

# Kartierung und Bewertung von FFH-Wald-Lebensraumtypen im Hochgebirge

Bayern setzt bei Natura 2000-Kartierung auf innovatives »Hochgebirgsverfahren«

Kristine Koch, Anna Kanold, Daniel Dabizzi, Armin Troycke und Stefan Binner

**Rund 40 % der bayerischen Alpen wurden als Natura 2000-Gebiete ausgewiesen. Eine flächendeckende Kartierung im Rahmen der Managementplanung wäre sehr zeitaufwendig und für die Kartierer aufgrund der Geländebeschaffenheit nicht ungefährlich. Dank der Ergebnisse des INTERREG-Projektes WINALP, auf deren Basis die Standortspotenziale von Lebensraumtypen abgegrenzt werden, und Farbinfrarot-Luftbildern, mit denen diese verifiziert werden, können forstliche Luftbildinterpretieren Lebensraumtypen inzwischen größtenteils am Bildschirm kartieren. Mittels Laserscanning-Daten und einer digitalen Luftbildinventur können die Lebensraumtypen sogar bewertet werden. Nach wie vor wird jedoch vor allem bei besonders sensiblen Lebensraumtypen auf eine Kartierung im Gelände nicht ganz verzichtet.**

Das Schutzgebietsnetz Natura 2000 ist ein europaweites Instrument zum Schutz von Lebensräumen und Arten. Es basiert auf der Vogelschutzrichtlinie (SPA-RL) sowie der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL). Für jedes SPA- und FFH-Gebiet wird ein Managementplan erstellt. Dieser beschreibt die Arten und Lebensräume (Schutzgüter), die im jeweiligen Gebiet vorkommen, deren Erhaltungszustand, gebietstypische Erhaltungsziele sowie die Maßnahmen, die ergriffen werden müssen, um ihr Vorkommen zu sichern. Grundsätzlich gilt, dass sich der Erhaltungszustand der Schutzgüter in SPA- und FFH-Gebieten nicht verschlechtern darf (Richtlinie 92/43/EWG; European Commission DG Environment 2007; Ssymank et al. 2008).

## Vom potenziellen zum kartierten Wald-Lebensraumtyp

Auf dem Weg zu den endgültigen und bewerteten Wald-Lebensraumtypen eines FFH-Gebietes im Hochgebirge sind vier Schritte notwendig. Zunächst erzeugt ein Computerprogramm aus einer Kombination von Standortdaten und Vegetationsaufnahmen eine vorläufige Wald-Lebensraumtypenkarte. Anschließend verifiziert ein Luftbildinterpret mit aktuellen digitalen Stereoluftbildern die Karte aus der Computermodellierung. Diese vorläufige Wald-Lebensraumtypenkarte wird in einem dritten Schritt den regionalen Kartierteams übergeben, die direkt vor Ort azonale Wald-Lebensraumtypen im Gelände überprüfen und bewerten. Die großflächigen Wald-Lebensraumtypen werden in einem vierten Schritt über verschiedene Fernerkundungs- und Geodatenanalysen bewertet. Die einzelnen Verfahrensschritte werden im Folgenden erläutert.

## Erstellung der vorläufigen Wald-Lebensraumtypenkarte

Bereits seit dem Jahr 2006 kartiert die Bayerische Forstverwaltung Wald-Lebensraumtypen (LRT) mithilfe der Fernerkundung in den FFH-Gebieten der Bayerischen Alpen (Binner und Seitz 2009). Zwei entscheidende Datengrundlagen des Verfahrens wurden in den letzten Jahren deutlich verbessert und eingebunden. Zum einen sind die Informationen über das Potenzial des Standortes genauer geworden. Zu verdanken ist dies den Ergebnissen aus dem Forschungsprojekt »Waldinformationssystem Nordalpen«, kurz WINALP (grenzübergreifendes INTERREG IV A-Projekt, Leadpartner Hochschule Weihenstephan-Triesdorf), welches mithilfe von Standortfaktoren potenzielle Waldtypen modelliert (Reger et al. 2011; <http://arcgisserver.hswt.de/winalp/>). Zum anderen ist die Qualität der Farbinfrarot(CIR)-Luftbilder mit der Umstellung von analoger zur digitalen Luftbildaufzeichnung durch das Landesamt für Vermessung und Geoinformation (LVG) der Bayerischen Vermessungsverwaltung im Jahr 2009 gestiegen.



