

Abgrenzung der Natura 2000-Waldflächen

Klassifikation von Wald, Offenland und Latschenfeldern im bayerischen Hochgebirge unter Verwendung digitaler Luftbild- und Laserscannerdaten

Markus Immitzer, Tatjana Koukal, Anna Kanold, Rudolf Seitz, Reinfried Mansberger und Clement Atzberger

Zur Erfassung und Bewertung von FFH-Lebensraumtypen in den Natura 2000-Gebieten des bayerischen Alpenraums wird vorrangig auf Informationen aus den amtlichen Luftbilddaten des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation zurückgegriffen. Da die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft nur für die Kartierung der Waldflächen zuständig ist, ergibt sich die Notwendigkeit, die aktuelle Waldfläche von der Offenland- sowie Latschenfläche abzugrenzen. Dazu wurde an der Universität für Bodenkultur Wien ein automatisiertes Verfahren entwickelt, bei dem digitale Orthophotos und flugzeuggestützte Laserscannerdaten kombiniert eingesetzt werden.

Das Management des Biotopverbundnetzes Natura 2000 basiert auf der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-RL) sowie der Vogelschutzrichtlinie (SPA-RL). Beide Richtlinien dienen dem Arten- und Lebensraumschutz. Für die FFH- und SPA-Schutzgebiete werden Managementpläne erstellt, in denen Vorkommen, Erhaltungszustand und Maßnahmen zum Erhalt der Schutzgüter dargestellt werden. In Bayern sind für die Kartierung der Offenlandflächen das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit und für die Waldflächen das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten verantwortlich. Die Latschenflächen der alpinen Region stehen zwar gesetzlich dem Wald gleich, die FFH-Kartierung des Lebensraumtyps »Latschen- und Alpenrosengebüsche« obliegt allerdings dem Umweltministerium. Daher müssen die Latschenflächen gesondert ausgewiesen werden.

Digitale Luftbilder und Laserscannerdaten zur detaillierten Erfassung großer Gebiete

Um die Kartierung in den großflächigen und teilweise schwer begehbaren Gebieten (Abbildung 1) der Alpen zügig und effizient voran zu bringen, werden neueste Technologien genutzt. Im Bereich der Bayerischen Alpen setzt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zur Erfassung der FFH-Lebensraumtypen seit mehreren Jahren erfolgreich digitale Luftbilddaten des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation (LVG) ein. Hierbei wird durch stereoskopische Betrachtung digitaler Luftbilder ein Abgleich



Abbildung 1: Schwieriges Gelände im FFH-Gebiet Estergebirge

zwischen dem modellierten Lebensraumtypenpotential und dem Status quo der Waldflächen durchgeführt (Kleinschmit et al. 2006). Als Grundlage für eine Abgrenzung der betroffenen Waldflächen dienen digitale Orthophotos (LfU und LWF 2010). Zusammen mit dem Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL) der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) wurde erstmals eine automatisierte Abgrenzung relevanter Strukturen aus digitalen Luftbilddaten und Laserscannerdaten vorgenommen.

Definition von Wald, Offenland und Latschenfeldern

Um eine über die gesamte Bearbeitungsfläche einheitliche und den Natura 2000-Kriterien entsprechende Karte zu erhalten, ist für die drei Klassen Wald, Latsche und Offenland eine genaue Definition erforderlich. Besonders für Übergangsbereiche (z. B. Latschenfläche mit einzeln eingesprengten Bäumen) sind präzise Vorgaben für die Klassenzuordnung notwendig, die sich im Wesentlichen auf den Beschirmungsgrad sowie auf ein Größenkriterium stützen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Definitionen der drei Klassen Wald, Latsche und Offenland (LfU & LWF 2010)

Klasse	Beschreibung	Mindestgröße	Beschirmungsgrad
Wald	mit Waldbäumen bestockte Fläche	0,25 ha	≥ 40%
Latsche	mit <i>Pinus mugo</i> bedeckte Flächen, teilweise Bestockung mit Waldbäumen möglich	0,25 ha	< 40%
Offenland	nicht oder gering bestockte Flächen	0,10 ha	< 40%

