



**ERSTELLUNG EINER LUFTBILDBASIERTEN
KARTE DER AKTUELLEN VEGETATION
FÜR DAS NATURA-2000-GEBIET ENNSTALER ALPEN & NATIONALPARK
GESÄUSE**

Thomas Zimmermann & Daniel Kreiner

Überarbeitete Zweitfassung
Stand 05.01.2010

Abstract

Auf Basis von geo-morphologischen Daten, einer CIR-Luftbilddauswertung und deren beider Korrelierung mit über 250 Vegetations-Punktdaten wurde eine Karte der aktuellen Vegetation für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen & Nationalpark Gesäuse modelliert. Durch Orientierung an den im Rahmen einer forstlichen Standortserkundung festgestellten lokalen Standortstypen und Höhengrenzen konnten sehr spezifische Abfragen konzipiert werden, welche die Unterscheidung von 22 verschiedene Waldtypen ermöglichte, die überdies den Vorteil haben, mit der pflanzensoziologischen Systematik der österreichischen Wälder und Gebüsche in Einklang zu stehen (Willner & Grabherr 2007a/b). Die Schwächen der Luftbildinterpretation hinsichtlich der Abschätzung von Baumartenanteilen und der nicht nach vegetationskundlich-standörtlichen Kriterien erfolgten Polygon-Abgrenzungen konnten durch die Informationen aus der Standortkartierung zwar nicht beseitigt, aber bedeutend gemildert werden. Durch mehrfache Überarbeitung und Geländekontrolle konnte eine Genauigkeit erreicht werden, welche für den angestrebten Zweck – die Ableitung der FFH-Lebensraumtypen (die eigentlichen Natura-2000 Schutzgüter) für Waldstandorte – zufrieden stellend ist.

Ausgangslage und Zielsetzung für die Modellierung einer Karte der aktuellen Vegetation

Die Erarbeitung von flächigen Informationen in Bezug auf Lebensraumtypen im Nationalpark Gesäuse sowie Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen hat bereits in der Planungsphase begonnen. Die im Rahmen einer „Naturrauminventur“ (Schwab 2001) erstellte Datenbank und die zugehörigen Abgrenzungen aus einer Luftbildinterpretation erfüllten jedoch nicht die Erfordernisse für eine flächige Darstellung der Vegetation im angestrebten Kartenmaßstab 1:10.000. Neben Fehlern in der Topologie, die zu korrigieren waren, stellten vor allem der uneinheitliche Bearbeitungsmaßstab und die nur auf Teilflächen vorhandenen Daten aus der Geländebegehung ein Problem dar.

Daher wurde im Jahr 2005 mit einer flächendeckenden Luftbildinterpretation nach dem im INTERREG-Projekt „Habitatp“ erstellten Schlüssel begonnen. Dieser Schlüssel wurde bereits in mehreren Schutzgebieten quer durch den Alpenbogen erprobt und ermöglicht in Zukunft Vergleiche von den Westalpen bis ins Gesäuse. Parallel dazu wurden im Rahmen der forstlichen Standortserkundung weitere Daten zur Verbreitung der Waldtypen im Nationalpark gesammelt, sowie in Teilbereichen eine flächige Biotoptypenkartierung durchgeführt. Die in diesen Feldkartierungen gewonnenen Informationen sollten auch dazu dienen, die Qualität der Luftbildinterpretation zu beurteilen. Denn es war von Anfang an klar, dass eine flächige Vegetationskarte mit vertretbarem Aufwand nur auf Basis einer luftbildinterpretationsgestützten Modellierung zu machen war. Ein Vorprojekt (Egger & Hassler 2007) sollte die Möglichkeiten in diese Richtung abklären.

Erkenntnisse aus dem Modellierungs-Vorprojekt

Zu prüfen waren die Möglichkeiten und Grenzen der Erstellung einer flächendeckenden Karte der aktuellen Vegetation auf Basis der vorliegenden Luftbilddauswertung nach Habitatp-Schlüssel (Hoffert & Anfang 2006). In dieser Auswertung sind strukturell homogene Polygone abgegrenzt sowie für baum- bzw. gebüschdominierte Polygone die jeweiligen Gehölzartenanteile angegeben. An Arc-GIS kompatiblen Standortdaten waren zusätzlich ein digitales Höhenmodell samt den daraus ableitbaren Parametern Neigung und Exposition sowie die Geologische Karte nach Ampferer 1935 verfügbar.

Der auf Basis dieser Daten erfolgte erste Versuch einer Kartenerstellung (vgl. Egger & Hassler 2007, Kartenbeilage) führte nicht zu Ergebnissen in der erhofften Qualität. Ein Vergleich der mit der Habitatp-Auswertung abgefragten Waldtypen mit

terrestrisch gewonnenen Daten aus der Biotopkartierung (Kammerer 2006a, 2006b, 2008a) ließ eine nur sehr mäßige Übereinstimmung mit der wirklichen Vegetation erkennen (vgl. Egger & Hassler 2007, S. 42–46). Es zeigte sich, dass über die naturgemäßen Diskrepanzen hinaus, welche durch andere Grenzziehungen und genauere Differenzierung bei einer terrestrischen Ansprache auftreten, die für die Abfrage verwendeten Waldtypen stärker an den lokal vorkommenden Standortstypen orientiert sein müssen.

Baumschicht und Standortparameter erlauben die Zuordnung zu pflanzensoziologischen Verbänden

