einer Länge von jeweils 40 m eingerichtet. Die beiden Transekte schneiden sich am Probeflächenmittelpunkt und stehen im rechten Winkel zueinander, die senkrecht zueinander ausgerichtet sind und sich in der Mitte der Parzelle treffen. Die Längen der Transekte einer Stichprobe erreichen somit die empfohlen Mindestlänge von 80 m (Fraver et al., 2018).

An Hängen ist ein Transekt parallel zum Hang ausgerichtet, das andere in Richtung der Falllinie, bergab und bergauf. In flachen Gebieten (weniger als 5% Neigung) sind die Transekte in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung ausgerichtet.

Bei den beiden horizontalen Transektchenkeln ist das Geländemaß gleich der horizontal projizierten Länge. Bei den beiden Schenkeln in der Vertikalen wird im Gelände die Neigung berücksichtigt, um die korrekte Horizontaldistanz zu erhalten. Dabei wurde die Schrägdistanz der Transekte entsprechend verlängert, um eine Horizontaldistanz von 40m zu erhalten.

Außerdem kann es in Spezialfällen sein, dass der Transekt gekürzt oder verschoben werden muss, falls das Gelände nicht begehbar ist. Wenn möglich, ist die Transektlänge von 40m zu behalten und ggf in eine Richtung zu versetzen, die begehbar ist. Nur in Ausnahmefällen kann der Transekt verkürzt werden. Die Transektlängen sind im Formblatt zu vermerken.

Alle liegenden Totholzfragmente mit einem Durchmesser von mehr als 10 cm an dem Punkt, an dem die imaginäre Mittelachse der Stämme die Transektlinie kreuzt, werden registriert. Die folgenden Parameter werden gemessen:

- Durchmesser (in cm) an der Kreuzungsstelle (senkrecht zur Stammachse gemessen)
- Baumarten (in höheren Zerfallsstadien: Nadelbäume, Laubbäume, nicht bewertbar)
- Zerfallsstufen in 5 Klassen (Tabelle 2, Seite 14)
- Herkunft: gesägt, gebrochen oder vom Wind geworfen

Windwurf liegt vor, wenn der Baum, von dem das Fragment stammt, entwurzelt wurde (es wurde geprüft, ob ein Wurzelteller oder freiliegende Wurzeln vorhanden sind).

Zusätzlich wurden auf einem 20 m Radiuskreis alle Stöcke und Stümpfe unter 130 cm Höhe mit Durchmesser, Baumart und Zersetzungsgrad erfasst.

Berechnung liegendes Totholz

Das liegende Totholz wurde mittels der Line Intersect Methode nach Van Wagner (1968) berechnet.

$$V_{LG} = \frac{\pi^2 \sum_{i=1}^i d_i^2}{8L}$$

V_{LG} = Volumen liegendes Totholz

d_i = Durchmesser in cm der Querschnittsfläche des i-ten liegenden Baumstamms I mit einem Mitteldurchmesser > 10 cm

L = Länge des Transekts in Metern (Vacik et al., 2000; Van Wagner, 1968) (Horizontaldistanz)

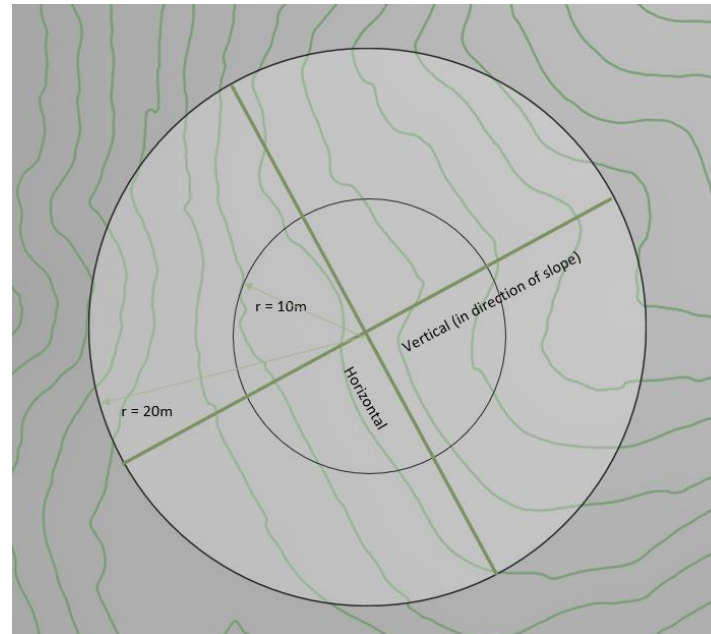


Abbildung 5: Methodenskizze der Line Intersect Methoden.

In geneigtem Gelände sind die Transekte in Hangrichtung (vertikal) und parallel zu den Isohypsen (horizontal) ausgerichtet.

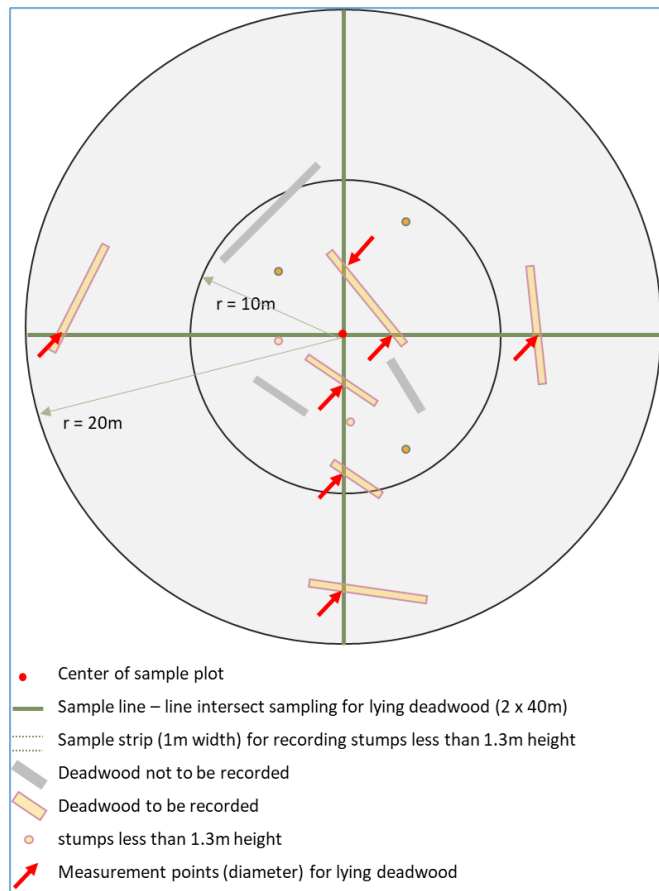


Abbildung 6: Probeflächenaufbau (Kreis mit 10 m und 20 m Radius), sowie die Transektlinien für die Totholzerhebung. (2 x 40 m).

3_4_3 VEGETATION

Vegetationsaufnahme

Auf eine Vegetationsaufnahme wird im Thayatal aufgrund der eingeschränkten Ressourcen und dem späten Erhebungszeitpunkt verzichtet

Störungszeigertyp

Als Störungszeiger werden nur der Anteil an Neophyten in der Krautschicht erfasst (in % Klassen, Angabe der Arten).

Prozentklassen:

1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, 20%, ...90%, 100%

3_4_4 GESAMTDECKUNG

Für jede Vegetationsschicht wurde ihre Deckungssumme bezogen auf das Bodenniveau angegeben. Die Deckung wurde in Klassen von 5 %-Stufen angegeben. Im Bereich unter 5 % wurde unterteilt in weniger als 3 % (= „3“) und 3 bis 5 % (= „5“) Gesamtdeckung.

3_4_5 BAUM-UND STRAUCHHÖHE

Es wird für jede Bestandesschicht das Intervall vom niedrigsten zum höchsten Baum oder Strauch angegeben. Die Höhenmessungen erfolgten mit dem Baumhöhenmesser“. Die Messung wird auf die letzte volle Meterzahl abgerundet.

3_4_6 SCHICHTUNG

Die Abgrenzung von Vegetationsschichten erfolgt in der pflanzensoziologischen Literatur nicht einheitlich. Wir haben uns an sowohl forstlich als auch vegetationskundlich häufig angewendeten Klasseneinteilungen orientiert:

- Baumschicht 1: Oberschicht der Gehölze bei mehr als 5 Meter Bestandeshöhe; 2/3 bis 3/3 der höchsten Bäume.
- Baumschicht 2: Mittelschicht der Gehölze mit mehr als 5 Meter Höhe; 1/3 bis 2/3 der höchsten Bäume.

- Strauchschicht: Zweite oder dritte Bestandesschicht mit einer Höhe von 1 bis 5 Metern bzw. bis 1/3 der höchsten Bäume; betrifft nur verholzende Baum- und Straucharten.
- Krautschicht: Zwergsträucher, Kräuter, Grasartige und Baumarten bis 1 Meter Höhe.
- Moosschicht: Bodenmoose und Flechten.

Durch das Kriterium „Schichtung“ erfolgte eine Beschreibung des Bestandesaufbaus. Damit eine gültige Baumschicht ausgeschieden werden konnte, musste diese einen Überschirmungsanteil von mindestens 5 % auf der Probefläche erreichen.

Es wurden die Klassen:

- einschichtig
- schwach zweischichtig
- zweischichtig
- drei- oder mehrschichtig
- stufig

unterschieden.

Befanden sich zwei Altersklassen nebeneinander auf der Probefläche, so galt die Probefläche trotzdem als „einschichtig“ (siehe Abbildung 2.5-5). „Schwach zweischichtig“ bedeutet, dass wenige Individuen in der zweiten Baumschicht vorhanden sind, aber noch keine geschlossene Überschirmung in dieser Schicht erreicht wurde.

Bei den Klassen „mehrschichtig“ und „stufig“ wird unterschieden, ob es sich um drei deutlich getrennte Bestandesschichten handelte, oder ob keine Schichtung erkennbar ist und die Individuen jede beliebige Höhe im Bestandesraum erreichen und ausfüllen (stufig).

3_4_7 BESTANDESSCHLUSS

Es werden die Klassen „dicht, geschlossen, lückig, licht und räumig“ verwendet. Die Definition der Bestandesschlussklassen richtet sich nach den Richtlinien der Österreichischen Waldinventur (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1995).

3_4_8 ALTERSSTRUKTUR

Es wurden nach Absprache mit der ÖWI keine Altersbohrungen zur Bestimmung der Altersstruktur durchgeführt. Dies würde einen zu großen Einfluss auf die Probe-Stämme darstellen. Eine grobe Ansprache der Altersstruktur erfolgte über einen Durchmesservergleich, wobei das stadiale Alter berücksichtigt wurde. Zusätzlich wurde die Altersspanne auf der Probefläche angesprochen. Um eine möglichst einheitliche Altersstrukturansprache durchzuführen, wurden bewusst große Altersklassen gewählt:

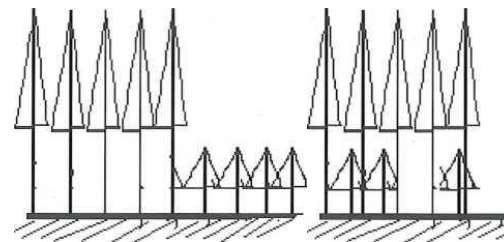


Abbildung 7: Aufriss eines einschichtigen (links) und schwach zweischichtigen Bestandes (rechts).

- \pm gleichaltrig: <50 Jahre
- mittlere Altersspanne: 50-100 Jahre
- große Altersspanne: >100 Jahre

3_4_9 BAUMARTENANTEIL

Für den Vergleich der aktuellen mit der potenziellen natürlichen Baumartenkombination wurde die Artmächtigkeit für jede Baumart in einer reduzierten Deckungsskala angesprochen. Die Klassenintervalle sind bewusst breit gewählt (siehe Tabelle 3), um eine möglichst nachvollziehbare Ansprache der Baumartenkombination zu ermöglichen. Diese Klassen sind unabhängig von der Artmächtigkeitsangabe der Vegetationsaufnahme zu sehen.

Die Deckungsangabe erfolgte für die aktuelle Baumartenkombination in Prozent der Überschirmung. Es wurden die Baumschichten je Baumart zusammengefasst.

Kommentiert [JH2]: Absatz

Kommentiert [HK3R2]: ?

Baumartenanteil aktuell

Bei der Ansprache der aktuellen Baumartenkombination wird die Deckung der Baumarten, ohne Unterscheidung, ob die Baumart standortsgerecht oder standortsfremd ist, bestimmt. Dabei werden folgende Deckungsklassen verwendet:

Tabelle 3: Klassen der aktuellen Baumartenüberschirmung für den SOLL-IST-Vergleich mit der potenziellen Baumartenkombination

Klasse	verbale Beschreibung	Deckung
1	dominant	>50
2	subdominant	26-50
3	beigemischt	6-25
4	eingesprengt	1-5
5	Baumart fehlt auf der Probefläche, ist im Radius von 50 m vorhanden	1-5
0	Baumart fehlt, wird in der PNWG erwartet	0

Die Klasse „5“ wurde eingeführt, da es bei Baumarten, welche von Natur aus selten (= eingesprengt) Vorkommen, vom Zufall bestimmt wird, ob diese Art in Probefläche fällt. Das bedeutet, dass die Probefläche für potenzielle natürliche eingesprengte Arten zu klein ist und daher eine Beurteilung auch außerhalb dieser Fläche erforderlich ist. Die Klasse „5“ wurde nur vergeben, wenn die Baumart im potenziellen natürlichen Zustand mit der Dominanzklasse „eingesprengt“ erwartet wurde.

Potenzieller natürlicher Baumartenanteil

Es wurde jene Baumartenkombination angesprochen, welche unter den gegebenen Standortverhältnissen unter Ausschluss kurzfristiger Sukzessionsphasen zu erwarten gewesen wäre. Für die Beurteilung sind die aktuellen Standortfaktoren aus der Waldinventur, die für den Naturraum potenziellen natürlichen Waldgesellschaften nach MUCINA et al. (1993), MAYER (1974), ZUKRIGL (1973), u. a., sowie die ökologischen Ansprüche der Baumarten (OBERDÖRFER 1990, ADLER et al. 1994, u. a.) zu berücksichtigen.

Es muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass die Baumarten der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) nicht jenen der ursprünglichen Vegetation entsprechen müssen. Bei irreversibel veränderten Standorten (z. B. Drainagierung, Auabdämmung) war jene Baumartenkombination zu ermitteln, welche sich unter den derzeitigen Standortverhältnissen einstellen würde.

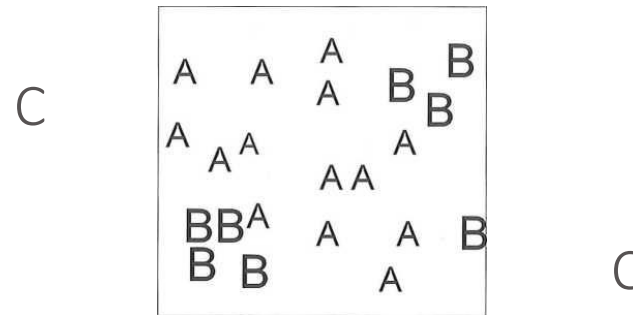


Abbildung 8: Die Baumart C ist in der PNWG eine eingesprengte Art (z. B. Sorbus torminalis) und fällt zufällig nicht in die Probefläche. Sie wurde in der aktuellen Baumartenkombination trotzdem berücksichtigt und geht nicht als fehlende Art in die Bewertung ein

Kurzfristige Pionierstadien (Vorwaldstadien) wurden ausgeblendet bzw. die typischen Pioniergehölze als solche berücksichtigt. Sofern diese standortsgerecht waren, führten sie in der Baumartenbewertung zu keiner Verringerung der Naturnähe (siehe Kapitel 2.6.5.1 „Naturnähe der Baumartenkombination“).

Bei der Ansprache der Artmächtigkeit wurde zwischen standortsgerechten und standortsfremden Baumarten bzw. Neophyten unterschieden. Die potenziell zu erwartenden Baumarten wurden den untenstehenden Klassen (1 bis 4) zugeordnet.

Tabelle 4: Klassen der potenziellen natürlichen Baumartenkombination

Klasse	verbale Beschreibung	Deckung (%)
1	dominant	>50
2	subdominant	26-50
3	obligat beigemischt	6-25
4	eingesprengt möglich	1-5
5	standortsfremde Baumart	1-5
6	standortsfremde Baumart	> = 5
7	Pionierbaumart der aktuellen Vegetation; fehlt in der PNWG	Deckung irrelevant.

Aktuell vorhandene Neophyten (z. B. Douglasie, Robinie) und standortsfremde Baumarten werden den Klassen 5 und 6 zugeordnet. Sind auf der Probefläche Pionierbaumarten vorhanden, welche in der PNWG fehlen würden, aber im Zuge der Sukzession Vorkommen können, so werden diese der Klasse 7 (Pionierbaumart) zugeordnet.

3_4_10 STÄRKSTE STAMMDURCHMESSER

Dieser Indikator wird aus der Erfassung der stehenden Bäume auf der 10m Radius Probefläche erfasst.