Natura 2000-Gebiet Karwendel

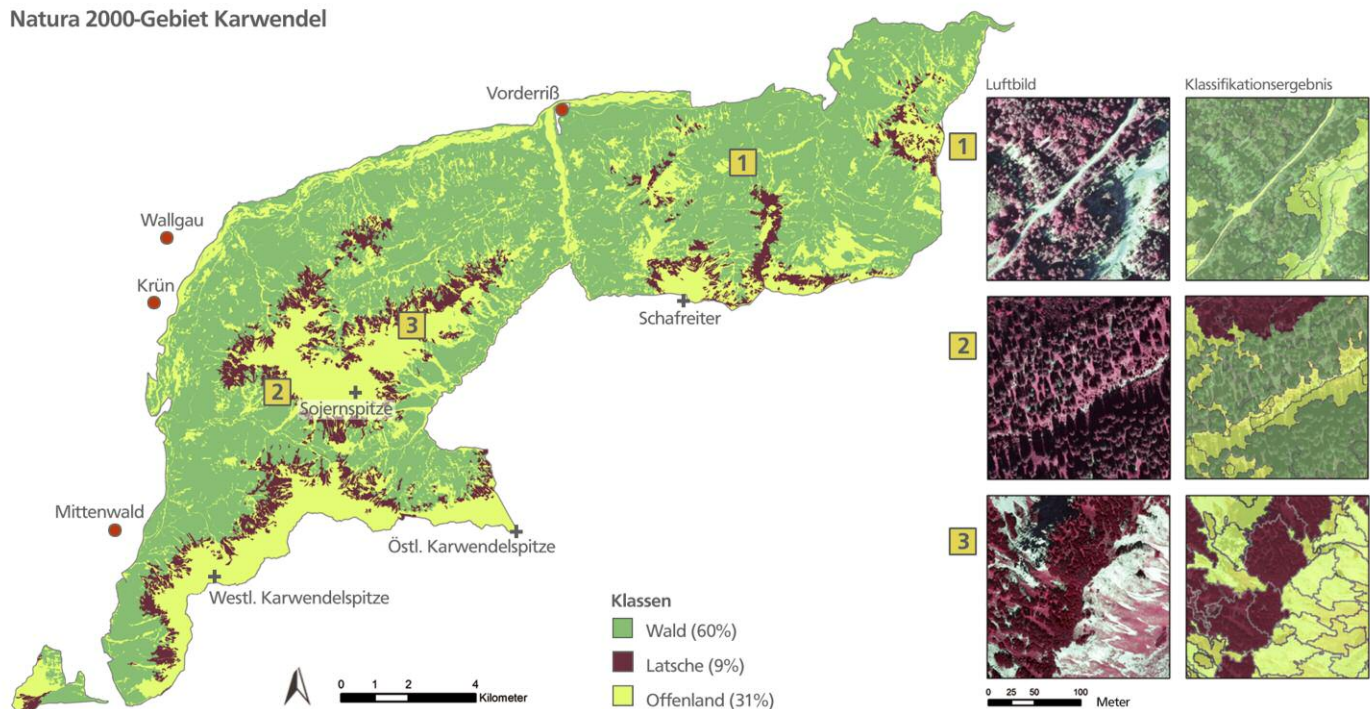


Abbildung 2: Klassifikationsergebnis für das Natura 2000-Gebiet Karwendel mit drei Ausschnitten als Detailsichten

Orthophotos und Laserscannermessungen

Für die Kartierung der drei Klassen wurde die Farbinformation (Spektralwerte) aus digitalen orthorektifizierten Farbinfrarot-Luftbildern (Orthophotos) mit einer Bodenauflösung von 20 Zentimetern verwendet. Für eine bessere Unterscheidung der Klassen wurde neben der Farbinformation aus den Orthophotos auch die Vegetationshöhe einbezogen. Diese Höheninformation wurde aus flugzeuggestützten Laserscannermessungen abgeleitet. Dabei wird die Landschaft mittels Laserstrahlen abgetastet. Aus der Pulslaufzeit lässt sich sowohl die Oberfläche der Vegetation als auch die (darunterliegende) Geländeoberfläche rekonstruieren. Die Höhe des Bewuchses ergibt sich aus dem Abstand zwischen diesen beiden Oberflächen. Damit lassen sich beispielsweise bestockte von unbestockten Flächen sehr einfach unterscheiden, auch wenn sie spektral ähnlich oder die Luftbilder durch Wolken oder Schatten beeinträchtigt sind. Außerdem können auf Grund der Vegetationshöhe zum Beispiel Altbestände von jüngeren Beständen und Latschen unterschieden werden.