Es stellt sich an dieser Stelle grundsätzlich die Frage, wie genau eine Karte werden kann, welche allein die Baumartenzusammensetzung und die größten Standortparameter berücksichtigt. Während die Feingliederung der Waldvegetation auf Assoziationsebene und darunter unbedingt auf die Kenntnis der Bodenvegetation angewiesen ist, ist eine Grobgliederung auf **V e r b a n d e s e b e n e** bereits auf Basis von Standort und Physiognomie möglich. Die aktuellste und für unsere Breiten sicherlich maßgebliche Synopse der Wälder und Gebüsche Österreichs (Willner & Grabherr 2007a, 2007b) beinhaltet einen Schlüssel zur Bestimmung der Verbände, der vornehmlich auf Gehölzarten und Standortparameter (Seehöhe, Geologie, Boden) aufbaut. Unter der Einschränkung, dass keine Bodentypen vorliegen, sollte die Unterscheidung folgender für das Gebiet zu erwartenden Verbände demnach grundsätzlich möglich sein: *Sambuco-Salicion caprae* (Waldverlichtungsgebüsche und Vorwälder), *Alnion incanae* (Erlen- und Edellaubreiche Feuchtwälder), *Salicion albae* (Weiden-Weichholzaunen), *Tilio-Acerion* (Edellaubwälder i.e.S.), *Erico-Pinion sylvestris* (Schneeheide-Föhrenwälder), *Fagion sylvaticae* (Buchen- und Fichten-Tannen-Buchenwälder), *Abieti-Piceion* (Basenreiche Fichten- und Fichten-Tannenwälder), *Vaccinio-Piceion* (Basenarme Fichten- und Fichten-Tannenwälder), *Pinion mugo* (Subalpine Lärchen-, Zirben- und Bergföhrenwälder) und *Alnion viridis* (Hochstaudenreiche Grünerlen- und Weidengebüsche) (vgl. Willner & Grabherr 2007a, S. 47–50). Es ist gewiss sinnvoll, sich bei den Abfragen an diesen abgesicherten und bewährten Einheiten zu orientieren.

Die Forstliche Standortserkundung präzisiert die Standortansprüche der lokalen Waldtypen

Die mittlerweile vorliegende Forstliche Standortserkundung für das Gesäuse (Carli 2007, 2008) erlaubt jedoch noch eine weitergehende Differenzierung. In dieser ausführlichen Gebietsmonografie sind die standörtlichen Voraussetzungen der lokal vorkommenden Waldgesellschaften (exklusive der Gebüsche, also Vorwälder, Latschengebüsche, Grünerlengengebüsche und Buschwälder in Lawinenrinnen) genau beschrieben. 150 Vegetationsaufnahmen und 87 Bodenprofile wurden zu 49 standörtlich-floristisch definierten Waldtypen bzw. Forstlichen Standortstypen verarbeitet, die sich wiederum zu 14 Haupt-Standortstypen zusammenfassen lassen. Es sind dies: Auwald, Ahorn-Eschenwald, Anmoor, Magerstandorte mit Fichtenwaldarten, Bodenbasierte Magerstandorte, Sonderstandorte in Steillagen, Kalkhang-Buchenwälder und Kalkhang-Fichten-Tannen-Buchenwälder, Lehm-Fichten-Tannen-Buchenwälder und Ahorn-Eschenreicher Lehm-Buchenwald, Braunerde-Standorte über silikatischen Schottern, Fichten-Tannenwald, Bodensaure Fichtenwälder, Subalpine Kalk-Fichtenwälder, Subalpiner Lärchenwald sowie Lärchen-Zirbenwälder (vgl. Carli 2008, 177–183). Die Korrespondenz dieser Haupteinheiten

Erstellung einer luftbildbasierten Karte der Aktuellen Vegetation für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen & NP Gesäuse

mit den pflanzensoziologischen Verbänden (als potenziell natürliche Vegetation, pnV) nach Willner & Grabherr 2007a ist in Tabelle 1 dargestellt:

Code	Forstliche Haupt-Standortstypen nach Carli 2008	Zugehörige Verbände (pnV)
1	Auwald	<i>Salicion albae</i> / <i>Alnion inca-</i>
2	Ahorn-Eschenwald	<i>Tilio-Acerion</i>
3	Anmoor	<i>Alnion incanae</i>
4	Magerstandorte mit Fichtenwaldarten	<i>Vaccinio-Piceion</i> / <i>Pinion</i>
5	Bodenbasierte Magerstandorte	<i>Erico-Pinion sylvestris</i> / <i>Abi-</i>
6	Sonderstandorte in Steillagen	<i>Abieti-Piceion</i> / <i>Fagion sylva-</i>
7	Kalkhang-Buchenwälder und Kalkhang-Fichten-Tannen-	<i>Fagion sylvaticae</i>
8	Lehm-Fichten-Tannen-Buchenwälder und Ahorn-Eschenreicher	<i>Fagion sylvaticae</i>
9	Braunerde-Standorte über silikatischen Lagen	<i>Fagion sylvaticae</i>
10	Fichten-Tannenwald	<i>Abieti-Piceion</i>
11	Bodensaure Fichtenwälder	<i>Vaccinio-Piceion</i>
12	Subalpine Kalk-Fichtenwälder	<i>Abieti-Piceion</i>
13	Subalpiner Lärchenwald	<i>Pinion mugo</i>
14	Lärchen-Zirbenwälder	<i>Pinion mugo</i>

Tab. 1: Haupt-Standortstypen der Gesäusewälder und deren pflanzensoziologische Verbandszugehörigkeit in der pnV

Verschneidung vegetationskundlicher Punktdaten mit der Luftbilddauswertung

Um beurteilen zu können, wie gut der Habitatp-Datensatz und die topologisch-geologischen Grundlagen mit den Standortstypen der Forstlichen Standortserkundung korrespondieren, wurde eine Verschneidung mit 335 verorteten Punktdaten mit bekanntem Standorttyp vorgenommen (Zimmermann 2008). Die Daten stammen aus der Waldinventur (Carli & Kreiner 2009), den Vegetationsaufnahmen der Forstlichen Standortserkundung (Carli 2007) sowie von diesem Autor transponierten Aufnahmen von Thum 1978 und Kroiher 1999. Zu beachten war, dass der Forstliche Standortstyp die standörtlich mögliche potentiell natürliche Vegetation angibt, die bei forstlich stark überprägten Beständen häufig nicht mit der aktuellen Vegetation zusammenfällt. Dies reduzierte die Anzahl der letztlich verwertbaren Punkte auf 262. Die Auswertung erfolgte getrennt nach Standorttypen. Gut erkennbare Regelmäßigkeiten in Bezug auf Baumartenzusammensetzung, Geologie, Seehöhe, Exposition und Neigung wurden für die Konzipierung der Abfragen vorgemerkt. Eine eigentliche statistische Auswertung wurde nicht unternommen, da die Verschneidung mehr als Kontrolle denn als Fundament der Modellierung gedacht war; wir waren der Ansicht, dass die im Zuge der Forstlichen Standortserkundung und Waldinventur erworbene lokale Standortkenntnis aus dem Aufsuchen von rd. 300 über das gesamte Areal und alle Höhenstufen verstreuten Beständen über einen Zeitraum von vier Sommern über errechnete Korrelationen zu stellen ist.