Foto: A. Kanold

Abbildung 1: Im bayerischen Hochgebirge müssen insgesamt rund 82.300ha Waldflächen im Rahmen der Natura 2000-Vorgaben kartiert und bewertet werden. Aufgrund der schwierigen und auch gefährlichen Geländeverhältnisse wird der Großteil der Flächen in einem durch die Fernerkundung gestützten Verfahren aufgenommen.

Im ersten Schritt des Verfahrens entsteht eine potenzielle Lebensraumtypenkarte der FFH-Gebiete, indem verschiedene Grunddaten auf Rasterdatenbasis mithilfe eines Geodatenverarbeitungsmodells kombiniert werden.

Wald- und Offenlandflächen sind im Hochgebirge aufgrund kleinstandörtlicher Besonderheiten oft eng verzahnt. Zur Vereinfachung der zeitaufwendigen manuellen Abgrenzung entwickelte die Universität für Bodenkultur Wien auf unsere Anforderung mithilfe von Fernerkundungsmethoden und digitalen CIR-Orthofotos eine semi-automatische Methode zur Unterscheidung von Wald und Offenland. Die Fernerkundungsmethode nutzt CIR-Orthofotos zur Segmentierung und Klassifizierung von Wald und Offenland (Immitzer et al. 2012). Diese Wald-Offenland-Abgrenzung stellt eine weitere wichtige Arbeitsgrundlage dar. Als Wald gelten Flächen mit einer dauerhaften Überschirmung von mindestens 40 %. Allerdings sind für bestimmte Waldlebensräumen auch geringere Überschirmung charakteristisch, so zum Beispiel bei den Schlucht- und Hangmischwäldern (LRT 9180 *Tilio-Acerion*). Der Luftbildinterpret beachtet diese Sondersituationen bei der Verifizierung im Luftbild.

Eine weitere Grundlage bildet die WINALP-Waldtypenkarte. Da die WINALP-Waldtypen nicht mit den Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie übereinstimmen, musste eine Übersetzung der WINALP-Waldtypen in die Lebensraumtypen erfolgen. Dies geschah im Anhalt an das Handbuch der Lebensraumtypen (LWF 2010).

Bei der Kombination der potenziellen Lebensraumtypenkarte mit der Wald-Offenland-Abgrenzung müssen die Mindestflächen der einzelnen Lebensraumtypen nach den Anforderungen des Natura 2000-Verfahrens beachtet werden (LWF 2010). Unterschieden werden hierbei großflächige zonale Lebensraumtypen und sonstiger Waldlebensraum mit einer Untergrenze von 1,0 ha, kleinflächige Lebensraumtypen auf Sonderstandorten mit mindestens 2.500 m<sup>2</sup> und Offenlandflächen im Wald ab 1.000 m<sup>2</sup>.

Das Ergebnis der Kombination aller Grunddaten wird auf die jeweilige FFH-Gebietsgrenze ausgeschnitten und dem Luftbildinterpret als Vektordatensatz zur Verifizierung mithilfe des Luftbilds bereitgestellt.

#### Stereointerpretation zur Verifizierung der potenziellen Wald-Lebensraumtypen

Zur Verifizierung der potenziellen Lebensraumtypenkarte mit den realen Beständen werden die digitalen Luftbilder der regulären Befliegung Bayerns des LVG genutzt. Alle drei Jahre wird dasselbe Gebiet befliegen. Die Befliegungsbilder stellen somit einen annähernd aktuellen Zustand der Waldflächen dar. Die digitalen Luftbildkameras nehmen neben den drei Farbkanälen Rot, Grün und Blau (RGB) den für Vegetationskartierungen sehr hilfreichen nahen Infrarotkanal (NIR) auf. Durch die hohe Bodenauflösung von 20 cm je Bildpixel sind diese Daten eine sehr gute Grundlage für die Erkennung von Einzelbäumen im Stereoluftbild.

Im Rahmen der Verifizierung überprüft der Luftbildinterpret die potenziellen Waldlebensraumtypen anhand der realen Bestockung des Waldbodens, der Baumartenzusammensetzung, der Wuchskraft des Bestandes und des Geländes (Exposition, Hangneigung, Art des Geländes). Dies erfolgt am PC mittels einer Erweiterung für Geografische Informationssysteme (GIS), dem Stereo Analyst, in 3D. An einem weiteren Bildschirm digitalisiert der Luftbildinterpret zeitgleich die festgestellten Änderungen der potenziellen Lebensraumtypengrenzungen. Das Ergebnis ist eine vorläufige Abgrenzung der Wald-Lebensraumtypen, die vorläufige Lebensraumtypenkarte.