Die zu bearbeitenden FFH- und SPA-Schutzgebiete im Bereich der Bayerischen Alpen umfassen eine Fläche von über 96.000 Hektar. Auf Grund der Größe des Gebiets und dem hohen Detaillierungsgrad der eingesetzten Daten musste neben der eigentlichen Klassifizierungsaufgabe auch das Problem der großen Datenmenge bewältigt werden. Dabei stellt weniger die Speicherung der Daten eine Herausforderung dar (insgesamt 400 GB), als vielmehr die erheblichen Rechenzeiten. Aus diesem Grund wurde die Bodenauflösung der Orthophotos von 20 auf 100 Zentimeter reduziert, nachdem Tests ergeben hatten, dass die Unterscheidbarkeit der Klassen dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

Vorteile durch segmentbasierten Ansatz

Luftbilder weisen eine sehr hohe räumliche Auflösung auf. So setzt sich zum Beispiel die Krone eines Baumes aus mehreren Pixeln zusammen. Zur automatisierten Klassifizierung solcher Baumkronen ist es vorteilhaft, die Klassenzuweisung nicht pixelweise, sondern segmentbasiert durchzuführen. Dabei werden ähnliche und benachbarte Bildelemente zu Segmenten zusammengefasst. Diese werden anschließend auf Grund ihrer Eigenschaften (Farbe, Textur, Form, etc.) klassifiziert (Hay et al. 2005; Blaschke 2010). Die Einstellungen wurden so gewählt, dass die Segmente jeweils nur eine Klasse beinhalten.

Maschinelles Lernen

Nach der Erstellung der Segmente erfolgt deren Klassifizierung. Dabei wird das Wissen des menschlichen Interpreten in einem Regelwerk formalisiert, welches dann computergestützt umgesetzt wird. Der Rechner »lernt« dabei das Regelwerk anhand von repräsentativen Beispielflächen jeder Klasse. Diese wurden für jedes Teilgebiet manuell ausgewählt. Als Unterscheidungsmerkmale standen die vier Spektralwerte (Blau, Grün, Rot und Nahes Infrarot) aus den Luftbildern und die Höheninformation aus den Laserscannerdaten zur Verfügung. Bei der Auswahl der Unterscheidungsmerkmale wurde darauf geachtet, einen Ansatz zu entwickeln, der bei möglichst geringerer Rechenzeit gute Ergebnisse für das gesamte Bearbeitungsgebiet sicherstellt. Nach zahlreichen Testläufen wurden für die Klassifizierung drei Merkmale ausgewählt: Der NDVI (Nor-

malized Difference Vegetation Index), berechnet aus den Spektralkanälen Rot und Nahes Infrarot, die Vegetationshöhe und die Seehöhe.

Die beiden letztgenannten Attribute wurden aus den Laserscannerdaten abgeleitet. Der NDVI ist der in der Fernerkundung am häufigsten verwendete Vegetationsindex. Er korreliert relativ stark mit der Vitalität und der Dichte der Vegetationsdecke. Die Verwendung des Index bringt außerdem den Vorteil, dass topographiebedingte Unterschiede in der Beleuchtung teilweise kompensiert werden und somit zum Beispiel Schatt- und Sonnhänge bei gleicher Vegetation sehr ähnliche NDVI-Werte aufweisen (Albertz 2009, S. 221). Dies ist besonders bei Klassifizierungen in Gebieten mit stark ausgeprägtem Geländeerelief von Vorteil, wie dies im Bayerischen Alpenraum der Fall ist.

Für die Kartennutzer ist es wichtig zu wissen, mit welcher Zuverlässigkeit die einzelnen Klassen in der Karte ausgewiesen sind. Es wurden daher über das gesamte Bearbeitungsgebiet zufällig Punkte verteilt, an denen die Klasse (Wald, Latsche, Offenland) durch visuelle Interpretation bestimmt wurde. Durch Gegenüberstellung der visuell interpretierten Referenz- und der automatisiert erstellten Klassifikationsergebnisse für jeden Validierungspunkt wurde die erzielte Genauigkeit abgeschätzt.