3_4_11 ENTWICKLUNGSPHASE, WUCHSKLASSE

Entwicklungsphase

Das Kriterium ist ein integraler Wert für die Entwicklungsdynamik eines Waldbestandes. Bei der Entwicklungsphase handelt es sich um eine strukturell deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufe von Waldbeständen einer bestimmten Waldgesellschaft (BRÜNIG & MAYER 1980). Zur Bestimmung der Entwicklungsphase werden die Parameter Stammzahlverteilung, Baumartenkombination, Durchmesserverteilung, Schichtung, Bestandesschluss, Verjüngung, Mortalität und das Bestandesbild gedanklich zu einem aggregierten Kriterium zusammengefasst. Eine „Entwicklungsphase“ wurde immer dann angesprochen, wenn es sich um eine natürliche Entwicklungsdynamik handelte (z. B. natürliche Verjüngung, keine anthropogene Verkürzung des Entwicklungszeitraumes, keine sichtbaren forstlichen Nutzungen wie z. B. Stöcke). Es wurden die von LEIBUNDGUT (1959, 1981) definierten Typen von Entwicklungsphasen verwendet, welche in diesem Projekt nochmals zu drei Klassen zusammengefasst wurden:

- J / 1 = Jungwuchsphase, Initialphase
- / P = Optimalphase, Terminalphase
- Z / V = Zerfallphase, Verjüngungsphase

Entwicklungsphasen sind äußerst komplexe und von Fall zu Fall unterschiedlich ausgeprägte Entwicklungszustände. Eine Schematisierung entspricht auch nicht den vielfältigen Möglichkeiten wie sie der Naturwald bzw. Urwald bietet (ZUKRIGL 1991). Entwicklungsphasen zeigen jedoch deutlich differenzierte Bestandesbilder im Vergleich zu nutzungsbedingten Wuchsklassen, und ihr Anteil an Waldbeständen ist ein sicheres Merkmal für die Intensität menschlicher Eingriffe. Aufgrund der verbleibenden Unsicherheit und Subjektivität der Ansprache sollte eine zu fein differenzierte Phasenfestlegung vermieden werden (SCHERZINGER 1996). Zur Minimierung dieser Unsicherheit wurden die von LEIBUNDGUT (1981) und MAYER et al. (1987) beschriebenen Phasen zu oben genannten drei Klassen zusammengefasst. Dadurch wurde eine möglichst standardisierte Ansprache im Gelände gesichert.

Da die Vielzahl an Waldgesellschaften und Standortsverhältnissen eine generell gültige Merkmalsdefinition je Entwicklungsphase nicht zulässt, wurde versucht, eine differenzierte Beschreibung für ökologisch und strukturell vergleichbare Waldgesellschaften aufzustellen. Dafür wurden jene bestandesstrukturell ähnlichen Waldtypen herangezogen, welche im Rahmen dieses Projektes ausgearbeitet und für die differenzierte Ansprache von Entwicklungsphasen verwendet wurden (siehe Anhang 2.5-2). Die Basis dieser Gruppenbildung sind eine Literaturrecherche (MUCINA et al. 1993, MAYER 1974, ZUKRIGL 1973, ELLENBERG & KLÖTZLI 1972, SCHMIDER & BURNAND 1988, u. a.) und die Ergebnisse eines Fachbeirat-Workshops.

Auf Grund der ungenügenden Behandlung der unterschiedlichen Ausprägungen von Entwicklungsphasen in der Literatur können detaillierte Angaben nur für subalpine Fichten- und Lärchen-Zirbenwälder sowie für Fichten-Tannen-Buchen-Wälder und Buchenwälder aufgestellt werden. Der Kriterienkatalog für die Ansprache von Entwicklungsphasen wird im Anhang 2.5-2 aufgelistet.

Naturnahe Waldbauphase

Dabei handelte es sich um naturnah bewirtschaftete Wälder, meist als Plenterwälder bezeichnet, in welchen die Baumarten der PNWG enthalten sind. Die einzelnen Baumartenanteile können von der potenziellen natürlichen Situation geringfügig abweichen. Sind diese ausschließlich aus Naturverjüngung entstanden, so wurde der Entwicklungstyp „Naturnahe Waldbauphase“ (NWP) vergeben. Die Bewirtschaftungsmaßnahmen sind je nach Waldgesellschaft unterschiedlich und an die Regenerationsstrategien der jeweiligen Waldtypen angepasst.

Es werden hier unterschiedliche Ausprägungsformen von:

- Einzelstammnutzungen
- Kleingruppennutzungen / Femelnutzung
- Kleinschirmschlagnutzung

verstanden.

Der Begriff „Naturnahe Waldbauphase“ wurde gewählt, da der bereits waldbaulich festgelegte Begriff „Plenterphase“ nicht nur in naturnah genutzten Wäldern, sondern auch für bestimmte Entwicklungsstadien im Naturwald verwendet wird.

WUCHSKLASSE

Unter Wuchsklassen werden überwiegend künstliche Bestandesformen

verstanden, welche durch flächenhafte Kulturen entstanden sind. In der Regel überwiegen eine oder wenige Durchmesserklassen und eine +/-gleichaltrige Bestandesstruktur.

Im Gegensatz zur forstwirtschaftlichen Auslegung dieses Begriffes werden hier keine räumlich getrennten Bestandeseinheiten verstanden, sondern der Entwicklungszustand und seine Entstehung. Die Klassifizierung der Wuchsklassen orientiert sich primär an den Durchmesserklassen.

Die aufgenommenen Wuchsklassen entsprechen den Angaben der Waldinventur (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1995) und sind im Folgenden kurz aufgelistet:

Blößen

Dabei handelt es sich um Waldboden ohne forstlichen Bewuchs und Flächen mit einer Überschirmung weniger als 30 % sowie Windwurfflächen mit einer Größe von über 500 m². Dauerhaft waldfreie Störungsflächen, eingeschlossen im Waldbestand, mit einer Fläche unter 500 m² werden ebenfalls als Blößen angegeben.

Bestandeslücken

Flächen wie bei Blößen beschrieben, aber unter 500 m² Flächenausdehnung; keine dauerhaft baumfreien Flächen.

Jugend I

Homogene Bestände bis durchschnittlich 1,3 m Baumhöhe.

Jugend II

Bestände über 1,3 m Höhe und bis zu 10 cm Brusthöhendurchmesser (BHD).

Stangenholz

Bestände mit beliebiger Höhe und einem BHD von 10 cm bis 20 cm.

8/10 Baumholz II und Stange	2/10 Jugend I
-----------------------------------	------------------

Baumholz I

Bestände mit beliebiger Höhe und einem BHD von 20 cm bis 35 cm.

Baumholz II

Bestände mit beliebiger Höhe und einem BHD von 35 cm bis 50 cm.

Starkholz

Bestände mit beliebiger Höhe und einem BHD von über 50 cm.

Durch Konkurrenz innerhalb einer Wuchsklasse war es auch bei Altersklassenwäldern meist der Fall, dass mehr als eine Durchmesserklasse auf der Probefläche vorzufinden war. Dies führte dazu, dass für die Probefläche nicht nur eine Wuchsklasse, sondern mehrere vergeben wurden. Sind mehrere Durchmesserklassen und somit auch Wuchsklassen auf der Probefläche vorhanden, so ist dies ein Hinweis auf ungleichmäßiges Aufwachsen und eine weniger intensive nutzungsbedingte Homogenisierung. Diese naturnähere Situation wurde im Rechenalgorithmus höher gewichtet als ein Bestand mit ausschließlich einer Durchmesserklasse.

Waren Wuchsklassenbestände geschichtet (2. Baumschicht, Strauchschicht, Naturverjüngung von mehr als 1/10 unter dem Altbestand, etc.), so wurde der Überschirmungsanteil der einzelnen Wuchsklassen in Zehntel angegeben.

Beispiel:

Auf die Probefläche fallen 2/10 „Jugend I“ (Kultur) ohne Überschirmung, und 8/10 der Fläche werden von „Baumholz II“ (70%) und „Stange“ (100%) überschirmt. Die Zehntel-Aufteilung würde lauten:

- Jugend I: 2/10
- Stangenholz: 5/10
- Baumholz II: 3/10

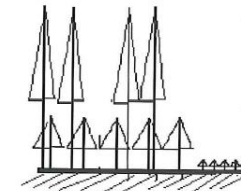


Abbildung 9: Bestandesauf- und Grundriss mit unterschiedlichen Wuchsklassen

Entscheidend für die Hemerobiebewertung war der Flächenanteil an Phasen und/oder Wuchsklassen sowie die Anzahl unterschiedlicher Wuchsklassen auf der Probefläche.

3_4_12 NUTZUNG/BEEINFLUSSUNG

Unter diesem Kriterium werden unmittelbar anthropogene und semianthropogene Einwirkungen auf den Wald verstanden, welche sich im Waldaufbau und Gesundheitszustand widerspiegeln (z. B. forstliche Vor- und Endnutzungsart, Wildschaden, Weidenutzung, Schipisten etc.).

Die Bewirtschaftungsverfahren und sozioökonomische Einflüsse auf den Wald führen zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung und wirken dadurch direkt auf den Hemerobiegrad. Das Kriterium „Beeinflussung“ steht in enger Beziehung zum Indikator „Naturnähe“ und kann daher nicht isoliert betrachtet werden.

Im Gelände wurden die Nutzungsart und die Intensität, mit welcher diese auf die Probefläche wirkt, erhoben. Für jede Nutzungsart sind drei Intensitätsstufen möglich: gering (1), mittel (2) und stark (3). Unabhängig von den Intensitätskriterien der einzelnen Nutzungsarten wurde folgende allgemeingültige Einteilung getroffen:

- **Gering:** Die Beeinflussung ist nur auf Teile der Probefläche beschränkt oder fällt nur punktförmig an.
- **Mittel:** Die Beeinflussung betrifft mindestens die halbe Probefläche (auch Auswirkungen von kleinflächigen Eingriffen), oder sie ist in ihrer Gesamtwirkung auf eine Fläche bis 5000 m² beschränkt (z. B. Kahlschlag), wobei diese Fläche über die Probefläche hinausreicht.
- **Stark:** Die Beeinflussung betrifft die gesamte Probefläche, oder sie wirkt auf einer Gesamtfläche von mehr als 5000 m² auch außerhalb der Probefläche.

Um eine objektive und standardisierte Erfassung der Intensitätsstufen je Nutzungsart zu gewährleisten, liegt ein detaillierter Katalog vor. Dadurch kann eine vergleichbare Datenerfassung sichergestellt werden. Die Parameter der einzelnen Intensitätsstufen sind durch ein Expertengremium im Fachbeirat des Hemerobieprojektes geprüft worden.

Tabelle 5: Codes der Nutzungs- und Beeinflussungsarten

Code	Nutzungsart	Code	Nutzungsart
FEN	Forstliche Endnutzung	TOU	Touristische Nutzung
FVN	Forstliche Vornutzung	s/s	Streu- u. o. Schneitelnutzung
WW	Waldweide	so	Sonstige Nutzungen
BO/M	Bodenbearbeitung, Melioration	WI	Wildschäden

Forstliche Endnutzung

Bei den Flächenangaben der Endnutzungen ist zu beachten, dass die Flächen größer als die eigentliche Probefläche sind. Entscheidend ist, ob die Nutzungsfläche (z. B. ein Kleinkahlschlag) in die Probefläche hineinreicht und somit beurteilt wurde.

Intensität 1

- Einzelstammnutzung bzw. Plenterung auf der Probefläche oder auf Teilen dieser.
- Femelung: Unregelmäßige Entnahme eines Teiles der Bäume auf einer annähernd runden Fläche mit einem Durchmesser, der höchstens der Bestandeshöhe entspricht (max. 1000 m²).
- Nutzungen im Zuge einer Freistellung und Erweiterung von Jungwuchskernen (max. 1000 m²).
- Schirmschlag: Entnahme so vieler Bäume, dass nur ein mehr oder weniger lockerer, gleichmäßiger Schirm über der Fläche erhalten bleibt (BRÜNIG & MAYER 1980). Die Nutzung erfolgt auf einer Fläche bis 0,5 ha.

Intensität 2

- Kleinkahlschlag: Totalentnahme von Bäumen auf einer Fläche von 0,1 bis 0,5 ha
- Kleinflächige Schadholzaufarbeitung bis zu einer Fläche von 0,5 ha
- Mittelwaldnutzung
- Niederwaldnutzung
- Schirmschlag auf einer Fläche > als 0,5 ha
- Räumung auf einer Fläche von 0,1 bis 0,5 ha

Intensität 3

- Kahlschlag: Totalentnahme von Bäumen auf einer Fläche > 0,5 ha
- Schadholzaufarbeitung auf einer Fläche von > 0,5 ha

- Räumung auf einer Fläche von > 0,5 ha

Für Endnutzungen, welche mehr als 10 Jahre zurückliegen (als historische Nutzungen bezeichnet), wurden Kriterien eingeführt, die eine spekulative Intensitätsansprache verhindern:

- Die Intensitätsstufe 3 (stark) durfte nicht vergeben werden, da die oben genannten Kriterien nicht in jedem Bestand eindeutig erkennbar sind. Wurden zum Beispiel vor 50 und 40 Jahren zwei Kahlschläge nebeneinander durchgeführt, so ist es heute nicht mehr möglich, die genaue Schlaggröße festzustellen.
- Waren noch ausreichend Stöcke mit Schnittflächen vorhanden, so konnte höchstens die Intensitätsstufe 2 (mittel) vergeben werden.
- Waren keine Nutzungsrelikte vorhanden, und die Bestandesstruktur wich deutlich von der natürlichen ab und es bestanden Hinweise einer historischen Nutzung, so konnte die Intensität 1 (schwach genutzt) vergeben werden.

Forstliche Vornutzung / Pflegemaßnahmen

Intensität 1

- Schwache Durchforstungsmaßnahmen
- Einzelstammentnahme im Zuge einer Vornutzung
- Schwache Niederdurchforstung

Intensität 2

- Starke Niederdurchforstung bzw. schematische Durchforstung
- Mäßige Auslesedurchforstung
- Mechanische Kulturpflege

Intensität 3

- Chemische Maßnahmen in der Kultur (z. B. Entfernen der Krautschicht und der Pioniergehölze, Läuterung) und chemische Standraumerweiterung
- Starke Auslesedurchforstung
- Lichtung

Waldweidenutzung

Intensität 1

- Probefläche für das Weidevieh frei zugänglich, aber aufgrund der lokal ungünstigen Vegetationsverhältnisse (z. B. Zwergstrauchgesellschaften) wird die Krautschicht nur gering angenommen
- Vereinzelt Kotstellen auf der Probefläche

Intensität 2

- Viele Kotstellen auf der Probefläche
- Vereinzelt Trittschäden und Bodenverwundung

Intensität 3

- Viele Kotstellen und/oder starke Trittschäden auf der gesamten Probefläche
- Deutliche Weidegangeln am Relief erkennbar
- Lagerflächen bzw. Einstände auf der Probefläche
- Verbissschäden mit eindeutiger Zuordnung zum Weidevieh (z. B. in mehr als 1,5 m Höhe)

Bodenbearbeitung / Melioration

Intensität 1

- Geringe Veränderungen des Oberbodens und der Humusschicht infolge von Holzerntemaßnahmen auf weniger als 50 % der Probefläche
- Humusabtrag und Bodenbearbeitung im Bereich von Fußwegen

Intensität 2

- Schwache bis mittlere Beeinflussung des Oberbodens; konzentriert auf Teile der Probefläche oder schwach auf der gesamten Fläche; meist durch Holzerntemaßnahmen (Traktorspuren, deutliche Schleifspuren etc.) verursacht
- Vorbereitungsmaßnahmen einer Schirmnaturverjüngung durch oberflächliche Bodenverwundung; Bodenverdichtungen nur lokal
- Humusabtrag und Bodenbearbeitung im Bereich von Erdwegen und

Rückewegen

Intensität 3

- Intensive Beeinträchtigung von über 50% der Probefläche; Humus, Oberboden und tiefere Bodenschichten sind betroffen
- Stellenweise deutliche Bodenverdichtung durch Schleppfahrzeuge bzw. durch LKW-befahrbare Straßen; erkennbare Schäden am Wurzelwerk der Bäume
- Flächige Beeinträchtigung des Oberbodens durch Pflug oder Egge im Zuge von Verjüngungsmaßnahmen
- Drainagierung von Feuchtstellen und moorigen Flächen (mit anschließender Aufforstung); Entwässerungsgräben, bzw. Entwässerungssysteme

Touristische Nutzung

Intensität 1

- Bis zu zwei Fußpfade (Wanderwege) mit jeweils weniger als einem Meter Breite auf der Probefläche

Intensität 2

- Ein breiter Fuß- oder Radweg mit mehr als einem Meter Breite; Schilder oder Wegweiser vorhanden
- Schäden durch Schikanten an der Krautschicht erkennbar, aber nicht häufig
- Oberflächenerosion gering

Intensität 3

- Mehrere breite Fuß- oder Radwege; touristische Beschilderung, Rastplätze (Bänke, Mülleimer, etc.) vorhanden; Trittschäden auch neben den Hauptwegen erkennbar;
- Probefläche wird durch folgende Einrichtungen berührt: Spielplätze, Fitnessanlagen, Schipisten, Golfplatz, etc.
- Häufig Schäden durch Schikanten an der Krautschicht
- Oberflächenerosion stark

Schneitelung / Streunutzung

Intensität 1

- Schneitelung bzw. Ästung von weniger als 5 % der Stämme auf der Probefläche

Intensität 2

- Schneitelung bzw. Ästung von 5 bis 20 % der Stämme
- Historische Streunutzung erkennbar (Bodenprofil, Krautschicht)

Intensität 3

- Schneitelung bzw. Ästung von mehr als 20 % der Stämme
- Deutliche Streunutzung auf mehr als der Hälfte der Probefläche (nur aktuell)

Wildschäden

Bei der Nutzungsart „Wildschäden“ wurden nur Verbiss- und Schälsschäden angesprochen. Dies gilt sowohl für die Freiverjüngung als auch für die Schirmverjüngung.

Um Wildschäden aufzunehmen, musste festgestellt werden, ob Verjüngung vorhanden ist. Dazu wurden die Kriterien der FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT (1995) herangezogen.

Die Baumartenverjüngung wurde auf einer Kreisfläche von 300 m² mit dem Zentrum am Probeflächenmittelpunkt beurteilt (Sondererhebungsfläche; siehe Probeflächenaufbau).

Es wurden von jeder Baumart jene 5 Hauptpflanzen ausgewählt, die dem Probeflächenmittelpunkt am nächsten liegen. Man begann mit der größten Höhenklasse (81-130 cm).

Tabelle 6: Höhenklassen für die Verjüngungsbeurteilung und den Wildverbiss

Höhenklassen	Höhe (cm)
1	10-30
2	31-50
3	51-80
4	81-13

=> Fielen keine 5 Hauptpflanzen in die „Klasse 4“, so wurde die nächst niedrigere Klasse mit einbezogen.

=> Aus einer dichten Kleingruppe durfte nur die vorherrschende Pflanze ausgewählt werden.