#### Kleinflächige Lebensraumtypen

LRT 9140: Mitteleuropäischer Subalpiner Buchenwald mit Ahorn und Rumex artiofolius

LRT 9150: Mitteleuropäischer Orchideen-Kalk-Buchenwald (*Cephalanthero-Fagion*)

LRT 9180: Schlucht- und Hangmischwälder (*Tilio-Acerion*)<sup>1</sup>

LRT 91D0: Moorwälder<sup>1</sup>

LRT 91E0: Auwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (*Alno Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)<sup>2</sup>

LRT 9413: Tangelhumus-Fichtenblockwald (*Asplenio viridis-Piceetum*)<sup>2</sup>

LRT 9414: Sauerhumus-Fichtenblockwald (*Calamagrostio villosae-Piceetum betuletosum et sorbetosum*)<sup>2</sup>

LRT 9420: Alpine Lärchen-Zirbenwälder (*Vaccinio-Pinetum cembrae*)

#### Großflächige Lebensraumtypen

LRT 9110: Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*)

LRT 9130: Waldmeister-Buchenwald (*Asperulo-Fagetum*)

LRT 9415: Tiefsubalpiner Karbonat-Fichtenwald (*Adenostylo glabrae-Piceetum*)<sup>2</sup>

LRT 9416: Subalpiner Silikat-Fichtenwald (*Homogyne alpinae-Piceetum*)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prioritäre Lebensraumtypen sind Lebensräume, für die Europa eine besondere Verantwortung trägt (Art.6 der FFH-RL).

<sup>2</sup> Sublebensraumtypen des LRT 9410 Bodensaure Nadelwälder der Bergregion (LWF 2010).



Abbildung 2: Konzentrischer Probekreis der Luftbildinventur großflächiger Lebensraumtypen. Im kleinen Kreis werden die Baumarten erfasst. Im großen Kreis Entwicklungsstadium, Totholz, Biotopbäume und Schichtigkeit. Buche und Bergahorn sind im Farbinfrarotbild rosa, Fichte graublau.

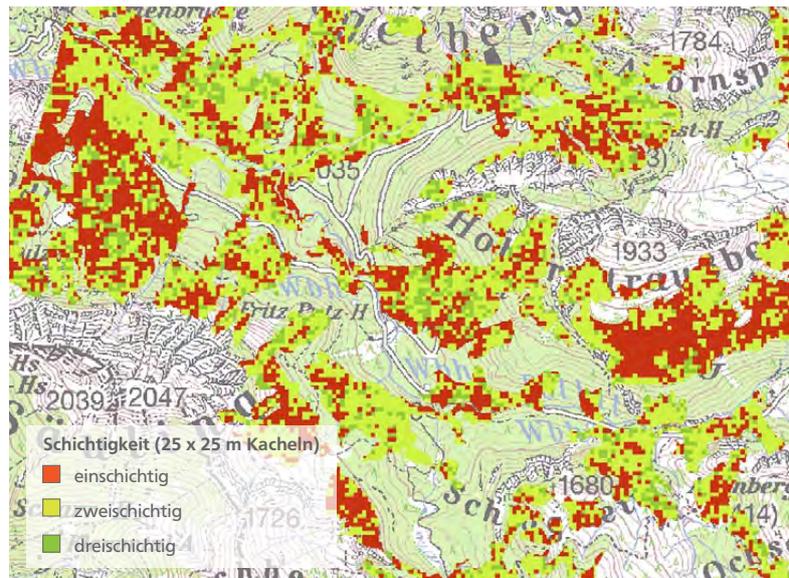


Abbildung 3: Darstellung der Bewertung der vertikalen Struktur (Schichtigkeit) in 25 x 25 m Kacheln, die mithilfe der Auswertung amtlicher Laserscanning-Daten ermittelt wurde. Einschichtige Kacheln sind gelb, zweischichtige rot und dreischichtige grün. Die Kacheln sind mit den großflächigen Lebensraumtypen verschnitten.

**Terrestrische Kartierung und Bewertung kleinflächiger Lebensraumtypen**

Die vorläufige Lebensraumtypenkarte wird in Form von Begangsunterlagen den regionalen Kartierteams zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um DIN-A3-Papierausdrucke. Diese beinhalten die CIR-Orthofotos, die vorläufige Lebensraumtypen-Abgrenzung sowie weitere hilfreiche Informationen wie Höhenlinien, Wege oder Steige. Mit diesen Karten können die Kartierer gezielt und kräftesparend die kleinflächigen Lebensraumtypen (siehe Kasten) überprüfen. Fallen den Kartierern grobe Fehler in der vorläufigen Lebensraumtypenkarte auf, vermerken sie diese auf dem Kartenausdruck und senden diesen zur digitalen Korrektur an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zurück. Dort werden die Änderungen übernommen und die endgültige Waldlebensraumtypenkarte erstellt.