Ergebnisse am Beispiel Karwendel

Im Folgenden werden Ergebnisse für das Natura 2000-Gebiet Karwendel mit einer Gesamtfläche von knapp 20.000 Hektar präsentiert. Die in Abbildung 2 dargestellte Karte zeigt eindrucksvoll die Offenlandbereiche der hohen Berggipfel mit dem anschließenden Latschengürtel. Die großen Waldflächen in tieferen Lagen werden im Norden durch die großen Schotterablagerungen der Isar begrenzt. Im mittleren Bereich teilt ein markantes Offenlandband in Nord-Süd-Richtung das Gebiet. Diese Bereiche sind durch die Schotterablagerungen des Reißbaches bedingt. 60 Prozent des Gebietes wurden als Wald, 31 Prozent als Offenland und neun Prozent als Latsche klassifiziert. Die Klassifikation erfolgte mit einer sehr hohen Gesamtgenauigkeit von 94 Prozent. Wald konnte mit der höchsten Nutzergenauigkeit klassifiziert werden (95%) gefolgt von Latsche (92%) und Offenland (91%). Als sehr zufriedenstellend erwies sich auch die automatisierte Segmentabgrenzung: 86 Prozent der Segmente wurden als passend (mindestens 98% der Segmentfläche sind klassenrein) und weitere 12 Prozent als größtenteils passend (90–97% klassenrein) beurteilt.

Wie die Detailansichten in Abbildung 2 aufzeigen, bietet die Mitverwendung der Vegetationshöhe aus den Laserscannerdaten bei der Segmentabgrenzung wesentliche Vorteile gegenüber der alleinigen Verwendung der Farbinformation aus den Luftbildern. Vor allem bei der Erfassung kleiner Offenlandgebiete innerhalb von Waldflächen (Detail 1), aber auch an Waldrändern (Detail 2) können Schattenbereiche im Luftbild zu Fehlern führen, während die Verwendung von Laserscannerdaten eine scharfe Abgrenzung ermöglicht.

In Detailansicht 3 ist beispielhaft die Klassifikation von

Latschenflächen und Offenland dargestellt. Hier wird auch die Umsetzung der Regel »Mindestgröße« demonstriert. Das Latschenfeld im linken unteren Bildbereich wird auf Grund des nicht erfüllten Größenkriteriums (> 0,25 ha) nachträglich der Klasse Offenland zugewiesen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die vom IVFL entwickelte Methodik zur automatisierten Abgrenzung der Klassen Wald, Latsche und Offenland im Bayerischen Alpenraum erfüllt die Anforderungen der LWF in vollem Umfang. Sie stellt eine wichtige Grundlage für die Erfassung der FFH-Lebensraumtypen auf rund 90.000 Hektar im Bereich der Bayerischen Alpen dar. Gleichzeitig wurde die Verwendbarkeit der amtlichen digitalen Geodaten (Luftbilder und Laserscannerdaten) des Bayerischen Landesamtes für Vermessung und Geoinformation für die Fragestellungen der LWF gezeigt. Das Zusammenspiel der digitalen Orthophotos und der Laserscannerdaten des LVG erweist sich hier als Grundlage für ein geeignetes und kosteneffizientes Verfahren, um die entsprechenden Anforderungen aus der forstlichen Praxis zu erfüllen. Im Rahmen einer Forschungsarbeit wird derzeit am IVFL an der Weiterentwicklung der Methode gearbeitet. Auf Basis der erstellten Karten wird für jede ausgewiesene Waldfläche die Baumartenzusammensetzung erhoben. Dazu werden sowohl Orthophotos als auch stereoskopische Luftbilder verwendet. Anschließend wird festgestellt, ob die aktuelle Bestockung mit der geforderten Baumartenzusammensetzung des GIS-modellierten potentiellen Lebensraumtyps übereinstimmt (Binner und Seitz 2009).

Das vorgestellte Verfahren zeichnet sich durch sehr zuverlässige Ergebnisse aus und unterstreicht das außerordentliche Potential der amtlichen digitalen luftbild- und flugzeuggestützten Laserscannerdaten für forstliche Anwendungszwecke.

Literatur

Weiterführende Literaturhinweise im Internet unter www.lwf.bayern.de.

Markus Immitzer, Dr. Tatjana Koukal, Dr. Reinfried Mansberger und Prof. Dr. Clement Atzberger arbeiten am Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation der Universität für Bodenkultur Wien. *Vorname.Nachname@boku.ac.at*
 Anna Kanold ist Mitarbeiterin und Teilprojektleiterin »Natura 2000 Lebensraumtypen« in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz und Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. *Anna.Kanold@lwf.bayern.de*
 Rudolf Seitz ist Leiter der Abteilung »Informationstechnologie« und Verantwortlicher für Fernerkundung der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. *Rudolf.Seitz@lwf.bayern.de*

Hinweis: Dieser Artikel erschien in ähnlicher Form unter dem Titel »Flächenabgrenzung in den Natura-2000-Gebieten des bayerischen Hochgebirges« in der AFZ 6/2012.