=> Die Prozentangaben betreffen den Mittelwert aller beurteilten Pflanzen.

=> Der aktuelle Terminaltrieb und Seitentrieb ist der jeweils letzte Trieb, unabhängig von der Vegetationsperiode.

=> Mehrjähriger Verbiss durfte bis maximal fünf Jahre zurück beurteilt werden.

=> Der Seitentriebverbiss wurde an den oberen fünf Quirlen beurteilt.

=> Kollerbusch: es handelt sich um Pflanzen, die durch langjährigen Verbiss der Terminal- und Seitentriebe zu einer dichten kegeligen Form (bonsaiartig) verkümmert sind und weniger als <1,5 Meter Höhe erreichen.

Bezeichnung der Abkürzungen: TT = Terminaltrieb ST = Seitentrieb

Intensität 1 Schädigungsprozent

- Nur aktueller ST < 90 %
- Aktueller TT und ST < 60 %
- Einzelne Stämme geschält < 1 %

Intensität 2

- Nur aktueller ST > 90 %
- Aktueller TT und ST > 60 %
- Aktueller und mehrjähriger TT und ST < 60 %
- Mehrjähriger, aber nicht aktueller TT
- Stämme geschält 1-25 %

Intensität 3

- Aktueller und mehrjähriger TT und ST > 60 %
- Kollerbusch
- Totalverbiss (Skelett-Stummelpflanzen)
- Stämme geschält > 25 %

Sonstige Nutzungen

Für seltene und nicht aufgeschlüsselte Nutzungen wurde die Art der Nutzung festgehalten und ihre Intensität eingeschätzt. Das Kriterium „Sonstige Nutzungen“ wurde regelmäßig in den Einschulungen besprochen und vereinheitlicht. Es kommt diesem Kriterium in der Bewertung nur eine geringe Bedeutung zu, da es eine niedrige Gewichtung erhält.

3_4_13 NUTZUNGSGESCHICHTE

Bei diesem Kriterium wurde der Zeitraum, in welchem die Nutzung auf die Probestfläche einwirkt, bestimmt. Bei der Ansprache der Nutzungsgeschichte wurde zwischen aktueller Nutzung (bis 10 Jahre vor der Erhebung) und historischer Nutzung (mehr als 10 Jahre zurückliegend) unterschieden. Es konnte auch eine kombinierte Ansprache von aktueller und historischer Nutzung erfolgen. Für die aktuelle Nutzung wurde ein relativ kurzes Intervall von 10 Jahren gewählt, weil für diesen Zeitraum noch eine nachvollziehbare Ansprache der Kriterien möglich ist. Der Faktor Nutzungsgeschichte wurde angesprochen, da eine mehr als 10 Jahre zurückliegende Beeinflussung nicht unberücksichtigt bleibt, aber mit einem geringeren Gewicht in die Bewertung einfließt als eine rezente. Die Nutzungsgeschichte wurde getrennt für jede Nutzungsart vergeben.

3_4_14 VERJÜNGUNGSART

Die Verjüngungsart soll den menschlichen Einfluss durch das Verhältnis von Naturverjüngung zu Kunstverjüngung (Kulturverjüngung), sowie Standortsgerechtigkeit der verjüngten Baumarten wiedergeben. Da auf einer Probestfläche mehrere Verjüngungsarten Vorkommen konnten, wurden die Flächenanteile jeder Verjüngungsart ermittelt. Es wurden folgende Verjüngungsklassen unterschieden:

- Naturverjüngung standortsgerecht
- Naturverjüngung standortsfremd
- Kulturverjüngung standortsgerecht
- Kulturverjüngung standortsfremd

Standortsgerechte Verjüngung:

Die Standortsgerechtigkeit orientiert sich an der PNWG. Bei Naturverjüngung war diese gegeben, wenn mindestens eine der dominanten, subdominanten oder beigemischten Baumarten aus der PNWG in der Verjüngung mit mehr als 50 %

Kommentiert [JH4]: Absatz

relativem Deckungsanteil vertreten war.

In Kulturen konnte eine Aufteilung der Flächenanteile einer Art in zwei Verjüngungsarten erfolgen.

Beispiel:

Potenzielle natürliche Baumartenkombination: Buche dominant, Fichte beigemischt, Tanne subdominant.

Aktuelle Ansprache: Kultur-Verjüngung: 100 % Fichte

Anteile der Verjüngungsart: 3/10 Kultur standortsgerecht, 7/10 Kultur standortsfremd

Die Frage, ob Verjüngung vorhanden ist, und ob das Kriterium der „Verjüngungsart“ zu erheben ist, wurde durch die Bestimmung einer Mindestpflanzenzahl je mittlere Pflanzenhöhe festgelegt (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1995). Bei der praktischen Beurteilung der Mindestpflanzenzahl wurden zuerst die höchsten Individuen herangezogen (bis max. 130 cm). Erreichten diese die Mindestpflanzenzahl nicht, wurden nachfolgend die niedrigeren Höhenklassen berücksichtigt (120 cm, 110 cm, 90 cm, ...).

Da das Kriterium Verjüngung mit der Verjüngungsansprache der Waldinventur weitgehend übereinstimmt, erfolgte die Datenerfassung auf der 10m Radius Probefläche.

Tabelle 7: Mindestpflanzenzahl je mittlere Pflanzenhöhe für die Feststellung der Verjüngung

mittl. Pflanzenhöhe	Mindestpflanzenzahl
130 cm	10
120 cm	11
110 cm	12
100 cm	13
90 cm	14
80 cm	15
70 cm	17
60 cm	19
50 cm	21
40 cm	25
30 cm	30
20 cm	50
10 cm	150

Die Verjüngung wurde nicht erhoben, wenn folgende Probeflächenmerkmale gegeben waren:

- auf Strauchflächen und Holzboden außer Ertrag (Forststraße, Holzlagerplatz etc.)
- in der Wuchsklasse „Jugend II“ (Baumhöhe > 1,3 m)
- in Dickungen und Stangenhölzern (10/10 Flächenanteil am Probekreis)
- auf Flächen die mit mehr als 50 % (Flächenanteil) an Latsche oder Grünerle bestockt sind (gilt im Schutzwald außer Ertrag).

Der Anteil der Verjüngungsart wurde in Zehntelanteilen der Flächenüberdeckung angegeben. Es war möglich, dass mehr als eine Verjüngungsart auf der Probefläche vorkommt. Beispielsweise wird eine Kahlschlagfläche mit standortsfremden Pflanzen aufgeforstet und zusätzlich erfolgt eine Naturverjüngung mit standortsgerechten Baumarten. Werden diese auf der Schlagfläche belassen, so würde ein adäquater Deckungsanteil für die standortsfremde Kunstverjüngung und ein entsprechender Anteil für die standortsgerechte Naturverjüngung vergeben werden.

3_4_15 FLÄCHE DER FREIVERJÜNGUNG

Die „Fläche der Freiverjüngung“ ist ein Maß für die Größe eines sich bereits verjüngenden Schlages. Es handelt sich um einen exakt feststellbaren Wert, welcher den direkten anthropogenen Einfluss wiedergibt. Je größer eine Kahlschlagfläche, desto intensiver sind der menschliche Einfluss und die Auswirkungen auf das Ökosystem.

Die „Fläche der Freiverjüngung“ wurde vom Zeitpunkt der einsetzenden Verjüngung (natürlicher Anflug oder Pflanzung) bis zum Entwicklungsstadium der „Jugend I“ (Jungwuchs bis zu einer Höhe von 1,3 m) erhoben.

Bei der Beurteilung der Freiflächengröße gilt die gesamte Schlagfläche, auch wenn diese nur teilweise auf die Probefläche fällt (siehe Abbildung 2.5-8). Als Freifläche gelten auch nicht überschirmte Femellöcher.

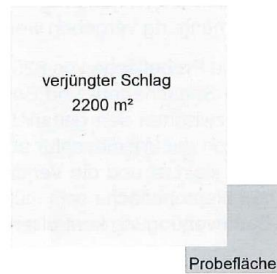


Abbildung 10: Die verjüngte Freifläche fällt teilweise in die Probefläche und wird für die Beurteilung dieses Kriteriums herangezogen

Die Flächenklassen wurden von der Österreichischen Waldinventur übernommen (FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1995).

Tabelle 8: Klassen für die Ansprache der verjüngten Schlaggröße

Klasse	Fläche (m ²)
1	bis 500
2	500 bis 1000
3	1000 bis 5000
4	>5000

3_4_16 STANDORTSDATEN

Für die Ansprache der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft war neben der vollständigen Vegetationsaufnahme eine Standortserhebung durchzuführen. Diese war um so wichtiger, als die objektiv ausgewählten Probeflächen nicht immer den strengen Richtlinien der Homogenität bezüglich der Artenzusammensetzung entsprachen. Weiters wurden nicht nur naturnahe Waldbestände erhoben (für pflanzensoziologische Aufnahmen ist dies sonst die Regel), sondern jede zufällig Vorgefundene Form des Wirtschaftswaldes.

Aufgrund der sehr knapp kalkulierten Zeit für die Freilandarbeit war es in diesem Projekt nicht möglich, eine vollständige und detaillierte Standortserhebung durchzuführen. Es wurde daher in der Auswahl der Standortattribute und in der Erhebungstechnik ein Kompromiss eingegangen, welcher die wesentlichen Standortparameter beinhaltet, sowie eine einfache und nachvollziehbare

Erhebung ermöglicht.

Die Skalierung der Standortparameter orientiert sich an den Gliederungen der FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT (1995), FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT (1992) und KILIAN & MAJER (1990).

Es wurden folgende Standortparameter erfasst:

- Seehöhe
- Exposition
- Hangneigung
- Großrelief
- Kleinrelief
- Geologie
- Bodentyp
- Humustyp
- Skelettanteil / Korngröße
- Felsanteil
- Bodenart
- Bodenwasserhaushalt
- Lokalklima

3_4_17 ANMERKUNGEN ZUM STANDORT

Die detaillierte Auflistung der Skalierung und Definition der Standortparameter ist dem Anhang 2.5-3 zu entnehmen.

Die Bezugsfläche der Standortsansprache deckte sich nicht in jedem Fall mit jener der Waldinventur. Dies liegt an der häufigen Ausscheidung von Teilflächen durch die Waldinventur auf denen getrennte Erhebungen der Standortparameter stattfanden.

Die Standortsaufnahme erfolgte innerhalb der Probefläche, an jener Stelle, welche die lokalen Standortverhältnisse am besten widerspiegelte.

Für die Ansprache der Bodenmerkmale wurden mit einem Klappspaten Profilgruben ausgehoben. Dabei sollte möglichst das Grundgestein (C-Horizont) erreicht werden. Dies war nicht für jeden Waldboden möglich, und für die Ableitung der PNWG reichte meist die Ansprache der obersten Bodenhorizonte. Diese sind maßgeblich für das Arteninventar der Bodenvegetation verantwortlich.

3_4_18 AKTUELLE WALDGESELLSCHAFT - FORSTTYP

Mittels der Vegetationsaufnahme und der Standortsansprache wurde der aktuelle Waldtyp hergeleitet. Für naturnahe Bestände kann die Gesellschaft auf Assoziationsniveau bestimmt werden. Die nomenklatorische Grundlage bilden die „Pflanzengesellschaften Österreichs; Band III: Wälder und Gebüsche“ (MUCINA et al. 1993). Eine anthropogen bedingte Artenzusammensetzung (Forste, Schläge, etc.), welche keinen Zusammenhang mit der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft erkennen lässt, wurde mit einer deutschsprachigen Bezeichnung dokumentiert. Für diese Forsttypen wurde kein streng vorgegebener Katalog an Typen verwendet. Die Bezeichnung sollte die aktuelle Situation bestmöglich widerspiegeln (z. B. Fichtendickung auf ehemaligem Kahlschlag).

3_4_19 POTENZIELLE NATÜRLICHE WALDGESELLSCHAFT (PNWG)

Bezugsgröße oder SOLL-WERT in der Hemerobiebewertung ist die „potenzielle natürliche Waldgesellschaft“ (vgl. TÜXEN 1956, KOWARIK 1987, HÄRDTLE 1989, POTT 1993, DIERSCHKE 1994 u. a.).

Das von TÜXEN (1956) eingeführte Konzept der potenziellen natürlichen Vegetation (PNV) wurde von KOWARIK (1987) kritisch überarbeitet und wie folgt neu definiert:

„Die heutige PNV ist eine rein gedanklich vorzustellende den gegenwärtigen Standortbedingungen entsprechende und höchstentwickelte Vegetation, bei deren Konstruktion neben den natürlichen Ausgangsbedingungen auch nachhaltig anthropogene Standortveränderungen zu berücksichtigen sind. Die Wirkung bestehender sowie künftiger direkter menschlicher Eingriffe innerhalb der Bezugsfläche (Mahd, Düngung, Holznutzung, u. a.) ist auszuschließen, sofern sie nicht bereits zu nachhaltigen Standortveränderungen geführt hat, wogegen der von außen wirkende Einfluss übergreifender, auch durch fortwährende anthropogene Steuerung geprägter Umweltbedingungen (z. B. Veränderung des Wasserhaushaltes) sowie Florenveränderungen zu berücksichtigen sind“.

Durch diesen aktualistisch ausgerichteten Ansatz (Beurteilung des heutigen Standortpotentials) wird eine klare Trennung von den bestehenden historischen Ansätzen, die sich auf Modelle der „natürlichen“ und der „ursprünglichen“ Vegetation (HORNSTEIN 1954, ELLENBERG 1996) stützen, durchgeführt. Für die Praxis in der Landschaftsplanung und im Naturschutz sind letztgenannte Vegetationskarten weitgehend wertlos, da von einem Landschaftszustand ausgegangen wird, welcher nicht mehr existiert (FISCHER 1995).

Zur klassischen Herleitung der PNV hat HÄRDTLE (1989) einen ausführlichen theoretischen Hintergrund geliefert.

Je stärker die Vegetation anthropogen verändert ist, desto wichtiger sind abiotische Standortparameter für die PNWG-Bestimmung (z. B. Geologie, Bodentyp, Wasserhaushalt). Voraussetzung ist jedoch die Kenntnis der standörtlichen Ansprüche der einzelnen potenziellen natürlichen Waldgesellschaften und eine ausreichende vegetations- und landschaftskundliche Erfahrung der Kartierer. Dies ist in Gebieten mit sekundären Vegetationstypen (Nadelholzersatzgesellschaften) umso wichtiger, damit nicht spekulative PNV-Herleitungen zum Tragen kommen.

In der Regel liefert erst eine kombinierte Betrachtung mehrerer Standortparameter unter Einbeziehung der regionalen Ausgangsbedingungen eine klar abgegrenzte potenzielle Vegetationseinheit. Je geringer die verfügbare Anzahl an Standortmerkmalen, und je weiter diese gefasst sind, desto mehr potenzielle natürliche Waldgesellschaften werden für die Beobachtungsfläche als möglich ausgewiesen.

3_4_20 ANMERKUNGEN ZUR PROBEFLÄCHE

Waren auffallende bestandesstrukturelle Ausprägungen vorhanden, so wurden diese im Gelände festgehalten. Besonders auf Sondergutflächen (Probeflächen mit seltenen oder gefährdeten Waldtypen) war eine sorgfältige Bestandesbeschreibung durchzuführen. Bei diesem Erhebungspunkt wurden auch Anmerkungen über das Umfeld der Probefläche gemacht. Zur genaueren Ansprache der PNWG war vor allem die Beschreibung der Baumartenzusammensetzung und der Waldtypen auf vergleichbaren Standorten im Umfeld der Probeflächen eine wertvolle Zusatzinformation.

3_4_21 GESCHÄTZTER HEMEROBIEGRAD

In der Geländeerhebung wurde für jede Probefläche eine gutachtliche Einschätzung des Hemerobiegrades vorgenommen. Dabei waren alle Einzelkriterien, welche in die Hemerobiebewertung einfließen, zu berücksichtigen. Die zu vergebende Hemerobiezahl lag zwischen 1 (polyhemerob) und 9 (ahemerob). Die Angabe von Zwischenwerten war möglich (z. B. 3,5). Diese hochaggregierte und bedingt subjektive Hemerobieansprache wurde zur Überprüfung der berechneten Hemerobiezahlen herangezogen, floss jedoch in keine Ergebnisdarstellung ein. Die Ansprachequalität wurde in den Schulungen für die KartiererInnen geprüft und homogenisiert.

3_4_22 FLÄCHENTEILUNG

Eine Flächenteilung aufgrund unterschiedlicher potenzieller natürlicher Waldgesellschaften sollte vermieden werden. Sollte auf einer Probefläche es vorkommen, dass zwei unterschiedliche Waldgesellschaften auftreten, wird das am Formblatt vermerkt und eine Ersatz-Probefläche desselben Walddtyps erhoben.

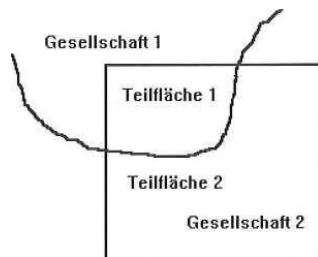


Abbildung 11: Teilung einer Probefläche durch das Zusammenfallen von zwei PNWG



Abbildung 12: Probebäume im Stichprobenkreis.

3_5 METHODIK DER HEMEROBIEBEWERTUNG

Das für die Österreichischen Waldökosysteme entwickelte Hemerobie-Berechnungsverfahren (Grabherr et al., 1998; Koch, 1998) basiert auf den 11 in Abbildung 13 dargestellten Indikatoren.