Eine luftbildbasierte Karte erreicht nicht die feine Auflösung der Forstlichen Standortskartierung

Die Feinheit der terrestrischen Standorterkundung (Assoziationsebene und darunter) ist auf Luftbildbasis naturgemäß nicht in derselben Genauigkeit erreichbar. Differenzierungen, die einzig auf Unterschieden in der Bodenvegetation und/oder einem (nicht geologisch determinierten) Bodentyp beruhen, wie beispielsweise die beiden großen Gruppen der Lehm- und Kalkhang-Buchenwälder, konnten mit den flächenhaft zur Verfügung stehenden Daten nicht abgefragt werden. Umgekehrt wurden manche Waldtypen benötigt, die in der Forstlichen Standortserkundung nicht erfasst sind, wie das Latschengebüsch oder der Fichtenforst (der per definitionem eine Ersatzgesellschaft und kein Standorttyp ist).

Nadelholzforste und die obere Höhengrenze der Buchenstufe

Die Frage der Abgrenzung der Forste ist eine diffizile (vgl. Egger & Hassler 2007, S. 41). Zunächst gilt es zu entscheiden, ab welchem Buchenanteil ein Bestand den Buchenwäldern zugeschlagen werden kann. Hier haben wir einen relativ niedrig angesetzten Wert von 2/10 Buchenanteil (bzw. 3/10 wenn insgesamt Nadelholz dominiert) gewählt. Das zweite Abgrenzungsproblem besteht zu natürlichen montanen Fichtenwäldern. Innerhalb der Buchenstufe sind fichtendominierte Bestände zwar auf den besseren Böden mit hoher Wahrscheinlichkeit forstliche Ersatzgesellschaften, kommen daneben aber auch natürlich als Rohboden-Sukzessionsstadium am Rande von Schuttströmen sowie als Dauergesellschaft an feinerdearmen Steilhängen vor. Als Trennlinie zwischen Forsten und natürlichen Steilhangwäldern wurden nach Begehungen 90% Gefälle bzw. 41° Hangneigung festgelegt. Als drittes stellt sich die Frage der Höhengrenze. Fichtenforste auf buchenfähigen Standorten sind anders zu bewerten als Fichtenforste, die bereits im subalpinen Fichtengürtel liegen. Da sie sich dort nur mehr strukturell, nicht aber floristisch und in Bezug auf die pnV von den natürlichen Wäldern dieser Höhenstufe unterscheiden, sind sie auch nicht mehr

sinnvoll von jenen zu trennen (vgl. Essl et al. 2002, S. 66). Nun liegt das höchste Vorkommen baumförmiger Buchen in sehr begünstigten Lagen des Gebietes bei 1500 m (Carli 2008, S. 222). Dies deckt sich mit der bei Kilian et. al 1994, S. 33 angegebenen maximalen Höhererstreckung der hochmontanen Stufe des zugehörigen Wuchsgebietes. In Entsprechung dazu haben wir die Grenze der Buchenstufe zwischen 1350 m (Nord) und 1450 m (Süd) festgelegt. Diese Höhengrenze ist weniger für die Ausweisung der Buchenwälder als vielmehr jene der Nadelholzforste wichtig, die oberhalb mangels Unterscheidungsmöglichkeit den subalpinen Fichten- und Lärchenwälder zugeschlagen werden.

Karten-Erstversionen (2007) und nachfolgende Geländeverification (2009)

Nach einem ersten Durchgang auf Polygonbasis wurde eine Folgekarte mit Rasterzellen gerechnet (für die konkret verwendeten Abfragen siehe Zimmermann 2008, S. 9–27). Diese Rasterkarte wurde im Sommer 2009 anhand der Begehung von sechs ausgewählten Teilgebieten im Gelände überprüft (Standorttypenschlüssel aus der Beilage zu Carli 2008). Weiters wurde in Bildschirmarbeit die für die Talböden und größeren Seitengraben vorliegende Biotopkartierung (Kammerer 2006a, 2006b, 2007a, 2007b, 2007c, 2007d, 2007e, 2008a, 2008b) zur Kontrolle hinzugezogen. Es zeigte sich, dass manche Abfragen recht gut mit der Realität übereinstimmen, während für andere Kalibrierbedarf gegeben war.

Fehlerhafte Zuweisungen können entweder durch Fehler im Habitatp-Datensatz oder durch eine zu wenig treffsichere Typenabfrage zustande kommen. Als häufigste Fehler im Habitatp-Datensatz stellten sich inhomogene Polygon-Abgrenzungen, falsche Baumartenanteile und/oder Baumarten heraus. Während von der Tanne bekannt war, dass sie unterrepräsentiert sein würde, stellt insbesondere die konstatierte häufige Verwechslung von Berg-Ahorn und Buche (bzw. deren Anteile) ein größeres Problem dar, da die Buchenbeimischung für die Zuweisung zu den Buchenwäldern maßgeblich ist. Da solche fehlerhaften Angaben jedoch nicht auf abfragetechnischem Weg korrigierbar sind, müssen sie wohl oder übel als Kartenunschärfe in Kauf genommen werden.

Um den abfragebedingten Fehlern auf die Spur zu kommen, wurde der Habitatp-Datensatz von 385 falschen und 75 korrekten Waldtypen-Zuweisungen (vorzugsweise nahe an der Abfragegrenze zu anderen Typen) in eine Excel-Datei überspielt und getrennt nach Typen ausgewertet. Die wichtigsten Ergebnisse: Bei Typen, die über die Exposition (sonnseitig/schattseitig) definiert sind, muss zusätzlich ein Mindestgefälle eingefordert werden, damit die Exposition wirksam wird; Die Gefällegrenze zwischen Fichtenforst und natürlichem Steilhangwald sollte auf unter 45° herabgesetzt werden; Buchenwaldausweisungen sollten bei insgesamt hohem Nadelholzanteil erst ab dem oben angegebenen höheren Buchen-Mindestanteil von 3/10 erfolgen; ein Edellaubholzanteil bei jungen Buchenbeständen ist eher als Licht- denn als Lehmzeiger zu werten; die Ausweisung von Buschwald-Dauerstadien in Lawinenrinnen wäre sinnvoll, weil sie im Gebiet relativ häufig vorkommen.