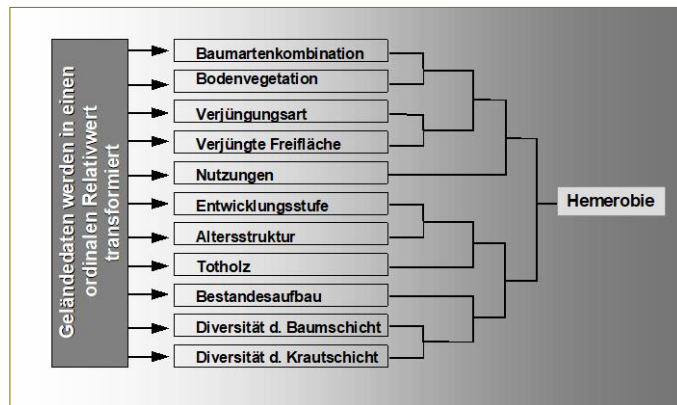


Abbildung 13: Verknüpfungsbaum der Hemerobiewert-Berechnung
Die Pfeile kennzeichnen den Schritt der Transformation von Geländedaten zu den Relativwerten der Einzelkriterien. Die elf Einzelkriterien werden anschließend dichotom zu einem Hemerobiewert verknüpft (vergl. Koch, 1998).

Da im Zuge der Ehrbungen der Probeflächen des Nationalparks Thayatal die Bodenvegetation nicht miterhoben wurde, musste das Berechnungsmodell geringfügig angepasst und etwas reduziert werden.

Die beiden Kriterien „Naturnähe der Bodenvegetation“ und „Diversität der Krautschicht“ konnten nicht beurteilt werden. Die verbleibenden 9 Kriterien wurden nach den Methoden und Kriterien der Österreichischen Hemerobiestudie (Grabherr et al., 1998) erhoben und bewertet.

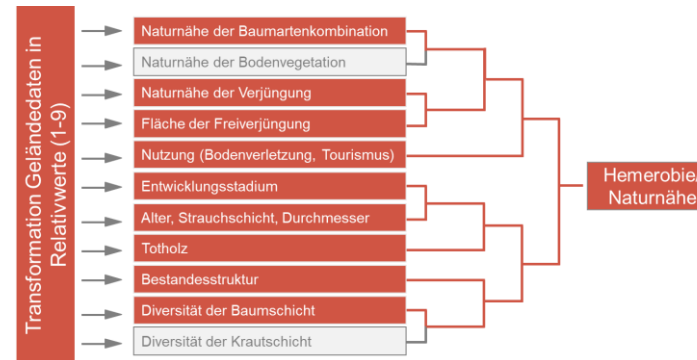


Abbildung 14: Für die Hemerobie-Berechnung im Nationalpark Thayatal wurde ein reduzierter Kriterienkatalog ohne die Daten aus der Bodenvegetation angewandt.

Für die Berechnung ist für jede Stichprobenfläche die Information der potenziell natürlichen Waldgesellschaft (nach Willner et al. (2007) oder Mucina et al. (1993)) und der potenzielle Baumartenkombination in den Dominanzklassen dominant, subdominant, beigemischt und eingesprengt erforderlich.

Die Zuweisung zur potenziell natürlichen Waldgesellschaften wurde anhand der Kartierung der Waldvegetation (Ertl et al., 2023, 2021) vorgenommen. Für jeden Stichprobenpunkt lag eine Zuordnung zu einer Waldgesellschaft vor. Die Zuordnung wurde im Gelände überprüft.

Die Zuweisung wurde anhand der Gesellschaftseinheiten Willner et al. (2007) vorgenommen. Da die Bewertungsmatrizen aus der Hemerobiestudie zur für die Gesellschaftseinteilung nach Mucina et al. (1993) vorliegen, wurden eine Übersetzung der Klassifikationssystem vorgenommen.

Tabelle 9: Übersetzung der Standortseinheiten in Waldgesellschaften Willner et al. (2007) und Mucina et al. (1993)

Waldgesellschaft Willner et al. 2007 (Mucina et al. 1993)	Anzahl der Aufnahmen
Fagion sylvaticae Luquet 1926 (Fagion sylvaticae Luquet 1926)	1
Aceri-Tilietum platyphylli Faber 1936 (Poo nemoralis-Tilietum cordatae Firbas et Sigmond 1928)	3
Cyclamini-Fagetum Soó (1962) 1972 (Melittio-Fagetum (Soó 1962) Soó 1971)	1
Galio odorati-Fagetum Saugnez & Thill 1959 (Carici pilosae-Fagetum Oberd. 1957)	6
Galio sylvatici-Carpinetum Oberd. 1957 (Galio sylvatici-Carpinetum Oberd. 1957)	7
Carpinion betuli Issler 1931 (Carpinion betuli Issler 1931)	12
Lithospermo-Quercetum pubescentis Michalko 1957 (Pruno mahaleb-Quercetum pubescentis Jakucs et Fekete 1957)	3
Luzulo-Quercetum petraeae Hiltner 1932 (Deschampsio flexuosae-Quercetum sessiliflorae Firbas et Sigmond 1928)	5
Stellario nemorum-Alnetum glutinosae Lohmeyer 1957 (Stellario nemorum-Alnetum glutinosae Lohmeyer 1957)	3

Im Folgenden wird die Transformation der erhobenen Parameter in die Relativwerte 1-9 für jedes Kriterium dargestellt. Die Beschreibung folg weitgehend der im Bericht der Hemerobiestudie veröffentlichten Verfahren (Koch, 1998).

3_5_1 NATURNÄHE DER BAUMARTENKOMBINATION

Die Einschätzung der Naturnähe für die Baumarten erfolgt durch einen SOLL-IST-Vergleich der realen (bzw. aktuellen) Baumartenzusammensetzung mit jener der potenziellen natürlichen Waldgesellschaft (PNWG).

Für die Vergabe von Baumartenanteilen, bzw. die Bestimmung der Baumartenkombination, wurden bewusst breite Deckungsklassen gewählt (Tabelle 10). Damit wird eine Fehleinschätzung der potenziellen Baumartendeckung und eine sich daraus ergebende subjektive Naturnähe-Bewertung stark reduziert.

Aktuelle Baumartenkombination

Bei der Deckungsvergabe der aktuellen Baumartenkombination werden die Klassen der Tabelle 10 unabhängig von einer ökologischen Bewertung über die Standortstauglichkeit der Baumart vergeben.

Baumarten, welche unter natürlichen Verhältnissen selten sind und als eingesprengte Arten vorkommen und aktuell auf der Probefläche fehlen, beeinflussen die Naturnähe nicht negativ. Dies wird durch eine +/- zufällige Erfassung dieser Baumarten begründet.

Tabelle 10: Häufigkeitsklassen der aktuellen Baumartenkombination

Häufigkeitsklassen	Bezeichnung	Deckung (%)
1a	Baumart dominiert	> 50
2a	Baumart subdominant	25 - 50
3a	Baumart beigemischt	5 - 25
4a	Baumart eingesprengt	1 - 5
8a	Baumart außerhalb der Probefläche vorhanden, und pot. möglich	1 - 5
0a	Baumart fehlt (pot. erwartet)	0

Potenzielle natürliche Baumartenkombination

Für die potenziellen Baumarten wurden die gleichen Häufigkeitsklassen vergeben wie für die aktuellen (1p bis 4p). Für jene Baumarten, welche aktuell vorhanden sind, aber unter potenziellen Verhältnissen fehlen würden, wurde die Klasse 5p vergeben. Dabei wurde zusätzlich zwischen standortsfremden Schlussbaumarten mit einer hohen oder niedrigen Deckung und Pionierbaumarten, welche in der PNWG fehlen würden, unterschieden.

Da die Baumartenanteile in Auwäldern auch innerhalb einer Waldgesellschaft sehr variabel sein können und keine Ansprache der potenziell natürlichen Baumartenanteil im Gelände im Zuge der Aufnahme der Stichprobenpunkte erfolgt, wurde die Einstufung folgend vorgenommen:

Alle Baumarten, die als Neophyten eingestuft werden, wurde mit der Häufigkeitsklasse „5p“ eingestuft (Baumart ist standortsfremd oder Neophyt). Bei allen anderen Baumarten wurde der aktuelle Baumartenanteil als potenzieller Anteil übernommen.

Tabelle 11: Häufigkeitsklassen der potenziellen natürlichen Baumartenkombination

Häufigkeitsklassen	Bezeichnung	Deckung (%)
1P	Baumart dominiert	> 50
2p	Baumart subdominant	26-50
3p	Baumart beigemischt	5-25
4p	Baumart eingesprengt	1-5
5p	Baumart ist standortsfremd oder Neophyt	vereinzelt
6p	Baumart ist standortsfremd oder Neophyt	häufig
7p	Pionierbaumart (standortsgerecht)	1-100

		potentielle Häufigkeitsklassen						
		1p	2p	3p	4p	5p	6p	7p
aktuelle Häufigkeitsklassen	1a	0	-1	-2	-3	-4	-4	+2
	2a	-1	0	-1	-2	-3	-4	+1
	3a	-2	-1	0	-0,5	-1	-1	0
	4a	-3	-2	-0,5	0	-0,5	-0,5	0
	0a	-3	-2	-1	0	0	0	0

Matrix 1: Verrechnungsmatrix für die Kombination der Dominanzklassen aus der aktuellen und potenziellen natürlichen Baumartenkombination

Für die Transformation der Häufigkeitsklassen in einen Relativwert wurde eine Baumartenmatrix verwendet (Matrix 1). Mit dieser Matrix wird für jede Baumart ihre Abweichung vom potenziellen Status ermittelt. Über- oder unterrepräsentierte Baumarten erhalten einen Abschlagswert.

Wenn man davon ausgeht, dass bei einer Übereinstimmung der aktuellen mit der potenziellen Baumartenkombination der maximale Relativwert von 9 erreicht wird, so ergibt sich der Relativwert für die Naturnähe der Baumartenkombination des Bestandes durch die Summe der Abschlagswerte aller Baumarten. Die Summe der Abschlagswerte entspricht dem Gesamtabschlag des Maximalwertes. Ergibt die Abschlagssumme einen Wert größer als 9 und errechnet sich daraus ein Relativwert kleiner 1, so wird dieser auf den Minimalwert von 1 korrigiert.

Gleichung 1: Relativwertberechnung für die Naturnähe der Baumartenkombination auf der Probefläche

$$a = 9 + \text{Summe}(\beta_{BA})$$

- a = Relativwert der Naturnähe der Baumartenkombination
- β_{BA} = Abschlagswert je Baumart

3_5_2 NATURNÄHE DER BODENVEGETATION

Bei Grabherr et al. 1998 wurde die Naturnähe der Bodenvegetation aus der Vegetationsaufnahme (625 m²) der Probeflächen abgeleitet. Dabei wurde ein Quotient aus der Deckung der Störungszeiger an der der Deckung aller Arten der Krautschicht gerechnet. Die Einstufung einer Art als Störungszeiger wurde entweder gutachtlich von den Expert:innen vor Ort sowie anhand waldgesellschaftsspezifischer Störungszeigerlisten durchgeführt.

Im Nationalpark Thayatal wurde keine vollständige Vegetationserhebung durchgeführt, sondern nur der Anteil von Neophyten an der Krautschicht erhoben und bewertet.

Der Deckungsanteil der Neophyten an der Krautschicht wird entsprechend der Tabelle 12 in Relativwerte zwischen 1 und 9 transformiert.

Tabelle 12: Transformation des Neophyten-Anteils in Relativwerte.

Störungsindex	Relativwert Naturnähe der Bodenvegetation
0%	9
<2%	7
<5%	5
<10%	3
>=10%	1

3_5_3 VERJÜNGUNGSART

Die Verjüngungsart beschreibt den Flächenanteil von Naturverjüngung zu Kunstverjüngung (Kultur) auf der Probefläche unter Berücksichtigung der Standortsgerechtigkeit.

Den vier möglichen Grundtypen der Verjüngungsart werden Gewichte zugewiesen (siehe Tabelle 13). Da auf einer Probefläche mehrere Verjüngungsarten Vorkom-

men können, werden die Flächenanteile jeder Verjüngungsart mit den Gewichten multipliziert und die Produkte zu Summen zusammengefasst. Die sich ergebende Gesamtsumme entspricht dem Relativwert der Verjüngungsart (siehe Beispiel unten).

Tabelle 13: Gewichte für die Grundtypen der Verjüngungsarten, welche in die Gleichung 4 einfließen

Grundtypen der Verjüngungsart	Gewicht (GW)
Naturverjüngung mit Baumarten der PNWG oder spontanen(standortgerechten) Pionierbaumarten	0,9
Stockausschlag von Baumarten der PNWG	0,7
Kultur mit Baumarten der PNWG	0,5
Naturverjüngung mit standortsfremden Arten	0,3
Kultur standortsfremder Arten oder Neophyten; Naturverjüngung mit Neophyten	0,1

Gleichung 4: Berechnung des Relativwerts der Verjüngungsart

$$RW = \sum (A * GW_{va})$$

- RW: Relativwert für das Kriterium „Verjüngungsart“
- A: Flächenanteil in 1/10
- GW_{va}: Gewicht der Verjüngungsart (va)

3_5_4 FLÄCHE DER FREIVERJÜNGUNG

Unter dem Kriterium „Fläche der Freiverjüngung“ versteht man das Ausmaß von bereits verjüngten Flächen mit einer Mindestausdehnung von 100 m², welche nicht von Althölzern überschirmt werden. Die Flächenklassen wurden von der Österreichischen Waldinventur (Forstliche Bundesversuchsanstalt, 1995) übernommen. Nicht als Freiflächen gelten natürliche Lücken des Bestandes infolge des Absterbens einzelner Individuen und Windwurfflächen, welche sich selbst überlassen werden. Auf derartigen Flächen kommt es zu keinem gravierenden Artenwechsel in der Bodenvegetation (vergl. Fischer, 1992; Scherzinger, 1996) und die Bestandesstruktur ist deutlich höher als auf geräumten Flächen.

Die freistehende Verjüngung ist für die meisten Waldtypen in Mitteleuropa eine unnatürliche Verjüngungsform und wesentlich anfälliger gegenüber abiotischen und biotischen Einflüssen. Es handelt sich um ein Kriterium, welches eindeutig messbar ist und in direktem Zusammenhang mit dem anthropogenen Einfluss steht.

Tabelle 14: Matrix für die Transformation der Freiflächengröße in den Relativwert der „Fläche der Freiverjüngung“

Flächengröße	Relativwert RV-A4
keine Freifläche	9
bis 500 m ²	8
500 - 1000 m ²	7
1000 - 5000 m ²	3
> 5000 m ²	1

3_5_5 NUTZUNG – BEEINFLUSSUNG

Dieses Kriterium errechnet sich aus acht unterschiedlichen Nutzungsarten, deren Nutzungsintensität und einer zeitlichen Komponente, der Nutzungsgeschichte. Es handelt sich somit um ein bereits höher aggregiertes Kriterium.

Unter Nutzungen verstehen wir direkte anthropogene und semianthropogene Einwirkungen auf den Wald, welche sich im Waldaufbau, in der Artenzusammensetzung und in der Regenerationsfähigkeit des Bestandes widerspiegeln. Die Nutzungen beeinflussen mehrere Merkmale des Ökosystems und sind das unmittelbare Erscheinungsbild des anthropogenen Einflusses.

Die Bewertung der Nutzung und die Herleitung eines Relativwertes erfolgt in mehreren Teilschritten.

Den festgelegten Nutzungsarten werden Gewichte von 1 bis 3 zugeordnet, welche ein Maß für die Auswirkung auf den Hemerobiegrad darstellen. Dabei bedeutet das Gewicht „1“ ein geringes und „3“ ein hohes Gewicht (Tabelle 15). Die Zuordnung von Gewichten zu den Nutzungsarten erfolgte wiederum durch eine Expertenbefragung.

Nutzungsintensität

Für jede Nutzungsart werden drei Intensitätsstufen (I) definiert. Jede der drei Stufen, gering (1), mittel (2), stark (3), wird getrennt nach Nutzungsart verbalisiert. Die Definition der Intensitätsstufen ist in katalogisierter Form festgehalten, wodurch eine standardisierte Intensitätsansprache im Gelände gesichert wird.

Tabelle 15: Gewichte für die Nutzungs-/Beeinflussungsarten

Beeinflussungsart	Gewicht (GW)
Forstliche Endnutzung (Stöcke mit >20cm Durchmesser)	3
Forstliche Vornutzung (Stöcke mit geringem Durchmesser)	1
Weidenutzung	2
Streu- und Schneitelung	2
Wildschäden	2
Bodenbearbeitung/Melioration	2,5
touristischer Einfluss (Wege-Karte)	1
Sonstige	1

Tabelle 16: Intensitätsklassen und Beeinflussungen

Intensität	Klasse (I)
schwach (punktuell)	1
mittel (teils flächig)	2
stark (flächig)	3

Nutzungsgeschichte

Die Nutzungsgeschichte gibt an, in welchem Zeitraum vor der Datenerfassung die unterschiedlichen Eingriffe auf der Probefläche stattgefunden haben. Dabei wird zwischen aktueller und historischer Nutzung unterschieden. Um eine möglichst objektive Einschätzung der Zeithorizonte durchzuführen wird der aktuelle Zeitraum mit 10 Jahren festgelegt. Den Autoren ist bewusst, dass es sich bei einer 15 Jahre zurückliegenden Nutzung, gerade aus waldökologischer Sicht, nicht um einen historischen Eingriff handelt. Der Begriff „historisch“ soll jedoch verdeutlichen, dass die Auswirkungen der Nutzung meist bereits abgeschwächt sind. Nach Stöhr zit. in Haselwanter (1992) wirken sich Nutzungen der letzten 30 Jahre am stärksten auf die Naturnähe der Bestände aus. Es wird daher in der Bewertung bei der Waldbiotopkartierung Tirols erst für Nutzungen, die mehr als 30 Jahre zurückliegen dieser Faktor mit dem halben Gewicht versehen. Erfahrungen im Hemerobieprojekt haben gezeigt, dass gerade in wenig naturnahen Wirtschaftswäldern eine Ansetzung des Nutzungszeitraumes nach 10 Jahren höchst unsicher ist. Aus diesem Grund setzen wir eine Gewichtung mit dem Faktor 0,5 bereits bei Einflüssen, die mehr als 10 Jahre zurück liegen, an. Für erkennbare Nutzungen, welche aktuell und historisch erfolgten, wird das Gewicht 1,5 vergeben.