Waldtypologie der überarbeiteten Karte und ihre Entsprechung zu den Forstlichen Standortstypen

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Geländeverification wurde eine Überarbeitung der Rasterkarte vorgenommen (vgl. Zimmermann 2009, S. 35–46). Die fertig gerechnete Karte wurde anschließend in einem mehrstufigen Filterverfahren (ebd., S. 46–48) geglättet, um die Ausweisung von Kleinstflächen zu unterbinden. Nachfolgend eine Auflistung der für die Karte verwendeten Waldtypologie:

EDELLAUBWÄLDER

- 31 Auwälder, Grauerlenwälder und Ahorn-Eschenwälder
- 32 Edellaubholzreiche Sukzessionen

NATÜRLICHE MONTANE NADELHOLZ-WÄLDER

- 41 Sonnseitige Rotföhrenwälder
- 42 Sonnseitige Rötöhren-Buchenwald-Übergänge
- 43 Schattseitige montane Steilhang-Nadelwälder mit Rotföhre
- 44 Schattseitige montane Steilhang-Nadelwälder mit Fichte und Lärche

45 Sonnseitige montane Fichten-Lärchen-Steilhangwälder

BUCHENWÄLDER UND NADELHOLZFORSTE DER BUCHENSTUFE

- 51 Buchen- und Fichten-(Tannen)-Buchenwälder
- 52 Junge Buchen- und Fichten-(Tannen)-Buchenwälder
- 53 Ahorn-Eschenreiche Lehm-Buchenwälder
- 54 Nadelholzforste der Buchenstufe
- 55 Junge Nadelholzforste der Buchenstufe

SUBALPINE FICHTEN- UND LÄRCHEN-ZIRBENWÄLDER

- 61 Bodensaure Fichtenwälder und -forste über Jura und Werfener Schichten
- 62 Bodensaure Fichtenwälder und -forste über Grauwacke
- 63 Subalpine sonnseitige Kalkhang-Fichtenwälder
- 64 Subalpine Kalk-Hochstauden-Fichtenwälder
- 65 Subalpine schattseitige Lärchenwälder
- 66 Subalpine Lärchenreiche Sukzessionen
- 67 Lärchen-Zirbenwälder

BUSCHWÄLDER UND DAUERSTADIEN IN LAWINENRINNEN

- 71 Latschen-(Grünerlen)-Gebüsche
- 72 Fichten-Lärchen-Dauerstadien in Lawinenrinnen
- 73 Edellaubholz-(Legbuchen)-Buschwälder in Lawinenrinnen

Kurzcharakterisierung der ausgewiesenen Waldtypen

Die nachfolgende Beschreibung der abgefragten Waldtypen richtet sich nach den standörtlichen Beschreibungen und pflanzensoziologischen Zuordnungen nach Carli 2008, sofern eine hinreichende Entsprechung zu den dort behandelten Forstlichen Standortstypen besteht.

EDELLAUBHOLZWÄLDER

Carli 2008: Besonders feucht-nährstoffreiche Standorte: Auwälder, Ahorn-Eschenwälder, Grauerlen-Anmoor (S. 188-198)

Typ 31, Auwälder, Grauerlenwälder und Ahorn-Eschenwälder, kommt auf feucht-nährstoffreichen, meist gewässernahen Standorten vor. Während an den Seitenbächen einzig das *Equiseto-Alnetum incanae* ausgebildet ist, kommen entlang der Enns auch das *Salicetum albae* sowie das *Carici pendulae-Aceretum* vor. Überwiegend handelt es sich um nur schmale Galeriewälder mit reduzierter Artenausstattung, die an Steilufeln oder als schmaler Streifen zwischen Gewässerrand und Nadelholzforsten vorkommen. Junge Bestände mit höherem Nadelholzanteil wurden als Fichtenaufforstung mit Lichtholzbeimischung interpretiert und zu den Edellaubholzreichen Sukzession (Typ 32) gestellt.

Typ 32, Edellaubholzreiche Sukzessionen, umfasst Nadelholzaufforstungen oder Vorwälder bis ins Stangenholzalder, in denen sich Ahorn und Esche kraft ihrer Pioniereigenschaften etablieren konnten. Es handelt sich in aller Regel um Schlagfolgegesellschaften; Dauerstadien in Lawinenrinnen sind zu Typ 73 gestellt.

NATÜRLICHE MONTANE NADELHOLZ-WÄLDER

Carli 2008: Magerstandorte: feinbodenarme Standorte und degradierte Buchenwaldstandorte (S. 198-211); Sonderstandorte in Steillagen (S. 229-231)

Typ 41, Sonnseitige Rotföhrenwälder, stockt auf warmen, basenreichen, nährstoffarmen Felsstandorten und Schuttfächern der tiefmontanen Höhenstufe. Pflanzensoziologisch gehören diese Wälder dem *Erico-Pinetum sylvestris* an. Der dem Dachsteinkalk unterliegende, schroffe Ramsaudolomit kommt diesem Waldtyp entgegen, der je nach Gelände eine Entwicklungs- oder Dauergesellschaft sein kann.

Typ 42, Sonnseitige Rötöhren-Buchenwald-Übergänge, kommt als Sukzessions- sowie als Degradationsstadium vor. Pflanzensoziologisch handelt es sich um das *Calamagrostio variae-Piceetum carduetosum deflorati*, welches in der Baumschicht von der Fichte dominiert wird. Die durch fortschreitende Bodenbildung initiierte Aggradation des Rotföhrenwaldes zum Buchenwald (hier und in der Folge immer als Buchenmischwald zu verstehen) durchläuft stets ein fichtendominiertes Zwischenstadium (vgl. Aichinger 1952a, S. 18–30 und Aichinger 1952b, 29). Der Waldtyp kann aber ebenso im umgekehrten Gang der Vegetationsentwicklung durch Degradation (Humus- und Bodenabtrag nach Kahlschlag) aus einem Buchen(misch)wald über sonnseitigen Kalkhangstandorten herkommen. Dieser Fall ist angesichts der ehemals intensiven Nutzung auch der Steilhangwälder zur Holzkohleproduktion (Eisenwurzeln) durchaus plausibel. Wir haben aus Gründen der Abgrenzung gegen die Fichtenforste und Fichten-Steilhangwälder in den Übergangstyp nur Bestände aufgenommen, die mindestens 2/10 Rotföhrenanteil sowie 1/10 bis 2/10 Buchenanteil aufweisen.