Tabelle 17: Klassen und Gewichte der Nutzungsgeschichte

Klasse	Gewicht (NG)
AKTUELL: bis 10 Jahre vor der Erhebung	1
HISTORISCH: mehr als 10 Jahre zurückliegend	0,5
AKTUELL & HISTORISCH	1,5

Aus dem Gewicht der Nutzungsart, dem Wert der Nutzungsintensität und dem Gewicht der Nutzungsgeschichte wird eine Beeinflussungszahl errechnet (Gleichung 5). Diese wird in der Beeinflussungsmatrix in einen Relativwert transformiert.

Gleichung 5: Ermittlung der Beeinflussungszahl aus den Beeinflussungsarten und deren Gewichtungen

$$BFZ = \sum_{NA} (GW * I * NG)$$

- BFZ: Beeinflussungszahl
- NA: Nutzungsart
- GW: Gewicht der Nutzungsart

3_5_6 ENTWICKLUNGSSTUFE

Bei diesem Kriterium werden naturnahe Entwicklungsphasen und anthropogen (wirtschafts-) bedingte Altersklassen unterschieden und der Flächenanteil jeder Entwicklungsstufe auf der Probefläche berücksichtigt. Das Vorhandensein von Phasen oder Wuchsklassen ist direkt vom Grad des menschlichen Einflusses abhängig. Für die Zuordnung zu einem Relativwert ist das Verhältnis von naturnahen Phasen zu wirtschaftsbedingten Wuchsklassen ausschlaggebend.

Den fünf möglichen Grundtypen des Kriteriums werden wiederum Gewichtungen zugewiesen (Tabelle 2.6-37). Da auf einer Probefläche mehrere Kombinationen von Entwicklungsstufen Vorkommen können, wird die Summe aus dem Flächenanteil multipliziert mit den Gewichten des Phasen-/Wuchsklassentypus gebildet. Der Relativwert des Kriteriums ergibt sich aus der Gesamtsumme der Teilergebnisse (Gleichung 6). Das Vorkommen mehrerer Wuchsklassen auf einer Probefläche von 625 m² ist +/- zufallsbedingt, und die Ausscheidung von mehr als einer Wuchsklasse scheint aus forstwirtschaftlicher Sicht unlogisch. Die Vergabe mehrerer Wuchsklassen wird jedoch damit begründet, dass es in deutlich genutzten Wäldern mit einer noch erkennbaren Bestandesstrukturierung Vorkommen kann, dass die KartiererInnen mehrere Durchmesserklassen (bzw. Altersklassen) vorfinden, nicht

jedoch die typische „Naturnahe Waldbauphase“. In solchen Fällen ist der menschliche Einfluss auf die Veränderung der Bestandesstruktur geringer zu bewerten als in Altersklassenwäldern mit einer einheitlichen Durchmesserstruktur. Die Bewertung erfolgt differenziert je nach PNWG, wodurch von Natur aus strukturarme Wälder nicht unterbewertet werden.

Tabelle 18: Gewichte für die Grundtypen der Wuchsklassen und Entwicklungsphasen (Blößen bleiben unberücksichtigt).

Phasen / Wuchsklassen-Grundtypen	Gewicht
Entwicklungsphase	0,9
Naturnahe Waldbauphase (NWP)	0,6
mehr als 3 Wuchsklassen ²	0,4
3 Wuchsklassen	0,3
1 oder 2 Wuchsklassen	0,1

Der Begriff „Naturnahe Waldbauphase“ wird dem Begriff „Plenterphase“ vorgezogen, weil damit ausschließlich forstlich genutzte Wälder gemeint sind, was allerdings mit dem Begriff „Plenterphase“ nicht der Fall sein muss (Brünig and Mayer, 1980; Mayer et al., 1987).

Gleichung 6: Berechnung des Relativwertes (RW) für das Kriterium „Entwicklungsstufe“

$$RW = \sum_{es} (A * GW_{pw})$$

- RW: Relativwert für das Kriterium „Entwicklungsstufe“
- es: Entwicklungsstufentyp
- A: Flächenanteil in Zehntel auf der Probefläche
- Gwpw: Gewichtung je Phase/Wuchsklasse

3_5_7 TOTHOLZ

Naturnahe Wälder sind durch einen entsprechenden Anteil an stehendem und liegendem Totholz gekennzeichnet (Ammer 1991, Scherzinger 1996). Dieser natürliche Totholzanteil ist ökologisch höher zu bewerten als Totholzreste, die in Folge der Bewirtschaftung im Bestand zurückbleiben (liegendes Holz mit Durchmesser unter 10 cm, Zweige, Schlagabraum etc.). Kleinflächig verteiltes Totholz ist in Naturwäldern die Regel (von Naturkatastrophen abgesehen), während konzentriert anfallendes Totholz häufig die Folge von menschlichen Einwirkungen bzw. fehlgeleiteter Bewirtschaftung ist (Albrecht, 1991; Ammer and Utschick, 1984; Mayer, 1993; Mayer and Neumann, 1981). Die Bewertung des Totholzes erfolgt durch die Berücksichtigung von qualitativen und quantitativen Merkmalen.

Tabelle 19: Qualitative und quantitative Merkmale der Totholzerfassung

Quantitative Merkmale	Qualitative Merkmal
Totholzmenge (m³ am Ort)	Anteil stehendes Totholz
Anteil an Starktotholz (> 20 cm Mitteldurchmesser)	Stockanteil
	Anteil an anthropogenem Totholz
	Zersetzungsgrad
	Deckungsanteil an feinem Totholz (< 10 cm Mitteldurchmesser).

Die Menge und der Anteil an Nekromasse sind sehr variabel und von den Standortsbedingungen, der Holzqualität und dem Entwicklungsstadium eines Waldes abhängig. Auch in Urwäldern wechseln die Totholz mengen im Laufe der Waldentwicklung (Neumann 1978, Scherzinger 1996). Trotzdem zeigen Untersuchungen in verschiedensten Waldtypen Mitteleuropas, dass die Mindesttotholzmenge unter natürlichen und naturnahen Verhältnissen deutlich größer ist als in Wirtschaftswäldern, selbst wenn diese naturgemäß genutzt werden (Albrecht, 1991; Burschel and Cajander, 1992; Rau, 1993; Waldenspuhl, 1991). Im Hemerobie-Projekt wird bei der Bewertung der Totholzmenge auf diese Erfahrungen zurückgegriffen. Es werden die erforderlichen Totholz mengen für die potenzielle natürliche Sollgröße bewusst sehr niedrig angesetzt, um nicht totholzarme Entwicklungsphasen abzuwerten (ab 30 m³ pro Hektar wird bereits der maximale Relativwert 9 vergeben).

Die Totholzmenge für Holz mit mehr als 10 cm Durchmesser wird in einen Zwischenwert von 0 bis 9 transformiert (Tabelle 20). Die angegebenen Totholz mengen in der Transformationsmatrix sind Erfahrungswerte aus der Totholzforschung (Albrecht, 1991; Ammer, 1991; Scherzinger, 1996 u.a.).

Die qualitativen Merkmale fließen über Zu- und Abschlagswerte in den endgültigen Relativwert ein.

Tabelle 20: Matrix zur Transformation der Totholzmenge (>10cm Mitteldurchmesser) in einen Zwischenwert

m³ Totholz am Hektar	Zwischenwert (ZW)
>30	9
30-15	7
14-4	5
3-1	3
< 1 und > 0	1
0	0

Bei den qualitativen Merkmalen ist primär der Stockanteil an der gesamten Totholzmenge für die Korrektur des Zwischenwertes verantwortlich. Folgende Kriterien führen zu Zu- oder Abschlägen des Zwischenwertes (siehe auch Tabelle 21):

- Ist ausschließlich anthropogenes Stockholz vorhanden, so wird der Relativwert auf „1“ gesetzt. Es bleiben die qualitativen Kriterien unberücksichtigt (Korrekturfaktor K1.).
- K1 Alternative Lösung: Wenn der Stockholz-Anteil > 90% ist, wird der Totholzwert auf 1 gesetzt.
- K2: Beträgt der Stockanteil > 50 % an der Totholzmasse und ist auch natürliches Totholz vorhanden, so wird der Zwischenwert aus der Massentransformation halbiert (Korrekturfaktor K2).
- K3: Beträgt der Anteil des starken natürlichen Totholzes (> 20 cm Durchmesser) mehr als 50%, so erhält der Zwischenwert einen Zuschlag von „+1“ (Korrekturfaktor K3).
- K4: Beträgt der Anteil des stehenden natürlichen Totholzes mehr als 50 %, so erhält der Zwischenwert einen Zuschlag von „+1“ (Korrekturfaktor K4). (Keine Information über „natürlich“, aber beim stehenden Totholz gehen wir von 100% natürlich aus).
- K5: Beträgt der Anteil des anthropogenen Totholzes (Totholz mit Schnittflächen) mehr als 50 %, und ist mehr als 0,01 m³ natürliches Totholz vorhanden (> 10 cm Durchmesser), so wird ein Abschlag von „-0,5“ verrechnet (Korrekturfaktor K5).
- Wird beim Zersetzungsgrad die Klasse 1 (frisches Totholz, unzersetzt) für mehr als 50 % der Totholzmenge festgestellt, so handelt es sich um sehr

unreifes Totholz, und es wird ein Abschlag von „-0,5“ vergeben (Korrekturfaktor K7).

- Der Korrektur-Faktor K6 betrifft das „Feine Totholz“ unter 10cm Durchmesser. Dieser Wert wurde nicht erhoben und daher nicht bei den Korrekturwerten berücksichtigt.

Tabelle 21: Berücksichtigung von Zu- und Abschlagswerten bei der Bestimmung des Relativwertes aus dem Zwischenwert.

Korr-Faktor	Qualitätsmerkmale	Ab-/Zuschlag vom ZW
K1	100 % Stockholz	RW_a7 = 1
K2	> 50 % Stockholz; nat. Totholz vorhanden	*0,5
K3	nat. Starktotholz (>20 cm)	+ 1
K4	> 50 % Totholz stehend	+ 1
K5	> 50 % Totholz anthropogen	- 0,5
(K6)	sehr viel Totholz fein (< 10 cm); Totholz (> 10 cm) vorhanden	- 0,5
K7	Frisches Totholz ¹	- 0,5

Gleichung 7: Relativwertformel für die Berechnung des Totholzwertes, wenn K1 nicht zutrifft

$$RW = ZW * K2 + (K3 + K4 + K5 + K6 + K7)$$

- RW: Relativwert für das Kriterium „Totholz“
- K2 bis K7: Korrekturfaktoren (siehe Tabelle 21)
- ZW: Zwischenwert aus dem Totholzvolumen

3_5_8 BESTANDESAUFBAU

Bei der Bewertung der vertikalen Schichtung wird eine differenzierte Herleitung des Relativwertes abhängig von der PNWG durchgeführt. Dies deshalb, weil die Bestandsschichtung auch unter natürlichen Verhältnissen unterschiedlich ausgebildet ist.

Beispielsweise kann ein zweischichtiger subalpiner Fichtenwald den gleich hohen Relativwert erhalten wie ein stufiger Fichten-Tannen-Buchen-Wald. Bei der Relativwertvergabe wird bewusst eine grobe Skalierung verwendet (5-stufig), da bei einer feineren Aufgliederung des Bestandesaufbaus die Ansprache subjektiv und nicht standardisiert erfolgen würde.

¹Zersetzungsgrad 1 = hartes Totholz

In einer Schichtungsmatrix wird die aktuelle Schichtungssituation auf der Probefläche mit der potenziellen natürlichen Schichtung der zutreffenden PNWG verglichen und der Relativwert ermittelt.

Die Matrix wurde in einer Expertenbefragung zum Thema: „Schichtung von Waldgesellschaften“ geprüft und korrigiert. Den fünf Schichtungsklassen „einschichtig, schwach zweischichtig, zweischichtig, drei- und mehrschichtig und stufig“ sind getrennt nach Waldgesellschaften von den Experten Relativwerte von 1 bis 9 zugeordnet worden.

Dabei wurde für jede Waldgesellschaft beurteilt, ob diese in ihrer natürlichen Situation (SOLL-Größe) als einschichtig, zweischichtig etc. Vorkommen kann. Für jene Schichtungsklassen, welche auch unter natürlichen Verhältnissen zu erwarten sind, wurde der maximale Relativwert 9 vergeben. Für die weiteren Klassen erfolgte die Zuordnung zu einem Wert von 1 bis 8. Dabei bedeutet der Wert 1, dass dieser Schichtungstyp für die bestimmte Waldgesellschaft in der Natur nicht vorkommt. Alle weiteren Zwischenwerte geben an, wie weit die Schichtungsstruktur von der natürlichen Schichtung abweicht.

Die in der Matrix angeführten Waldtypen umfassen mehrere syntaxonomische Ebenen. Es sind sämtliche Waldgesellschaften aus Mucina et al. (1993) angegeben und jene höheren Syntaxa (z. B. Unterverband, Verband), welche in der soziologischen Auswertung hergeleitet wurden. Eine Zuordnung zu höheren Syntaxa als der Assoziation erfolgt, wenn die Vegetationsverhältnisse eine eindeutige Zuordnung zu einer Assoziation nicht erlauben. Für Fageten, welche in einer buchendominanten Ausbildung (sub- und tiefmontane Höhenstufe) und in einer Fichten-Tannen-Buchen-Ausbildung vorkommen (mittel- bis hochmontane Höhenstufe), werden die Höhenausprägungen getrennt bewertet, auch wenn in der Syntaxonomie keine Differenzierung erfolgt. Dies gilt auch für Fichten- und Fichten-Tannenwälder, welche inneralpin weniger stark strukturiert sind als zwischenalpin.

In der folgenden Matrix bedeutet beispielsweise, dass ein einschichtiger Bestandesaufbau auf einem potenziellen natürlichen Standort des *Galio sylvatici-Carpinetum* den Relativwert „3“ erhält, unter der Annahme, dass das *Galio sylvatici-Carpinetum* unter natürlichen Verhältnissen mindestens zweischichtig ist (Relativwert 9).

Durch die Unterscheidung von dreischichtig und stufig wird berücksichtigt, dass ein dreischichtiger Bestand meist eine nutzungsbedingte Struktur darstellt, während ein stufiger Bestand eher einer natürlichen Strukturierung entspricht. Dies trifft jedoch nicht für alle Waldtypen zu.

Tabelle 22: Auszug aus der Schichtungsmatrix

Name des Syntaxon	GES CODE	1 sch	schw 2	2 sch	3 sch	stufig
<i>Erica-Pinetum sylvestris</i>	ERICPINE	9	9	8	5	5
<i>Erica-Pinion mugo</i>	ERICPIMU	9	9	9	9	9
<i>Erica-Pinion mugo</i>	ERICPIMU	9	9	9	9	9
<i>Erica-Pinion sylvestris</i>	ERICPINI	9	9	8	5	5
<i>Erythronio-Carpinion</i>	ERYTCARP	3	5	9	9	9
<i>Euphorbio angulatae-Quercetum</i>	EUPHQUER	2	3	6	7	9
<i>Euphorbio saxatilis-Pinetum nigrae</i>	EUPHPINE	9	9	8	5	5
<i>Festuco eggleri-Pinetum</i>	FESTPINE	9	9	8	5	5
<i>Festuco ovinae-Pinetum</i>	FESOPINE	9	9	8	5	5
<i>Fraxino orni-Pinetum nigrae</i>	FRAXPINE	9	9	9	7	7
<i>Fraxino pannonicae-Ulmetum</i>	FRAXULME	5	7	8	8	9
<i>Fraxino pannonic-Carpinetum</i>	FRAXCARP	3	5	9	9	9
<i>Fraxino-Populetum</i>	FRAXPOPU	6	7	9	8	9
<i>Galio rotundifolii-Piceetum (Innenalpen)</i>	GALIPICE1	7	8	9	9	9
<i>Galio rotundifolii-Piceetum</i>	GALIPICE2	6	7	9	9	9
<i>Galio sylvatici-Carpinetum</i>	GALICARP	3	5	9	9	9

GES_CODE: Code der Waldgesellschaft

1_sch: einschichtig

schw_2: schwach zweischichtig

2_sch: zweischichtig

3_sch: drei- oder mehrschichtig

3_5_9 STRUKTURZUSCHLAG

Der Strukturzuschlag errechnet sich aus mehreren bestandesstrukturellen Einzelmerkmalen und korrigiert das Kriterium „Entwicklungsstufe“. Dabei werden Alters-, Einzelbaum- und Bestandesstrukturmerkmale herangezogen.

Da absolute Altersangaben nicht unmittelbar mit dem Hemerobiegrad korrelieren (Waldenspuhl 1991), werden nur aufwertende Korrekturzuschläge vergeben. Das bedeutet, dass bei Vorhandensein einer entsprechend großen Altersspanne, welche über die wirtschaftliche Zeitspanne (Umtriebszeit) hinausgeht, der Relativwert für die Entwicklungsstufe durch einen Zuschlagswert erhöht wird. Umgekehrt gibt es keine Abschlagswerte, wenn ein Bestand ein junges Entwicklungsstadium aufweist.

Korrekturmerkmale für den Strukturzuschlag sind:

- Mindestdeckung der Strauchschicht
- vorhandenes Höchstalter (aus Winkelzählprobe)
- mittlerer Brusthöhendurchmesser (Median der 3 stärksten Individuen)

Die Vergabe von Zuschlägen erfolgt wie beim Kriterium „Bestandesaufbau“ selektiv für jede Waldgesellschaft. Die Zuschlagswerte sind in der Strukturmatrix zusammengefasst (siehe Beispiel in Tabelle 23). Die Zuschlagswerte sind wiederum ein Ergebnis der Zusammenarbeit mit dem Expertenbeirat.

Strauchschichtzuschlag (ZS-str)

Für jene Waldgesellschaften, welche unter natürlichen bzw. naturnahen Verhältnissen eine Strauchschicht ausgebildet haben, wird ein Punktezuschlag vergeben. Abhängig davon, wie sehr die Strauchschicht den Hemerobiegrad beeinflusst, erreichen die Zuschläge Werte von 1,0, 1,25 oder 1,5.