Die Typen 43 und 44, Schattseitige montane Steilhang-Nadelwälder mit Rotföhre bzw. mit Fichte und Lärche, weisen einen durch die kühle Lage beeinträchtigten Humusabbau und dadurch verursachte Humusversauerung auf, welche sich etwa im Vorkommen der Wimper-Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) zeigt. Standorte dieser Waldtypen der Buchenstufe sind feinerdearme Steilhänge, Felsnasen und hochmontane Schuttfächer. Sie sind auf den topologisch extremeren Standorten als Dauergesellschaften und ansonsten als Entwicklungsgesellschaften zu Buchenwäldern anzusehen (zu Typ 43 vgl. Aichinger 1952b, S. 29–31). Zugehörige Gesellschaften sind das *Calamagrostio variae-Piceetum myrtilletosum* (Typ 43, 44) auf den Steilhängen und das *Rhodothamo-Laricetum* (nur Typ 44) auf den Hangschuttfächern. Als Abgrenzung zu den Nadelholzforsten ist für Typ 43 die Beteiligung der Rotföhre hinreichend, da diese im Gebiet nicht als Forstbaumart verwendet wird. Für Typ 44 wurde ein Mindestgefälle von 90% bzw. 41° verlangt. Da Hangschuttfächer nicht immer so steil sind, dürften einige natürliche Nadelholz-Sukzessionen fälschlich in die Forste eingereiht sein. Ein Buchenanteil von bis zu 2/10 wurde für beide Typen akzeptiert, solange der Nadelholzanteil mindestens 7/10 beträgt.

Typ 45, Sonnseitige montane Fichten-Lärchen-Steilhangwälder, beschreibt nadelholzdominierte Bestände ohne Rotföhre auf trockenwarmen, feinerdearmen und felsdurchsetzten Steilhängen. Für eine forstliche Nutzung sind diese Wälder aus heutiger Sicht zu steil, eine historische Nutzung ist aber außer für ganz unzugängliche Lagen anzunehmen. Von einer langsamen Weiterentwicklung zu Buchenwäldern ist auszugehen, sofern die Standorte nicht dauerhaft zu trocken sind. In der Forstlichen Standortserkundung (Carli 2007) ist dieser Typ nicht ausgewiesen, sodass wir über die pflanzensoziologische Zuordnung nicht genau Bescheid wissen; vermutlich handelt es sich wie bei Typ 42 um das *Calamagrostio variae-Piceetum carduetosum deflorati*. Die Abgrenzung zu den sonnseitigen Rotföhrenwäldern und Rotföhren-Buchenwald-Übergängen erfolgt über den Ausschluss der Rotföhre. Als Abgrenzung zu den Fichtenforsten dient wie schon beim schattseitigen Äquivalent (Typ 44) die Hangneigung (90% bzw. 41°).

BUCHENWÄLDER UND NADELHOLZFORSTE DER BUCHENSTUFE

Carli 2008: Buchenwälder und Fichten-Tannen-Buchenwälder (S. 211–229)

Die Typen 51 und 52, alte und junge Buchen- und Fichten-(Tannen)-Buchenwälder, stellen jenen Waldtyp dar, der durch die Forstwirtschaft flächenmäßig am stärksten reduziert wurde und von Natur aus mehr als das Doppelte seines derzeitigen Areals einnehmen würde (nämlich so gut wie alle Standorte mit Nadelholzforsten). In Ermangelung einer nicht floristisch-pedologisch determinierten Unterscheidungsmöglichkeit umfasst dieser Typ zahlreiche Buchenwaldgesellschaften: Die Kalkhang-Buchenwälder gehören zum *Helleboro nigri-Fagetum* sowie *Adenostylo glabrae-Fagetum*, die Lehm-Buchenwälder zum *Cardamine trifoliae-Fagetum* sowie *Galio odorati-Fagetum*, und in der hochmontanen Stufe beide zum *Saxifrago rotundifoliae-Fagetum*. Die Geländeverification bestätigte die Grenzziehung bei einem Buchenanteil von 2/10 (bzw. 3/10 bei hohem Nadelholzanteil), da sich bei dieser Schwelle die Anzahl der fälschlich gerade nicht mehr identifizierten Buchenwälder und die Anzahl der fälschlich gerade noch als Buchenwälder erfassten Bestände die Waage halten.

Typ 53, Ahorn-Eschenreiche Lehm-Buchenwälder, wurde als einzige identifizierbare Lehm-Buchenwald-Ausprägung gesondert ausgewiesen. Abfragebedingungen waren das Vorhandensein von Buche bei gleichzeitig merklicher Beteiligung von Eddellaubholz sowie ein lehmig verwitternder geologischer Untergrund (Moräne, Fleckenmergel, Werfener Schichten). Pflanzensoziologisch handelt es sich um ein *Cardamine trifoliae-Fagetum*. Da Esche und Ahorn auch gerne als Lichtgehölze in jungen Schlagfolgewäldern vorkommen, wurde dieser Typ nur an Bestände ab dem Baumholzalter vergeben.

Die Typen 54 und 55, Nadelholzforste der Buchenstufe und junge Nadelholzforste der Buchenstufe, bezeichnen von Fichte dominierte forstliche Ersatzgesellschaften. Häufig ist auch ein Lärchenanteil vorhanden. Die Abgrenzung der Nadelholzforste gegen die Buchenwälder und die natürlichen montanen Nadelwälder wurde schon weiter oben diskutiert und wird hier nur kurz wiederholt: Grundsätzlich werden in unserer Karte Forste nur bis zur Buchengrenze ausgewiesen, da sie in der subalpinen Stufe nicht mehr sinnvoll von den natürlichen Fichtenwäldern unterscheidbar sind. Von den Buchenwäldern sind sie durch den geringen bis fehlenden Buchenanteil (max. 1/10 bzw. 2/10, wenn der Nadelholzanteil mind. 7/10 beträgt), von den Rotföhrenwäldern durch das Fehlen der Rotföhre differenziert (wobei 1/10 Rotföhrenanteil als Polygon-Abgrenzungsunschärfe in Kauf genommen wird). Von den schatt- und sonnseitigen montanen Fichten-Lärchen-Steilhangwäldern (Typ 44, 45) trennt die geringere Hangneigung von unter 90% oder 41°. Fälschlich errechnete Forst-Inseln auf flacheren Partien inmitten von Steilhangwäldern konnten über eine Mindestgrößen-Vorschreibung (5.000 m²) herausgefiltert werden bzw. wurden in rund einem Dutzend Fällen manuell durch Zuweisung korrigiert. Für das Becken der Sulzkaralm wurde die Höhengrenze zwischen Forst und subalpinem Fichtenwald aufgrund der Kaltluftseebildung um ca. 100 Höhenmeter nach unten verschoben.

SUBALPINE FICHTEN- UND LÄRCHEN-ZIRBENWÄLDER

Carli 2008: Subalpine Fichtenwälder und Lärchen-Zirbenwälder (234–246)

Die Typen 61 und 62, Bodensaure Fichtenwälder und -forste über Jura und Werfener Schichten bzw. Grauwacke, umfassen Fichtenwälder auf schweren Lehmen mit saurer Reaktion, sei es weil tiefgründig entkalkt (über Jurakalken) oder über basen-

armer Geologie (Grauwacke, Werfener Schichten). An vorkommenden Pflanzengesellschaften wurden *Equiseto-Abietum* und *Athyrio alpestris-Piceetum* (Typ 61) bzw. *Homogyno alpinae-Piceetum*, *Calamagrostio villosae-Piceetum* und *Sphagno-Piceetum* (Typ 62) identifiziert. Die natürliche Fichtenwaldgrenze wurde für diese beiden Typen aufgrund der verringerten Konkurrenzkraft der Buche auf saurem Substrat um 100 m nach unten verschoben.

Typ 63, Subalpine sonnseitige Kalkhang-Fichtenwälder, ist die wärmebegünstigte Ausprägung des subalpinen Fichtenwaldes auf südexponierten, felsigen Kalkhängen und zum *Adenostylo glabrae-Piceetum* zu stellen. Damit die Exposition wirksam wird, wurde ein Mindestgefälle verlangt, wobei von mehreren getesteten Vorgaben 70% (31°) die beste Übereinstimmung mit den im Gelände bekannten Standorten zeigte.

Typ 64, Subalpine Kalk-Hochstauden-Fichtenwälder, ist die häufigste Ausbildung der subalpinen Kalk-Fichtenwälder im Gebiet. Sie kommt sowohl auf lehmhaltigen Böden als auch auf reinen Rendzinen vor und gehört zum *Adenostylo alliariae-Piceetum*.

Typ 65, Subalpine schattseitige Lärchenwälder, sind natürliche Lärchenwälder auf schattseitigen, felsigen und feinerdearmen Steilhängen. Pflanzensoziologisch handelt es sich um ein *Rhododrendro hirsuti-Pinetum cembrae*. Wie auch bei den sonnseitigen Kalkhang-Fichtenwäldern ergaben 70% (31°) Steilheitsvorgabe das ansprechendste Ergebnis. Gegenüber den Fichtenwäldern differenziert der Lärchenanteil, der gleich hoch oder höher als jener der Fichte ist.

Typ 66, Subalpine Lärchenreiche Sukzessionen, umfasst Entwicklungsstadien an der Wald-Latschen-Grenze, lärchenreiche Ersatzgesellschaften nach ehemaligen Kahlschlägen von Kalk-Fichtenwäldern, lichte Weidewälder sowie Wiederbewaldungsstadien auf Almen. Bei ungestörter Entwicklung werden diese Wälder schließlich durch subalpine Fichtenwälder abgelöst.

Typ 67, Lärchen-Zirbenwälder, sind Wälder mit einem namhaften Zirbenanteil von mindestens 3/10. Mit dieser restriktiven Vorgabe wurde sichergestellt, dass auf der Karte nur die bekannten Zirbenwaldstandorte (Zinödlalm, Hüpflinger Hals) ausgewiesen sind. So wie die schattseitigen Lärchenwälder gehört auch dieser Typ dem *Rhododrendro hirsuti-Pinetum cembrae* an.

BUSCHWÄLDER UND DAUERSTADIEN IN LAWINENRINNEN

Carli 2008: Keine Entsprechung

Typ 71, Latschen-(Grünerlen)-Gebüsche, umfasst vorwiegend Latschengebüsche sowie einige wenige Grünerlenbestände auf lehmreichen Substraten. Zugehörige Assoziationen sind *Erico-Pinetum prostratae* und *Rhododendro-hirsuti-Pinetum prostratae* bzw. das *Alnetum viridis* (vgl. Greimler 1997, S. 86–92 bzw. S. 79–80). Für die Abfrage wurden als Bedingungen der Habitalp-Haupttyp Buschwald sowie ein Latschen-(Grünerlen)-Anteil von mindestens 6/10 vorgegeben.

Die Typen 72 und 73 Fichten-Lärchen-Dauerstadien und Edellaubholz-(Legbuchen)-Buschwälder in Lawinenrinnen bezeichnen niedrige Bestände, deren Fortentwicklung zum Hochwald wegen periodischer Lawinenabgänge (bislang) unterbunden ist. Die Ausweisung erfolgte nur in ausreichend aktiven Lawinenrinnen (nach Stangl 2009). Gegenüber den Latschengebüschern differenziert der niedrigere Latschenanteil. Im weitaus häufigeren Typ 73 sind neben reinen Legbuchenwäldern (vgl. hierzu den rezenten Beitrag von Thum 2009) auch reine Edellaubholzbestände sowie alle Übergänge zwischen diesen beiden enthalten. Zu den regelmäßig betei-

lichten Edellaubhölzern gehören Bergahorn, Esche, Eberesche und in tieferen Lagen Haselnuss, sowie etwas seltener Grauerle, Grünerle, Bergulme und diverse Weidenarten.