Der Zuschlag wird folgend definiert: wenn eine Waldgesellschaft unter natürlichen Verhältnissen eine Strauchschicht ausgebildet hat, durch die Nutzungseinflüsse diese jedoch rasch verloren geht, so wird beim aktuellen Vorhandensein einer

Tabelle 23: Auszug aus der Strukturmatrix mit den Zuschlagswerten je Waldgesellschaft

Name des Syntaxon	GSCODE	Zs_str	Zs_a	Zs_bhd
Aceri tatarici-Quercetum	ACERQUER	1	0	40
Aceri-Carpinetum	ACERCARP	1	80	50
Aceri-Fagetum	ACERFAGE	0	0	40
Aconito paniculati-Fagetum	ACONFAGE	0	0	40
Adenostylo alliariae-Abietetum	ADENABIE	0	0	0
Adenostylo glabrae-Abietetum (Innenalpen)	ADEGABIE1	1	120	0
Adenostylo glabrae-Abietetum (Zwischenalpen)	ADEGABIE2	0	120	0
Adenostylo glabrae-Fagetum	ADENFAGE	0	0	0
Adenostylo glabrae-Piceetum	ADENPICE	0	0	0
Alnion glutinoso-incanae	ALNEGLUT	1,25	40	0
Alnetum incanae	ALNEINCA	1,25	40	0
Alnetum viridis	ALNEVIRI	0	0	0
Alnion glutinosae	ALNIGLUT	1,25	50	0
Alnion incanae	ALNIINCA	1	40	0
Alnion viridis	ALNIVIRI	0	0	0
Anemomo trifoliae-Fagetum	ANEMFAGE	1	0	0
Aposerido-Fagetum	APOSFAGE	1	0	0
Aro maculati-Fagetum	AROMFAGE	0	120	0
Arunco-Aceretum	ARUNACER	1	100	0

Legende zur Tabelle 23: Zuschlagswert

ZS_str: Strauchschichtzuschlag 1 oder 1,25 oder 1,5

ZS_140: Zuschlag bei Überschreiten des Alters 140 J. (Akl. 9) 1

ZS_a: Zuschlag bei festgelegtem Alter 0,5

ZS_bhd: Zuschlag bei Überschreiten des angegebenen BHD 0,5

Höchstalter (ZS_a)

Abweichend von der Altersklasse 9 als naturnahem Grenzwert, werden gesellschaftsspezifisch höhere oder niedrigere Altersgrenzen angegeben.

Beispielsweise ist in einem *Fraxino-Populetum* bereits das Überschreiten eines Alters von 70 Jahren als hoher Naturnäheindikator zu werten, und es wird ein Zuschlag vergeben. Im Programm „HEMPROG“ erfolgt ein Vergleich des Altersschwellenwertes in der Strukturmatrix (Anhang 4) mit den Altersklassen oder mit dem Höchstalter auf der Probefläche. Der Zuschlagswert beim Überschreiten der Altersgrenze beträgt 0,5 Punkte, wenn die Altersgrenze unter 140 Jahre (Akl. 9) liegt und 1,0 Punkte, wenn diese über 140 Jahre beträgt.

Berechnung Thayatal:

Der Wert für das Alter wurde aus der Winkelzählprobe 2002 abgeleitet (Maximaler Alterswert). Zu Alterswerten aus der Ersterhebung 2002 wurden 22 Jahre addiert. Sollte kein Alterswert aus der Winkelzählprobe zu Verfügung stehen, wird der Wert Alter auf „0“ gesetzt und dadurch nicht berücksichtigt.

Mittlerer Bruthöhendurchmesser (ZS_bhd)

In der Strukturmatrix werden auch Stammdurchmessergrenzen angegeben. Überschreiten die aktuellen Stammdurchmesser auf der Probefläche die Grenzwerte aus der Matrix, so handelt es sich um einen naturnahen bzw. natürlichen Waldbestand hinsichtlich der Durchmesserverteilung. Durchmessergrenzen werden deshalb vergeben, weil Altersgrenzen nicht für jede Waldgesellschaft eindeutig festzulegen sind, und weil auch nicht für alle Probeflächen exakte Altersangaben vorliegen. Deshalb wird versucht über das arithmetische Mittel der 3 stärksten Stämme auf der Probefläche eine indirekte Altersinformation abzuleiten. Den Autoren ist bewusst, dass der Durchmesser ein stadiales Alter darstellt und nicht unmittelbar auf das absolute Alter schließen lässt (Leibundgut 1978, Scherzinger 1996). Trotzdem kann man davon ausgehen, dass bei einer breiten Durchmesserstruktur in vielen Fällen eine naturnähere Situation vorliegt als bei einer engen. Es erfolgt auch bei diesem Kriterium keine Abwertung des Kriteriums „Entwicklungsstufe“, wenn ein Bestand mit einer einheitlichen Durchmesserstruktur vorliegt. Es ist jedoch gerechtfertigt, eine strukturreiche Situation durch einen Zuschlag höher zu bewerten.

Ist in der Strukturmatrix für eine Waldgesellschaft ein BHD angegeben, so wird geprüft, ob der mittlere Durchmesser größer ist als der von den Experten festgelegte Grenzdurchmesser. Der Zuschlagswert beim Überschreiten der BHD-Grenze durch den aktuellen Mitteldurchmesser beträgt 0,5 Punkte.

Berechnung Thayatal:

Die Durchmesser der 3 stärksten Bäume wird aus der Baumerfassung am 10m Kreis abgeleitet.

Der Strukturzuschlag (SZ) errechnet sich aus der Summe der beschriebenen Einzelzuschlagswerte. Die optional zu vergebenden Zuschläge (ZS 140, ZSa, ZSbhd) werden nachfolgender Prioritätsreihung gewählt: Höchstalter vor Mittl. BHD vor Altersklasse.

Gleichung 8: Berechnung des Strukturzuschlags

$$SZ = ZS_{str} + (ZS_{140} \text{ oder } ZS_a \text{ oder } ZS_{bhd})$$

SZ: Gesamter Strukturzuschlag

ZS_{str}: Zuschlag für die Strauchschicht 1 oder 1,25 oder 1,5

ZS_a: Zuschlag für das Höchstalter 0,5

ZS_{bhd}: Zuschlag für den Durchmesser 0,5

3_5_10 ARTENDIVERSITÄT DER BÄUME

Ganz allgemein gilt, dass die Artenzahl einer Vegetationsschicht in Bezug auf die PNWG aus verschiedenster Hinsicht ein schwer festzulegendes Kriterium ist. Sie ist eine Größe, die einerseits direkt mit der Störung eines Standortes in Verbindung zu bringen, andererseits sehr differenziert zu bewerten ist. Weiters fließt sie bereits in andere Kriterien ein und sollte unabhängig von diesen bewertet werden. Für die Bestimmung des Relativwertes der Diversität von Baum- und Krautschicht gelten folgende Regeln:

- die Artenzahl ist nur in Bezug zur PNWG bewertbar
- keine Absolutzahlen sondern Artenzahlintervalle
- Ausklammern der Störungszeiger
- der Naturnähewert steigt nicht linear mit der Artenzahl.

Die Artenzahl hat erst dann eine Berechtigung in der Naturnähe-Bewertung, wenn sie im Vergleich zur potenziellen natürlichen Waldgesellschaft gesehen wird. Ein standortsfremder Fichtenforst im Gebiet eines potenziellen natürlichen Eichen-Hainbuchenwaldes wird eine geringere Artenzahl aufweisen als der natürliche Wald. Es ist daher notwendig, die realen Artenzahlen der Vegetationsaufnahmen mit den Erfahrungswerten der potenziellen natürlichen Gesellschaften zu vergleichen. Die Skalierung erfolgt getrennt nach den jeweiligen Waldtypen und ist auf drei Relativwertklassen beschränkt. Gerade bei der Frage der Artenzahl können große Unterschiede je Bestand und Entwicklungsstadium des Waldes auftreten. Für die Vergabe von Artenzahlintervallen je Waldgesellschaft werden Angaben aus Naturwalduntersuchungen (Mayer et al. 1987, Oberdörfer 1992, Zukrigl 1990, Wolf 1991, Frank 1991, Mucina et al. 1993, u. a.) (Frank, 1991; Mayer et al., 1987; Mucina et al., 1993; Oberdörfer, 1992; Wolf and Bohn, 1991; Zukrigl, 1990 u.a.) und die Auswertung naturnaher Probeflächen des Hemerobie-Projektes herangezogen.

Die Rechenwerte werden nach festgelegten Kriterien in Relativwerte von 1 bis 9 transformiert. Die Relativwertskala wird für dieses Kriterium in breite Klassen (1, 5 oder 9) eingeteilt, um eine möglichst nachvollziehbare und objektive Zuordnung von Absolutwerten treffen zu können. In der Ermittlung der aktuellen Baumartenzahl einer Aufnahme werden die Arten für alle Baumschichten nur einmal gezählt.

Die für die Baumartenzahl erstellte Diversitätsmatrix wurde von den Experten des Fachbeirates geprüft und korrigiert. Das Ergebnis der Bewertungsmatrix, welche für die Hemerobie-Berechnung herangezogen wird, ist im Anhang 6 dargestellt.

Berechnung Thayatal:

Die Baumartenanzahl wurde aus der Ansprache der aktuellen Baumartenkombination ermittelt.

3_5_11 ARTENDIVERSITÄT DER BODENVEGETATION

Keine Daten verfügbar - wird nicht berechnet

3_6 AGGREGATION DER KRITERIEN

Für die Bewertung der Probefläche hinsichtlich ihres Hemerobiegrades wird eine dichotome Aggregation angewendet. Dabei handelt es sich um ein Verknüpfungsverfahren, welches eine nachvollziehbare Zusammenführung der Relativwerte jedes Einzelkriteriums zu einem synoptischen Wert (Hemerobiewert) ermöglicht. In diesem Verfahren werden jeweils zwei Kriterien paarweise zu einem nächst höherem Kriterium aggregiert.

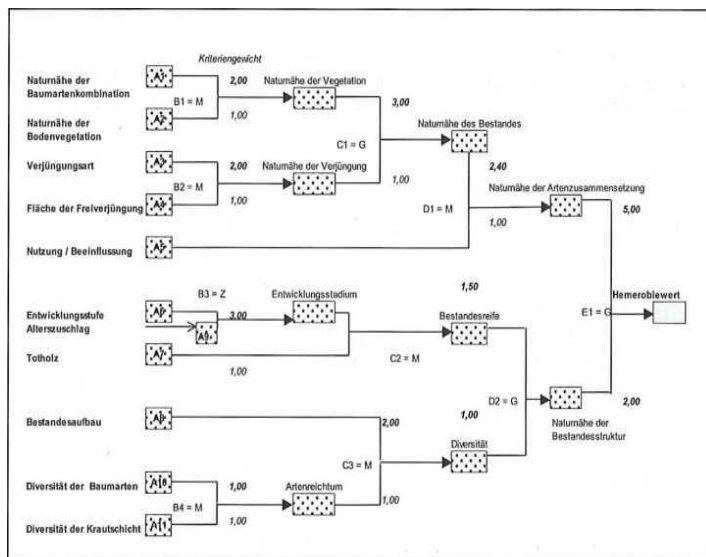


Abbildung 15: Verknüpfungsdendrogramm mit den korrigierten Gewichtungen der Einzelkriterien aus der Delphibefragung. A, B, C, D und E entsprechen den Verknüpfungsebenen; M steht für Matrize, G für arithmetische Gewichtung und Z für Zuschlag im Verknüpfungsverfahren.

Um aus den Einzelkriterien und deren Relativwerten einen Hemerobiewert für die untersuchte Probefläche zu errechnen, stehen verschiedenste Methoden der Variablenverknüpfung zu Verfügung (Ammer et al., 1981; Ammer and Utschick,

1984; Gundermann, 1981; Haselwanter, 1992; Hermann, 1990). Da die Einzelkriterien sich gegenseitig unterschiedlich beeinflussen und nicht in jedem Fall eine arithmetische Verknüpfung erlauben, werden im Hemerobie-Projekt unterschiedliche Aggregationsmethoden angewendet. Dadurch wird eine möglichst hohe Flexibilität für jedes Verknüpfungspaar gewährleistet, und es bleibt die Kardinalität für alle Relativwerte erhalten.

Die Aggregationsmethoden für die Hemerobie-Bewertung sind:

- die logische Kombination
- das gewichtete arithmetische Mittel
- das Zuschlagsverfahren

Berechnung Thayatal:

Da nur Daten für 9 anstatt der ursprünglichen 11 Kriterien vorhanden sind, ist der Aggregationsprozess vereinfacht worden (siehe Abbildung 14 auf Seite 29 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

Bei fehlenden Kombinationsschritten wird der verfügbare Relativwert unverändert in der nächsten Ebene weitergereicht.

So wird der Relativwert für die Naturnähe der Baumartenkombination direkt als Eingangswert zur Ermittlung der Naturnähe der Artenzusammensetzung mit dem Relativwert für die Nutzung kombiniert.

Im Folgenden werden die einzelnen Verknüpfungsvorgänge zweier Relativwerte unterschiedlicher Kriterien erläutert.

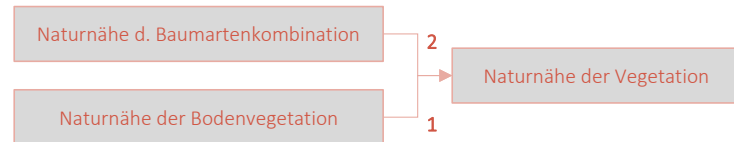
3_6_1 NATURNÄHE DER VEGETATION

Bei Grabherr 1998 wird die Naturnähe der Baumartenkombination mit der Naturnähe der Bodenvegetation in der Gewichtung 2:1 zusammengeführt.

Das Kriterium der „Naturnähe der Vegetation“ ergibt sich aus der Verknüpfung der Kriterien „Naturnähe der Baumartenkombination“ und „Naturnähe der Bodenvegetation“.

Die Expertenbefragungen ergab, dass die „Naturnähe der Baumartenkombination“ das entscheidendere Kriterium darstellt, da die Baumartenwahl langfristig einen nachhaltigen Einfluss auf die Bodenvegetation hat. Zur selben Gewichtung sind auch AMMER & Utschick (1984) im Nationalpark Bayerischer Wald und Haselwanter (1992) bei der Waldbiotopkartierung in Tirol gekommen. Die beiden Kriterien

haben eine Gewichtung von 2 zu 1 für die Baumartenkombination.

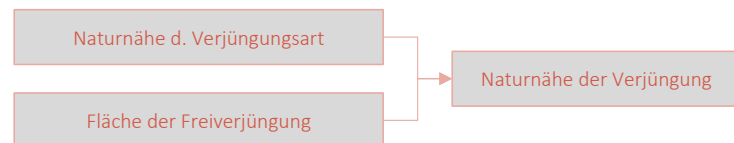


LM: Verknüpfung über Logische Kombinations-Matrix
1,2: Gewichte der Kriterien

3_6_2 NATURNÄHE DER VERJÜNGUNG

Das Kriterium „Naturnähe der Verjüngung“ errechnet sich aus den Kriterien „Naturnähe der Verjüngungsart“ und „Fläche der Freiverjüngung“.

Die Verjüngungsart (Naturverjüngung, Kultur, standortsgerecht, standortsfremd) ist primär für die Baumartenzusammensetzung des Altbestandes verantwortlich. Weiters ist eine Kultur mit standortsgerechten Baumarten, auch wenn sie sich auf einer Freifläche befindet, entscheidender für die Naturnähe des Folgebestandes als die Einflüsse der Freifläche selbst.



LM: Verknüpfung über Logische Kombinations-Matrix

Die Expertenbefragung bestätigt dies, indem die „Naturnähe der Verjüngungsart“ doppelt so hoch gewichtet wird wie die „Fläche der Freiverjüngung“.

Die Verknüpfung erfolgt über eine Matrix, da es sich nicht um lineare Zusammenhänge zwischen beiden Kriterien handelt. Eine standortsfremde Naturverjüngung (z. B. 2. Generation Fichte im subpannonischen Tiefland) unter Schirm mit einem Relativwert der Freifläche von „9“, muss deutlicher abgewertet werden als eine standortsgerechte Kultur auf einer Freifläche. Es gibt also keinen zwingenden Zusammenhang zwischen Größe der Freifläche und Naturnähe der Verjüngung. Eine Matrixverknüpfung ist dadurch begründet, weil die Freifläche bereits indirekt

im Kriterium „Nutzungen“ enthalten ist und eine Doppelbewertung dieses Merkmals vermieden werden soll. Für den Fall, dass kein Relativwert für das Kriterium „Verjüngungsart“ vorliegt (keine Verjüngung festgestellt), sollte auch keine verjüngte Freifläche angesprochen und bewertet werden. Tritt dieser Fall trotzdem auf, wird der Relativwert der Verjüngung auf „0“ gesetzt.

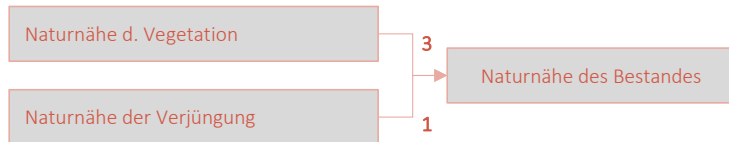
		Naturnähe d. Verjüngungsart									
Fläche d. Freiverjüngung		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	0	1	2	2	2	3	3	4	5	5
	2	0	1	2	3	3	4	5	5	5	5
	3	0	2	2	3	4	4	5	6	6	6
	4	0	3	3	3	4	5	5	6	7	7
	5	0	3	3	4	4	5	6	6	7	8
	6	0	4	3	4	5	5	6	7	7	8
	7	0	4	4	4	5	6	6	7	8	8
	8	0	4	4	5	5	6	7	7	8	9
	9	0	5	5	6	6	7	7	8	8	9

Matrix 4: Naturnähe der Verjüngung

3_6_3 NATURNÄHE DES BESTANDS

Die „Naturnähe des Bestandes“ ergibt sich aus der Verknüpfung der „Naturnähe der Vegetation“ und der „Naturnähe der Verjüngung“. Da die „Naturnähe der Baumartenkombination“ das Resultat der ehemaligen Verjüngung eines Bestandes ist, und von der Baumartenkombination wiederum die Bodenvegetation beeinflusst wird, kann man von einem +/- linearen Zusammenhang sprechen. Für die Hemerobie der Probestfläche ist jedoch die gesamte Vegetation deutlich höher zu bewerten als die Art und das Ausmaß der Verjüngung. Die Bewertung der Vegetation hinsichtlich anthropogenem Störungseinfluss erfolgt zudem in einer weit differenzierteren Art und Weise als für die Verjüngung. Es wird jede Art auf ihren Störungseinfluss geprüft.