Flächenanteile der unterschiedlichen Vegetationstypen

Eine Übersicht über die Flächenanteile der wesentlichen Haupttypen bietet Tabelle 2. Rund ein Viertel des Gebietes wird von vegetationsarmen bis vegetationslosen Fels- und Schuttfluren eingenommen, was den Hochgebirgscharakter der Ennstaler Alpen unterstreicht. Je rund 15 % stellen Latschengebüsche und Fichtenforste der Buchenstufe. Subalpine Nadelwälder, natürliche montane Nadelwälder, Buchenwälder und begrünte Offenflächen bedecken jeweils rund 11 %. Temporär waldfreie Flächen wie Kahlschläge, Windwürfe und rezente Abräumungen in Lawenstrichen sowie junge Vorwälder kommen zusammen auf 1,5 % der Gesamtfläche. Alle übrigen Kategorien, darunter die Buschwälder in Lawinenrinnen und Auwälder, haben unter 1 % Anteil.

15.413 ha	100 %	NP Gesäuse & Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen (in Klammer die zugehörigen Typencodes)
3.574 ha	23 %	Fels und offene Schutthalden (14)
2.356 ha	15 %	Latschengebüsche (71)
2.183 ha	14 %	Fichtenforste der Buchenstufe (54, 55)
1.781 ha	11 %	Buchenwälder und Fichten-Tannen-Buchenwälder (51, 52, 53)
1.737 ha	11 %	Natürliche montane Nadelwälder (41, 42, 43, 44, 45)
1.651 ha	11 %	Blößen, Almen und alpine Rasen (15, 16)
1.478 ha	10 %	Subalpine Nadelwälder (61, 62, 63, 64, 65, 66, 67)
237 ha	1,5 %	Kahlschläge, Windwürfe, Lawinenräumungen und Vorwälder (21, 32)
123 ha	0,8 %	Buschwälder in Lawinenrinnen (72, 73)
100 ha	0,7 %	Ständige Gewässer (13)
81 ha	0,5 %	Auwälder (31)
77 ha	0,5 %	Verkehrswege (11)
35 ha	0,2 %	Siedlungsgebiet, Abbauflächen, Bauwerke, Feldgehölze (12, 17)

Tab. 2: Relative Anteile der Vegetationstypen aus der Karte der Aktuellen Vegetation 3.0 (Prozentzahlen gerundet)

Räumliche Verteilung der unterschiedlichen Vegetationstypen

Die Enns durchläuft das Kartenbild von links nach rechts als helles blaues Band. Als ständig wasserführende Zubringer sind Johnsbach, Weissenbach und Hartelsbach zu erkennen. Die grau eingefärbten vegetationsarmen Flächen markieren die großen Bergmassive: Südlich der Enns erkennbar sind Reichenstein, Hochtorguppe, Zinödl, Stadelfeld und Lugauer, nördlich der Enns Buchstein und Tamischbachturm. Eingesprengt finden sich immer wieder blassgrüne Bereiche mit stärkerer Vegetationsbedeckung, vornehmlich Felsrasen. Nach unten hin folgt nach dem Fels zumeist ein dunkelgrüner Ring aus Latschengebüsch. An diesen schließen je nach Seehöhe und Exposition entweder zuerst subalpine Nadelwaldtypen oder, wie an den Südabhängen von Buchstein und Tamischbachturm, gleich direkt Buchenwälder an.

Zirbenwaldvorkommen (violett) sind auf das Gebiet südlich der Enns beschränkt. Schattseitige Lärchenwälder sind schmutziggelb, Lärchenreiche Sukzessionen, die gerne auf und im Anschluss an Almen vorkommen, hellgelb dargestellt. Die Almen

selbst sind in einem etwas kräftigeren Blassgrün gehalten. Der braun colorierte subalpine Kalk-Fichtenwald ist häufiger als seine rosarote, wärmebegünstigte Variante auf Südhängen. Geologisch bedingte bodensaure Fichtenwälder (hellrosa, hellviolett) sind fast ausschließlich im Südosten des Gebietes vorzufinden.

Die gesamte Palette der Buchenwälder ist in kräftigem Grün, junge Buchenwälder sind etwas heller gehalten. Die gesondert ausgewiesenen Ahorn-Eschenreichen Lehm-Buchenwälder (blaugrün) sind auf wenige Vorkommen auf tiefgründigen Lehmböden auf der Tamischbachturm-Südseite und im hinteren Johnsbachtal an der Grenze zur Grauwackenzone beschränkt.

Aufgrund von Topographie und Erschließung meist erst unterhalb der Buchenwälder folgen die rot eingefärbten Fichtenforste (Bestände bis ins Stangenholzalder etwas heller). Bisweilen sind noch natürliche Steilhang-Fichtenwälder dazwischengeschoben. Am schroffen Nordabfall der Hochtorgruppe reichen die schattseitigen Nadelholzstandorte stellenweise bis an die Enns, wobei tiefere Lagen gerne von Rotföhrenwald eingenommen werden. Letzterer ist auch im dolomitisch geprägten Johnsbachtal sowie an den steilen, südexponierten Kalkfelshängen am nördlichen Ennsufer häufig. Fortgeschrittenere Stadien im Übergang zum Buchenwald sind gelbgrün eingefärbt.

Grauerlenwälder und Ahorn-Eschenwälder (dunkelblau) sind abgesehen von einigen Hangvernässungen an der Übergangszone zur Grauwacke auf die Talböden der Enns und ihrer Seitenzubringer beschränkt und dort an den breiteren Abschnitten meist durch Fichtenforste ersetzt. Buschwälder mit gesprenkelter Signatur zeichnen die großen aktiven Lawinenrinnen an den Südabhängen von Stadelfeld, Buchstein und vor allem Tamischbachturm nach.

Stärken und Schwächen der vorliegenden Art der Kartenerstellung

Die größte Stärke der Karte liegt sicherlich in ihrer Ausrichtung an den lokal vorkommenden Waldtypen. Deren gute standörtliche Charakterisierung im Rahmen der Forstlichen Standortserkundung (Carli 2007) ermöglichte die Konzeption realitätsnaher Abfragen und Abgrenzungen. Damit konnte ein Zwischenweg zwischen der zeitaufwändigen, dafür sehr präzisen Kartierung im Feld und der wesentlich effizienteren, dafür oft wenig abgesicherten und hypothetischen Modellierung auf Luftbildbasis beschritten werden. Dementsprechend ist die Aussagekraft der vorliegenden Karte unter die einer Vegetationskartierung, jedoch über die einer reinen Modellierung zu stellen.