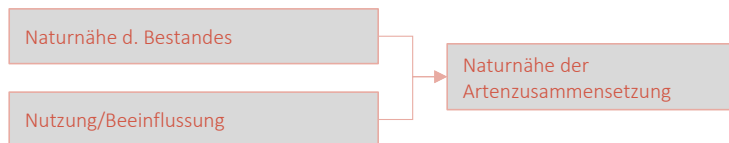
Diese Tatsache wird in der deutlich höheren Gewichtung der „Naturnähe der Vegetation“ gegenüber der „Naturnähe der Verjüngung“ im Verhältnis von 3:1 bestätigt. Für die Verknüpfung wird eine gewichtete arithmetische Mittelbildung angewendet.



gaM: gewichtetes arithmetisches Mittel
3, 1: Gewichte der Kriterien

3_6_4 NATURNÄHE DER ARTENZUSAMMENSETZUNG

Die Naturnähe der Artenzusammensetzung wird auf allen Ebenen durch die Nutzungseinflüsse, welche auf die Vegetation einwirken, maßgeblich beeinflusst.



LM: Verknüpfung über Logische Kombinations-Matrix

Die beiden Relativwerte aus der Naturnähe des Bestandes (= Naturnähe der Baumartenkombination) und der Nutzung werden mittels logischer Kombination anhand der in Abbildung 16 dargestellten Matrix kombiniert.

Naturnähe des Bestandes
(der Baumartenkombination)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	2	2	3	3	3	3	3
2	1	2	2	3	4	4	4	4	4
3	1	2	3	4	4	5	5	6	6
4	2	3	3	4	5	5	6	6	6
5	2	3	4	4	5	6	6	7	7
6	2	3	4	5	6	6	7	7	8
7	2	3	5	5	6	7	7	8	8
8	2	3	5	5	6	7	8	8	9
9	2	3	5	6	6	8	8	9	9

Abbildung 16: Matrix 5: Naturnähe der Artenzusammensetzung

3_6_5 ENTWICKLUNGSSTADIUM/BESTANDESREIFE

Der Relativwert des Kriteriums „Entwicklungsstadium“ errechnet sich aus dem Relativwert der „Entwicklungsstufe“ und dem Zuschlagswert für die Bestandesstruktur.

Da für das Entwicklungsstadium keine Werte vorliegen, aber für den Zuschlagswert der Bestandesstruktur schon, wird der Zuschlag mit dem Totholz-Relativwert direkt zum Relativwert der Bestandesreife kombiniert.

Bei dem Zuschlag für die Bestandesstruktur handelt sich um eine rein positiv wirkende Zuschlagsvergabe durch einen Absolutwert von 0,5 bis 1,5. Die Höhe des Zuschlages richtet sich nach der Bedeutung der beurteilten Merkmale (z. B. Altersstruktur) für die jeweilige PNWG. Es erfolgte bereits in der Expertenbefragung hinsichtlich der Höhe der Zuschläge eine indirekte Gewichtung der Merkmale, womit eine nochmalige Gewichtung des Kriteriums „Strukturzuschlag“ unterbleibt. Die Summe aus Relativwert Totholz und dem Strukturzuschlag kann den Wert 9 nicht überschreiten.

Gleichung 10: Berechnung des Kriteriums „Bestandesreife“ durch den Strukturzuschlag zum Kriterium „Totholz“

$$\text{Bestandesreife} = \text{RW}_{\text{totholz}} + \text{ZS}_{\text{struktur}}$$

$\text{RW}_{\text{totholz}}$: Relativwert des Kriteriums „Totholz“, $\text{ZS}_{\text{struktur}}$: Zuschlag für Strukturmerkmale

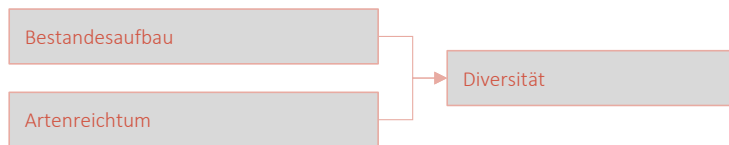
3_6_6 ARTENREICHTUM

Da für die Diversität der Krautschicht keine Werte vorliegen, bildet der Relativwert für die Diversität der Baumschicht den Relativwert für den Artenreichtum

3_6_7 DIVERSITÄT

Im Kriterium „Diversität“ sind das Kriterium Artenreichtum und die Schichtungsdiversität des Bestandes (Bestandesaufbau) miteinander aggregiert. Die Verknüpfung der Kriterien erfolgt durch eine logische Kombination.

In der Verknüpfungsmatrix wird der „Bestandesaufbau“ (= Relativwert für die Bestandesstruktur) mit dem doppelten Gewicht bewertet. Dies ist einerseits aufgrund der eindeutigen und klar zu definierenden Erhebungsmethode des Merkmals „Schichtung“ begründet und andererseits durch den unterschiedlich hohen Informationsgrad des Kriteriums „Artenvielfalt“ je nach Entwicklungsphase einer Waldgesellschaft. In geschlossenen Wäldern mit einer Optimalphase wird durch die starke Beschattung auch unter natürlichen Bedingungen die Artenvielfalt reduziert sein. Um solche artenarmen Entwicklungsphasen nicht abzuwerten, ist es notwendig für ein breites Intervall der Artenzahl den Relativwert von 9 zu vergeben.



LM: Verknüpfung über Logische Kombinations-Matrix 2, 1: Gewichte der Kriterien

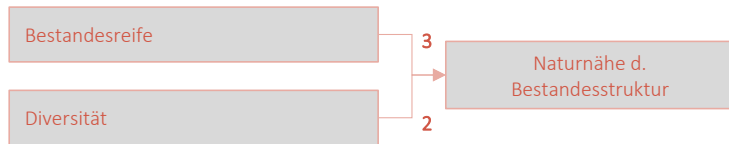
		Bestandesaufbau/-struktur									
Artenreichtum		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6
	2	2	1	2	2	3	4	5	5	6	6
	3	3	1	2	2	4	4	5	6	6	7
	4	4	2	2	3	4	5	5	6	7	7
	5	5	2	2	3	4	5	6	6	7	7
	6	5	2	3	3	4	5	6	7	7	8
	7	5	2	3	3	4	5	6	7	7	8
	8	5	2	3	4	4	5	6	7	8	8
	9	6	2	3	4	5	5	6	7	8	9

Abbildung 17: Matrix 8, Relativwert des Kriteriums „Diversität“

Im Falle von Nullwerten beim Artenreichtum werden für die Diversität die Relativwerte des Bestandesaufbaus übernommen. Erhält der Bestandesaufbau einen Nullwert, dies trifft dann zu, wenn für die PNWG ein Syntaxon höheren Ranges vergeben wurde, für welches keine Schichtungsrelativwerte zugeordnet werden können, so entspricht ein hoher Relativwert des Artenreichtums nicht automatisch einem hohen Wert für die Diversität (siehe Matrix 8).

3_6_8 NATURNÄHE DER BESTANDESSTRUKTUR

In dieses Kriterium fließen sämtliche bestandesstrukturelle Kriterien ein. Die Verknüpfungsäste „Bestandesreife“ und „Diversität“ enthalten gleich viele Einzelkriterien. Zwischen den Kriterien beider Äste bestehen lineare Zusammenhänge, weshalb eine gewichtete arithmetische Verknüpfung zulässig ist. Eine naturnahe Entwicklungsphase wird beispielsweise auch einen natürlichen Bestandesaufbau zur Folge haben. Die gleichhohe Gewichtung beider Kriterien aus der Delphibefragung wurde für das Kriterium „Bestandesreife“ auf 1,5 erhöht (1,5:1). Dies deshalb, weil die schon erwähnte Aussagekraft der Diversität für den Hemerobiewert geringer einzuschätzen ist als jene des Totholzes.



gaM: gewichtetes arithmetisches Mittel 1,5 und 1: Gewichte der Kriterien

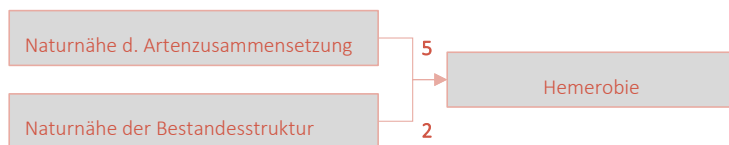
Gleichung 11: Gewichtete arithmetische Mittelbildung zur Herleitung des Relativwertes für die „Naturnähe der Bestandesstruktur“

$$BST = (RWbr * GWbr + RWdiv * GWdiv) / (GWbr + GWdiv)$$

- BST = Relativwert für das Kriterium „Bestandesstruktur“
- RWbr: Relativwert des Kriteriums „Bestandesreife“
- GWbr: Gewicht des Kriteriums „Bestandesreife“ (1,5)
- RWdiv: Relativwert des Kriteriums „Diversität“
- GWdiv: Gewicht des Kriteriums „Diversität“ (1)

3_6_9 HEMEROBIEWERT

Der Hemerobiewert ist schließlich der höchstaggregierte Relativwert aus der Verknüpfung sämtlicher Kriterien. Es hat sich jedoch schon in der Delphibefragung gezeigt, dass sämtliche Experten dem Kriterium „Naturnähe der Artenzusammensetzung“ das höchste Gewicht geben. Der Median der Expertengewichte ergibt für dieses Kriterium ein doppelt so hohes Gewicht wie für die Kriterien Bestandesreife und Diversität. Aufgrund der Erfahrungen aus der Geländeerhebung und der empirischen Prüfung der Rechenergebnisse mit der gutachtlichen Hemerobie-Einschätzung vor Ort wurde das Gewicht für die „Naturnähe der Artenzusammensetzung“ noch erhöht und beträgt nun 5 zu 2.



gaM: gewichtetes arithmetisches Mittel (Artenzusammensetzung *5, Bestandesstruktur *2)

Die deutlich höhere Gewichtung für die Artenzusammensetzung ist auch darin begründet, dass sich die Veränderung in der Artenzusammensetzung gegenüber

dem potenziellen natürlichen Zustand relativ rasch vollziehen kann (z. B. einmaliger Baumartenwechsel nach Kahlschlag), während eine Rückführung in einen naturnahen Zustand nur sehr langsam erfolgt. Weiters wird die Struktur- und Diversitätsvielfalt auch durch anthropogene Eingriffe gefördert und hat somit nicht einen vergleichsweise hohen Aussagewert für die Hemerobie.

Bei den beiden Verknüpfungsästen des Dendrogramms (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) handelt es sich um lineare Beziehungen zwischen den Kriterien. Eine hohe Naturnähe der Baumartenkombination wird auch eine hohe Naturnähe in der Artendiversität hervorrufen. Andererseits deutet fehlendes Totholz auf eine vorhandene forstliche Nutzung hin. Aufgrund dieser zwar unterschiedlich gewichteten Kriterien aber linearen Zusammenhänge erfolgt die Verknüpfung durch eine arithmetische Mittelbildung.

Gleichung 12: Gewichtete arithmetische Mittelbildung zur Herleitung des Hemerobiewertes

$$HEM = (RWbr * GWbr + RWdiv * GWdiv) / (GWbr + GWdiv)$$

- HEM = Hemerobiewert
- RWar: Relativwert des Kriteriums „Artenreichtum“
- GWar: Gewicht des Kriteriums „Artenreichtum“ (5)
- RWbst: Relativwert des Kriteriums „Bestandesstruktur“
- GWbst: Gewicht des Kriteriums „Bestandesstruktur“ (2)

4 ERGEBNISSE

Insgesamt wurden 40 Probeflächen im Herbst 2024 im Gelände erhoben. Damit umfasst die Hemerobie-Stichprobe etwa 10% der 377 Wald-Aufnahmepunkte der Naturrauminventur.

In Tabelle 24: Stichprobenverteilung auf Waldgesellschaften ist dargestellt, wie sich die 40 Stichproben auf die erfassten Waldgesellschaften verteilen.

Tabelle 24: Stichprobenverteilung auf Waldgesellschaften

Waldgruppe	Waldgesellschaft	Anzahl Aufnahmen
Ahorn- & Lindenmischwälder	Aceri-Tilietum platyphylli	3
Auwälder	Stellario nemorum-Alnetum glutinosae	3
Buchenwälder	Cyclamini-Fagetum	1
Buchenwälder	Galio odorati-Fagetum	6
Eichenwälder	Lithospermo-Quercetum pubescentis	3
Eichenwälder	Luzulo-Quercetum	5
Hainbuchenwälder	Carpinion betuli	12
Hainbuchenwälder	Galio sylvatici-Carpinetum	7

4_1 HEMEROBIEWERTEVERTEILUNG

Die meisten Probeflächen im Nationalpark Thayatal sind in den Hemerobiestufen β -oligohemerob und γ -oligohemerob zu finden (48 und 35%). Damit sind vier Fünftel (83%) als naturnah einzustufen.

Die Hemerobiestufen polyhemerob (künstlich) bis α -mesohemerob (stark verändert) finden sich in dem nun seit 1997 aus der Nutzung genommenen Nationalpark-Waldflächen nicht.

Tabelle 25: Verteilung der 40 Stichprobenflächen auf die 9 Hemerobiestufen bzw. die 5 Naturnäheklassen.

Hemerobie	Naturnähe	Np Thayatal	Prozentanteil
polyhemerob	künstlich	0	0%
α -euhemerob	künstlich	0	0%
β -euhemerob	stark verändert	0	0%
α -mesohemerob	stark verändert	0	0%
β -mesohemerob	mäßig verändert	1	3%
α -oligohemerob	mäßig verändert	4	10%
β -oligohemerob	naturnah	19	48%
γ -oligohemerob	naturnah	14	35%
ahemerob	natürlich	2	5%

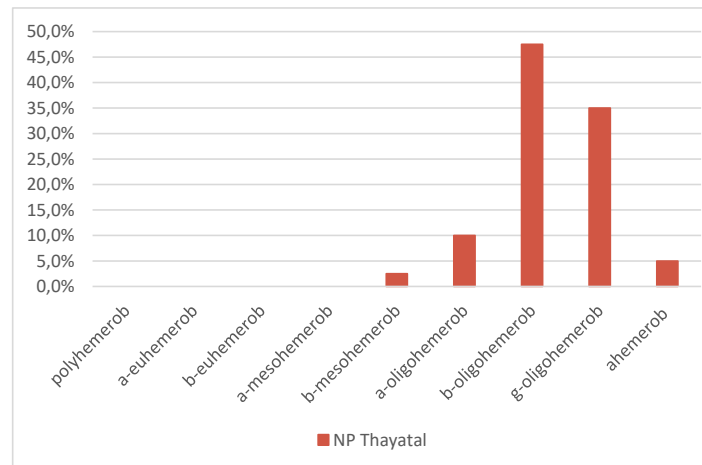


Abbildung 18: Verteilung der 40 Stichprobenflächen auf die Hemerobiestufen.

4_2 NATURNÄHE UND WALDGESELLSCHAFTEN

Da für manche Waldgesellschaften nur wenige Stichproben zur Verfügung standen, wurden die Waldgesellschaften zu Waldgruppen zusammengefasst und für jede Waldgruppe ein mittlerer Hemerobiewert gerechnet.

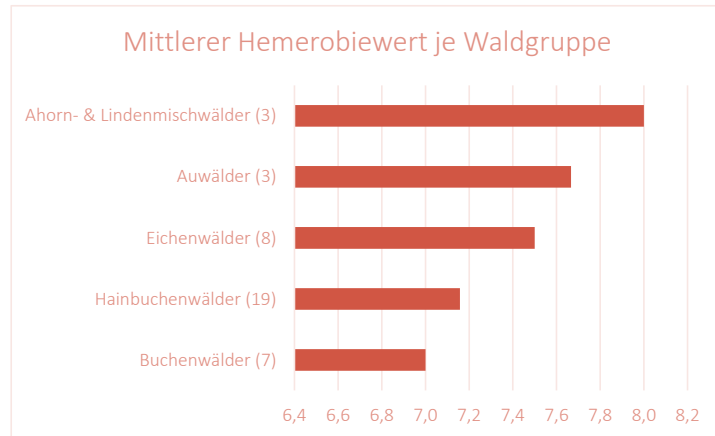


Abbildung 19: Mittlerer Hemerobiewert je Waldgruppe (in Klammer die Anzahl der Stichproben).

Die Mittleren Hemerobiewerte unterscheiden sich nur geringfügig zwischen den fünf unterschiedenen Waldgruppen. Buchen- und Hainbuchenwälder stocken auf eher ausgeglichenen Standorten, die vor der Nationalparkgründung forstwirtschaftlich intensiver bewirtschaftet wurden als die Eichen und Ahorn-Lindenmischwälder auf den eher flachgründigen Standorten bzw. steilen Hanglagen. Auch die Auwälder weisen im Mittel höhere Naturnähwerte auf.

4_3 TOTHOLZ

Totholz ist ein wesentlicher Indikator für die Naturnähe. Fehlt der forstliche Nutzungsreingriff, kann sich abgestorbene Baumbiomasse stärker akkumulieren als in bewirtschafteten Wäldern.

Tabelle 26: Mittlere Totholz mengen aus der Stichprobe von 40 Flächen.

Totholzkategorie	m³/ha	Anteil
Gesamte durchschnittliche Totholzmenge	66,1	100%
Davon: stehendes Totholz	19,8	30%
Davon: liegendes Totholz	46,4	70%
Davon: anthropogenes Totholz (mit Schnittfläche)	3,8	6%
Davon: Stöcke	0,4	1%

Aus der Tabelle 26 lässt sich ableiten, dass der Totholzanteil im Schnitt ca. 66 Kubikmeter pro Hektar beträgt. Davon sind 30% stehendes und 70% liegendes Totholz.