Die größte Schwäche der Karte liegt in der unvermeidbaren Reproduktion der Schwächen der Datengrundlagen. Neben dem Fehlen einer Bodenkarte und der relativ groben Auflösung des Höhenmodells ist vor allem die Ungenauigkeit der Luftbildinterpretation in Bezug auf die Baumartenansprache sowie die Abgrenzung in sich homogener Polygone ein limitierender Faktor. Die Validierung der Karte durch Geländebegehungen führte zu wichtigen Einsichten, wesentlichen Abfragekorrekturen und genaueren Grenzziehungen, und ist als unverzichtbarer Arbeitsschritt anzusehen. Begehungen sowie die möglichst umfangreiche Einbeziehung konkreter vegetationskundlicher Befunde sind zu guter letzt auch nicht zu unterschätzende Gegengewichte zu dem bei Kartenmodellierungen bisweilen auftretenden Hineinkippen in rein modellinhärente, mathematisch-statistische Qualitätsmaßstäbe, bei denen das Modell zunehmend selbst zur Realität gerät und seine Übereinstimmung mit der Wirklichkeit nur mehr am Rande in Form einer statistischen Wahrscheinlichkeit interessiert.

Erstellung einer luftbildbasierten Karte der Aktuellen Vegetation für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler
Alpen & NP Gesäuse

Anschriften der Verfasser

Dipl.-Ing. Thomas Zimmermann
Max Mell-Weg 2
8132 Pernegg/Mur
mailto: thomas.zimmermann@boku.ac.at

Mag. MSc. Daniel Kreiner
Fachbereich Naturschutz & Naturraum
Nationalpark Gesäuse GmbH
8913 Weng im Gesäuse 2
mailto: daniel.kreiner@nationalpark.co.at
website: www.nationalpark.co.at

Dank

Wir bedanken uns bei Mag. Anton Carli für die kritische Durchsicht des Manuskripts, aus der selbstverständlich keinerlei Verantwortung für die Richtigkeit des Inhalts abgeleitet werden darf.

Literaturangaben

- AICHINGER, Erwin (1952a): Rotföhrenwälder als Waldentwicklungstypen. Ein forstwirtschaftlicher Beitrag zur Beurteilung der Rotföhrenwälder. Angewandte Pflanzensoziologie Heft VI, Springer-Verlag, Wien
- AICHINGER, Erwin (1952b): Fichtenwälder und Fichtenforste als Waldentwicklungstypen. Ein forstwirtschaftlicher Beitrag zur Beurteilung der Fichtenwälder und Fichtenforste. Angewandte Pflanzensoziologie Heft VII, Springer-Verlag, Wien
- CARLI, Anton (2007): Forstliche Standortserkundung im Gesäuse. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- CARLI, Anton (2008): Vegetations- und Bodenverhältnisse der Wälder im Nationalpark Gesäuse (Österreich: Steiermark). In: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark Bd. 138, S. 159-254
- CARLI, Anton & KREINER, Daniel (2009): Bericht zur Waldinventur Nationalpark Gesäuse 2006-2009. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- EGGER, Gregory & HASSLER, Jenny (2007): Vorprojekt: Modellierung der Vegetation der FFH-Lebensraumtypen und deren Erhaltungszustand auf Waldflächen für den NATURA-2000 Managementplan Gesäuse. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- ESSL, Franz, EGGER, Gregory, ELLMAUER, Thomas & AIGNER, Susanne (2002): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs - Wälder, Forste, Vorwälder. Monographien des Umweltbundesamtes Bd. M-156
- GREIMLER, Josef (1997): Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). Mitt. Bot. Landesmus. Joanneum Nr. 25/26, Graz
- HOFFERT, Hannes & ANFANG, Christian (2006): Digitale CIR-Luftbildkartierung im Nationalpark Gesäuse gem. Habitatp Interpretation Key II - Endbericht. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- KAMMERER Helmut (2006a): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Gseng. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- KAMMERER Helmut (2006b): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Langgries. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- KAMMERER Helmut (2007a): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Finstergraben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- KAMMERER Helmut (2007b): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Enns. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum
- KAMMERER Helmut (2007c): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Haindlkargaben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

Erstellung einer luftbildbasierten Karte der Aktuellen Vegetation für das Natura-2000-Gebiet Ennstaler Alpen & NP Gesäuse

KAMMERER Helmut (2007d): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Kaderalbschüttgraben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

KAMMERER Helmut (2007e): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Schneiderwartgraben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

KAMMERER Helmut (2008a): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Johnsbach inkl. Humlechnergaben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

KAMMERER Helmut (2008b): Biotopkartierung Gesäuse Teilbericht Kartierungsbereich Küh-/Rotgraben. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

KILIAN Walter, MÜLLER Ferdinand & STARLINGER Franz (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA-Berichte Nr. 82

STANGL, Johannes (2009): Gravitative Naturprozesse im Nationalpark Gesäuse. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz

SCHWAB, Martina (2001): Naturrauminventur 2001. Unveröffentlichter Bericht der Nationalpark Gesäuse Planungs-GmbH

THUM, Jürgen (2009): Der Legbuchenwald in der Kalktallawine Hieflau –Nationalpark Gesäuse (Steiermark). In: Tamischbachturm. Reihe Schriften des Nationalparks Gesäuse, Band 4, S. 24–31, Weng im Gesäuse

WILLNER, Wolfgang & GRABHERR, Georg (Hg.) (2007a): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. Band 1: Textband. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München

WILLNER, Wolfgang & GRABHERR, Georg (Hg.) (2007b): Die Wälder und Gebüsche Österreichs. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. Band 2: Tabellenband. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, München

ZIMMERMANN, Thomas (2008): Kopfdatenkorrelierung für 335 Wald-Vegetationsdaten aus dem Natura 2000-Gebiet Ennstaler Alpen / Nationalpark Gesäuse sowie Erstellung einer Karte der Aktuellen Vegetation. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum

ZIMMERMANN, Thomas (2009): Kopfdatenkorrelierung für 335 Wald-Vegetationsdaten aus dem Natura 2000-Gebiet Ennstaler Alpen / Nationalpark Gesäuse, Erstellung einer Karte der Aktuellen Vegetation sowie deren Überprüfung im Gelände. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der Nationalpark Gesäuse GmbH, Fachbereich Naturschutz und Naturraum