Nur ein geringer Anteil (3,8%) weist eine Schnittfläche auf, ist also anthropogenen Ursprungs. Stöcke machen nur 1% der Totholzmenge auf, was auf den geringen aktuellen Nutzungseinfluss hinweist.



Abbildung 20: Totholz ist ein wichtiger Indikator für die Naturnähe von Waldbeständen.

5 DISKUSSION

Die Hemerobiewerte im Nationalpark Thayatal deutlich über dem österreichweiten Durchschnitt. Während für gesamt Österreich in der 1993-1998 durchgeführten Studie (Grabherr et al., 1998) die meisten Flächen als „mäßig verändert“ (Hemerobiestufen 5 & 6) eingestuft wurden (41%), liegt der Schwerpunkt bei den aktuellen Erhebungen aus dem Nationalpark Thayatal im Bereich der naturnahen Waldbeständen (83%). Der Anteil von natürlichen Waldbeständen ist im Thayatal mit 5% auch deutlich höher als der österreichweite Durchschnitt (3,2%).

Tabelle 27: Vergleich der Hemerobiebewertung des Nationalparks mit den Österreichischen Ergebnissen von Grabherr et al. 1998.

Hemerobiewert	Hemerobie	Naturnähe	Österreich	NP Thayatal
1	polyhemerob	künstlich	0,7%	0,0%
2	a-euhermerob	künstlich	6,6%	0,0%
3	b-euhermerob	stark verändert	11,2%	0,0%
4	a-mesohemerob	stark verändert	15,6%	0,0%
5	b-mesohemerob	mäßig verändert	19,7%	2,5%
6	a-oligohemerob	mäßig verändert	21,0%	10,0%
7	b-oligohemerob	naturnah	14,5%	47,5%
8	g-oligohemerob	naturnah	7,6%	35,0%
9	ahemerob	natürlich	3,2%	5,0%

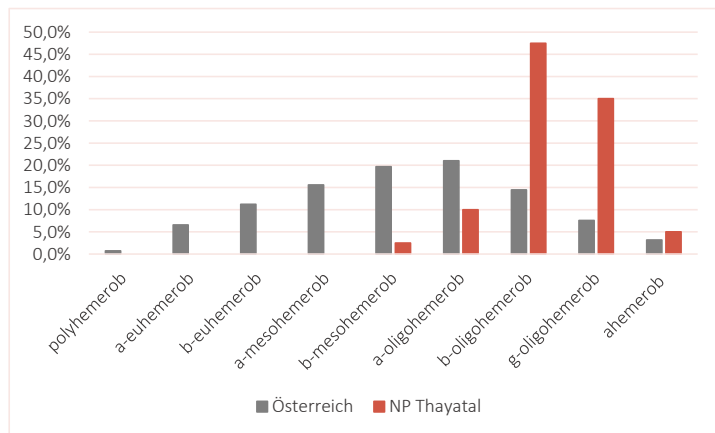


Abbildung 21: Verteilung der Aufnahme auf die 9 Hemerobiestufen (poylhemerob = künstlich, ahemerob = natürlich).

Die Ergebnisse der österreichweiten Studie umfasst sehr unterschiedliche Landschaftsräume, Klimaregionen und Waldgesellschaften. In der Studie von Grabherr et al. 1998 findet sich aber auch eine Auswertung auf Ebene der Waldgruppen. Für einen Vergleich mit den Aufnahmen aus dem Nationalpark Thayatal wurden diese Waldgruppen nochmals zusammengefasst, um Vergleich zu ermöglichen (siehe Tabelle 28). Dazu wurden mittlere Hemerobiewerte je Waldgruppe berechnet. Auch wenn die Hemerobiestufen im Grunde ordinalskalierte Daten darstellen, ist basiert die Hemerobiewertberechnung auf weitgehend metrischen Skalen und eine Berechnung von Mittelwerten daher aussagekräftig.

Tabelle 28: Gegenüberstellung der Waldgruppen für das Thayatal und Grabherr et al. 1998.

Waldgruppe NP Thayatal 2024	Waldgruppe (Grabherr 1998)
Ahorn- & Lindenmischwälder	Ahorn- und Eschenmischwälder
Ahorn- & Lindenmischwälder	Linden- und Lindenmischwälder
Buchenwälder	Braunerde- (Fi.-Ta.) Buchenwälder
Hainbuchenwälder	Eichen-Hainbuchenwälder
Eichenwälder	Flaumeichenwälder
Eichenwälder	Eichen- und Eichen-Föhrenwälder
Auwälder	Bachbegleitende Erlen-Eschenwälder
Auwälder	Gravelenwälder

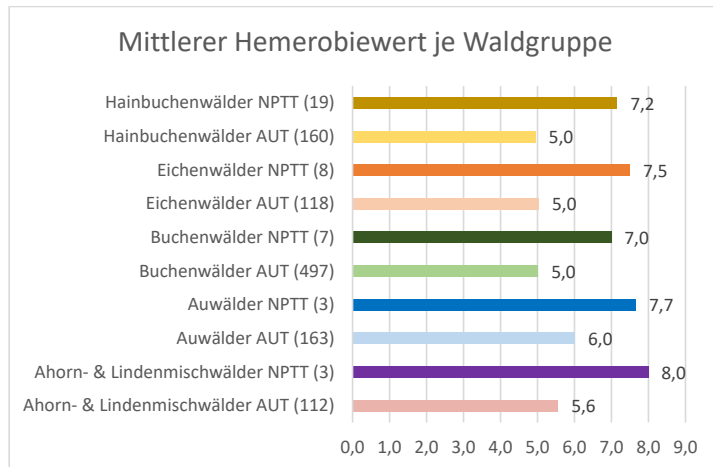


Abbildung 22: Vergleich der mittleren Hemerobiewerte zwischen den Waldgruppen aus der Studie Grabherr et al. 1998 (AUT) mit den Ergebnissen aus dem NP Thayatal 2024 (NPTT).

Auch im Vergleich auf Ebene der Waldgruppen ist zu erkennen, dass die Naturnähe im Nationalpark deutlich über den Vergleichswerten ähnlicher Waldtypen aus der österreichweiten Erhebung liegen. Der Unterschied liegt meist bei 2 Hemerobiestufen.

Des Weiteren lässt sich feststellen, dass der Trend innerhalb der Waldgruppen des Nationalparks dem österreichweiten Vergleich entspricht: Auwälder sowie Ahorn- und Lindenmischwälder stellen Sonderstandorte dar, an denen der menschliche Einfluss geringer ist als bei Klimax-Waldgesellschaften (Buchen-, Eichen-, Hainbuchenwälder).

Neben den Hemerobiewerten ist auch das Totholz ein interessanter Indikator für die Waldentwicklung.

In der Stichprobeninventur 2002 für den Nationalpark Thayatal (Eckmüllner, 2003) wurde auch das Totholz erfasst. Damals wurden für die durch die Stichprobe erfasste Fläche (1586 ha) ein gesamtes Totholzvolumen von 9.990 m³ dokumentiert, was einem mittleren Totholzanteil von 6,3m³/ha entspricht. In diesem Wert ist allerdings nur Totholz mit einem Brusthöhendurchmesser (bei

stehendem und hängendem Totholz) bzw. Mitteldurchmesser (bei liegendem Totholz) von mehr als 20 cm erfasst.

Tabelle 29: Totholzvolumen aus der Stichprobe 2002 (Eckmüllner, 2003).

Totholzkategorie	Volumen (m ³)	Volumen/ha (m ³)
stehend	6.797	4,3
hängend	594	0,4
liegend	2.599	1,6
Gesamtergebnis	9.990	6,3

Tabelle 30: Mittleres Volumen von starkem Totholz > 20cm Durchmesser aus der Erhebung 2024)

Totholzkategorie	m ³ /ha
Totholz stehend > 20 cm	15,9
Totholz liegend > 20cm	22,7
Totholz > 20cm gesamt	38,5

Vergleicht man die Totholzwerte aus dem Jahr 2002 mit jenen aus dem Jahr 2024, so fällt auf, dass sich das Gesamtvolumen des Totholzes versechsfacht hat (38,5m³/ha im Jahr 2024). Dazu muss einschränkend gesagt werden, dass die Stichprobe 2024 nur aus 40 Flächen bestand (im Vergleich zu 412 Flächen 2002). Allerdings ist der Trend sehr beachtlich.

Die Österreichische Waldinventur (ÖWI) gibt für die letzte Erhebungsperiode 2016-2021 auf ihrer Homepage (www.waldinventur.at) für Österreich eine durchschnittlichen Wert für 9,7 Vfm/ha für das stehende Totholz an (> 10cm Durchmesser). Das ist etwas weniger als die Hälfte des Durchschnitts in den Stichprobenflächen im Nationalpark Thayatal. Für das liegende Totholz sind aus dieser der letzten ÖWI-Periode nur Zahlen aus der Zwischenauswertung (Gschwantner, 2019) (2016-2018) verfügbar (siehe Tabelle 31).

Tabelle 31: Mittlere Totholzmenge für Österreich (Quelle ÖWI, 2016-2018 (Gschwantner, 2019)).

Kategorie	Menge
Stehendes Totholz	8,1 m ³ /ha
Liegendes Totholz	12,5 m ³ /ha
Stock-Totholz	10,3 m ³ /ha
Summe	30,9 m ³ /ha

Im Vergleich mit den österreichweiten Mittelwerten fällt auf, dass die

Totholz mengen im Nationalpark doppelt so hoch sind und der Anteil des Stockholzes am Totholz deutlich geringer ist.

Die vorliegende Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass die Hemerobie bzw. die Naturnähe im Jahr 2024 im Nationalpark signifikant über dem österreichischen Durchschnitt liegen. Durch die Außernutzungsstellung haben sich Struktur und Baumartenzusammensetzung in eine sehr naturnahe Richtung entwickelt. Insbesondere der Totholzanteil hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten verzehnfacht und liegt nun in einem für Naturwälder typischen Bereich.



Abbildung 23: Kiefer, 2002 noch lebender Baum, wurde 2024 nun als Totholz erfasst.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Albrecht, L., 1991. Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwiss. Cent. 110, 106–113.
- Ammer, U., 1991. Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforchung für die forstliche Praxis. Forstwiss. Cent. 110, 149–157.
- Ammer, U., Bechet, G., Klein, R., 1981. Grundzüge der Methodik für eine großflächige Umweltkartierung. München 84.
- Ammer, U., Utschick, H., 1984. Gutachten zur Waldpflegeplanung im Nationalpark Baye-rischer Wald auf der Grundlage einer Ökologischen Wertanalyse. Schriftenreihe Baye-rischen Staatsminist. F Ernähr. Landwirtsch. Forsten.
- Brünig, E., Mayer, H., 1980. Waldbauliche Terminologie. IUFRO-Gruppe Ökosysteme. Inst F Waldbau Univ F Bodenkult. Wien.
- Burschel, P., Cajander, A.K., 1992. Totholz und Forstwirtschaft. Allg. Forstztg. 47, 1143–1146.
- Eckmüllner, O., 2003. Naturrauminventur im Nationalpark Thayatal - Stichprobeninventur 2002. Inst. f. Waldwachstumsforschung, Univ. f. Bodenkultur Wien, Wien.
- Ertl, S., Fuchs, S., Wrbka, T., 2023. Die Waldvegetation in den Nationalparks Thayatal und Podyjí –Erfassung, Kartierung und ausgewählte Analysen. Chemkon 31, 9–36.
- Ertl, S., Fuchs, S., Wrbka, T., 2021. Darstellung der Biodiversität der Waldvegetation in den Nationalparks Thayatal und Podyjí (Endbericht, INTERREG-Förderprojektes “Connecting Nature AT-CZ”). Universität Wien, Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Wien.
- Fischer, A., 1992. Long term Vegetation development in Bavarian Mountain Forest ecosystems following natural destruction. Vegetatio 103, 93–104.
- Forstliche Bundesversuchsanstalt (Ed.), 1995. Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 1992-1996. Fassung.
- Frank, G., 1991. Der Urwald „Selkacher Teil“ in den Karawanken. Naturschutz Kärnten 12, 27.
- Fraver, S., Ducey, M.J., Woodall, C.W., D’Amato, A.W., Milo, A.M., Palik, B.J., 2018. Influence of transect length and downed woody debris abundance on precision of the line-intersect sampling method. For. Ecosyst. 5, 39. <https://doi.org/10.1186/s40663-018-0156-9>
- Grabherr, G., Koch, G., Kirchmeir, H., Reiter, K., 1998. Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Veröff Österr. MaB-Program. Band 17.
- Gschwantner, T., 2019. Totholz-Zunahme ausschließlich positiv? BFW Praxisinformation Nr 50, 17–22.
- Gundermann, E., 1981. Die Auswirkungen des Forststraßenbaus im Hochgebirge auf die.
- Haselwanter, G., 1992. Waldbiotopbewertung in Schutzwäldern der Tiroler Zentralalpen.
- Hermann, K., 1990. Bewertung der ökologischen Auswirkungen der Land- und Forstwirtschaft im Gebirgswaldbiotop „Alpe-Hora“: Tschagguns, Vorarlberg.
- Kirchmeir, H., 2001. Methoden der Stichprobenauswahl und der Ergebnisinterpretation im Rahmen eines Hemerobiebewertungsverfahrens für Wälder. Dissertation Diss. Univ. Wien, 160.
- Kirchmeir, H., Jungmeier, M., 2006. Naturrauminventur Nationalpark Kalkalpen - Hemerobieberechnung 2004 & 2005. Studie im Auftrag von: Nationalpark Kalkalpen, 13.
- Kirchmeir, H., Starlinger, F., Reiter, K., Schadauer, K., 2011. Vorstudie zur Einrichtung eines Hemerobie-Monitorings für den Österreichischen Wald. Im Auftrag von: Bundesforschungs-und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), 120 + Anhang.
- Kirchmeir, H., Steinbauer, K., Berger, V., Posch, L., Thaler, S., Rathke, H., Nussbaumer, D., Schimpl, L., Hollaus, M., 2024. Digitale Bestanderfassung und Entwicklungsanalyse für das Naturwaldreservat Rohrach. (Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum). E.C.O. Institut für Ökologie und TU Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation, Klagenfurt.
- Kirchmeir, H., Vanderkerkhove, K., Di Filippo, A., Priori, S., Di Fiore, L., Vanhaecht, R., 2023. Mapping Guideline and Field survey Protocol for the Assessment of Old Growth status and Ecosystem Services (Biodiversity & Carbon) in Beech Forests., LIFE-PROGNOSES. Klagenfurt.

- Koch, G., 1998. Methodik der Hemerobiebewertung, in: Grabherr, G., Koch, G., Kirchmeir, H., Reiter, K. (Eds.), Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Innsbruck.
- Koch, G., Kirchmeir, H., 1997a. Hemerobie Südtiroler Wälder. Schlußbericht des Projektmoduls: "Fachliche Koordination und Hemerobie-Berechnung". Eine Naturnäheerhebung auf Waldinventur-Punkten in Südtirol. Studie im Auftrag von: Amtes für Forstplanung, Bozen., 58+Anhang.
- Koch, G., Kirchmeir, H., 1997b. Aufnahmeschlüssel für das Projekt Hemerobie Südtiroler Wälder. Vegetationsperiode 1997. (Abteilung für Vegetationsökologie & Naturschutzforschung, Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Wien). Wien.
- Mayer, H., 1993. Urwald - Holzplantagen - Urwald: Quo vadis Waldbau? Auf Umwegen zu einer naturnahen Waldwirtschaft. Österr. Forstztg. 5, 35–39.
- Mayer, H., Neumann, M., 1981. Struktureller und entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/NÖ und Corkova Uvala/Kroatien. Forstwiss Cent. 100, 111–132.
- Mayer, H., Zukrigl, K., Schrempf, W., Schlager, G., 1987. Urwaldreste, Naturwald-reservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. Institut für Waldbau, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Mucina, L., Grabherr, G., Wallnöfer, S. (Hg.), 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III - Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer-Verlag.
- Oberdörfer, E., 1992. Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. Fischer. Textband.
- Rauh, J., 1993. Faunistisch-ökologische Bewertung von Naturwaldreservaten anhand repräsentativer Tiergruppen. Naturwaldreservate 2, 199.
- Reiter, K., Kirchmeir, H., 1997. Geoinformationssysteme bei der Hemerobiebewertung. Österr. Forstztg. 1/1997, 27–29.
- Ritter, T., Saborowski, J., 2012. Point transect sampling of deadwood: a comparison with well-established sampling techniques for the estimation of volume and carbon storage in managed forests. Eur. J. For. Res. 131, 1845–1856. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0637-2>
- Scherzinger, W., 1996. Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Vacik, H., Egger, A., Koch, G., Kirchmeir, H., 2000. Totholzerhebung im Rahmen der Hemerobiebewertung in Südtirols Wäldern. Cbl.f.d.ges.Forstwesen 117, 115–132.
- Van Wagner, C.E., 1968. The Line Intersect Method in Forest Fuel Sampling. For. Sci. 14, 20–26. <https://doi.org/10.1093/forestscience/14.1.20>
- Waldenspuhl, T., 1991. Waldbiotopkartierungsverfahren in der Bundesrepublik Deutschland: Verfahrenvergleich unter besonderer Berücksichtigung der bei der Beurteilung des Naturschutzwertes verwendeten Indikatoren (Dissertation,). Univ, Freiburg.
- Willner, W., Drescher, A., Grabherr, G., Eichberger, C., Exner, A., Franz, W.R., Grabner, S., Heiselmayer, P., Karner, P., Steiner, G.M., others, 2007. Die Wälder und Gebüsche Österreichs: Ein Bestimmungswerk mit Tabellen - Textband und Tabellenband. Spektrum Akademischer Verlag.
- Wolf, G., Bohn, U., 1991. Naturwaldreservate in der Bundesrepublik Deutschland und Vorschläge zu einer bundesweiten Grunddatenerfassung. Schriftenreihe Veg. 21, 9–19.
- Zukrigl, K., 1990. Naturwaldreservate in Österreich. Stand und neu aufgenommene Flächen. Umw. Bundesamt-Monogr. Bd 21.