Beim Angehen der kleinflächigen Lebensraumtypen gewinnen die Kartierer nebenbei Eindrücke von den großflächigen Lebensraumtypen und vom Gebiet allgemein. In den kleinflächigen Lebensraumtypen angekommen, werden analog zum Kartierverfahren in FFH-Gebieten des Flachlands mithilfe eines »Qualifizierten Begangs« Parameter für die Bewertung gesammelt. Dazu werden drei Kriterien analysiert:

- Habitatstruktur
- lebensraumtypisches Arteninventar
- Beeinträchtigungen

Die Habitatstruktur setzt sich aus den Merkmalen Baumartenanteile, Entwicklungsstadien, vertikale Struktur (Schichtigkeit), Totholzvorkommen und Anzahl der Biotopbäume zusammen. Für die Bewertung des lebensraumtypischen Arteninventars betrachten die Kartierer die Arten der Baumschicht,

der Verjüngung und der Bodenvegetation. Außerdem erfassen sie die Bedeutung von Beeinträchtigungen, wie zum Beispiel Wildschäden, Befahrungsschäden und Zerschneidung der Waldflächen (LWF 2007). Die erhobenen Daten werden nach Abschluss der Kartierarbeiten über eine eigens programmierte Web-Anwendung in eine zentrale Datenbank eingegeben.

**Bewertung großflächiger Wald-Lebensraumtypen**

Die großflächigen Lebensraumtypen des Bayerischen Hochgebirges werden mithilfe der Fernerkundung sowie Auswertungen vorhandener Geodaten bewertet (siehe Kasten).

Mittels einer stereoskopischen Luftbildinventur wird ein Großteil der Bewertungsparameter erhoben. Hierzu werden jeweils 90 konzentrische Probekreise mit Radien von 12 und 25 m über einen großflächigen Wald-Lebensraumtyp gelegt (Abbildung 2). Dies ist vergleichbar mit der Aufnahme von Probekreisen im Gelände bei dem FFH-Inventurverfahren im Flachland (LWF 2007). Der Luftbildinterpret erfasst im Stereo-CIR-Luftbild innerhalb des kleinen Probekreises die wichtigsten Baumarten für den Bergmischwald und für die subalpinen Fichtenwälder: Fichte, Buche, Tanne, Bergahorn und Esche sowie sonstiges Laub- und Nadelholz. Dies dient als Grundlage für die Bewertung der Baumartenzusammensetzung und des Arteninventars. Im großen Probekreis erhebt der Interpret das dominierende Entwicklungsstadium, die Anzahl der stehenden Totholzbäume und Biotopbäume sowie die erkennbare vertikale Schichtigkeit. Zusätzlich wird flächiges Aufkommen von Totholz außerhalb des Probekreises, beispielsweise aufgrund von Sturmwurf oder Borkenkäferkalamitäten, digitalisiert. Um die Qualität der Luftbildinventur zu überprüfen, werden 10 % der Probekreise im Gelände begangen.

Als weitere Methode der Fernerkundung werden Laserscanning-Daten des LVG zur Ableitung von Strukturparametern ausgewertet. Dazu ist die gesamte Fläche eines FFH-Gebiets in 25 x 25 m-Kacheln aufgeteilt. Das von der Professur für Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme der Universität Freiburg entwickelte Verfahren extrahiert Einzelbäume bzw. Baumgruppen, misst die Höhen von Kronenansatz und Kronenspitze und ordnet die Baumgruppen den festgelegten Schichten zu. Insgesamt werden drei Schichten unterschieden. Je Kachel wird die Anzahl der Schichten ermittelt (Abbildung 3). Für die Bewertung der FFH-Arten sowie der Arten der Vogelschutzrichtlinie in SPA-Gebieten werden auch die Überschirmung, der Laub-/Nadelholzanteil, die Höhenangaben und der Anteil des freiliegenden Bodens aus den Laserscanning-Daten erhoben. Eine stichprobenhafte Überprüfung der Ergebnisse findet im Gelände und im Stereoluftbild statt.

Bewertungsmerkmale, die sich nicht über die Fernerkundung erfassen lassen, werden durch die Auswertung von Daten bereits bestehender Geodatenbanken ergänzt. Ein Beispiel ist die Auswertung der Alpen-Vegetationsdatenbanken, die in einem eigenen, inzwischen abgeschlossenen Forschungsprojekt »Standardisierung der Vegetationsanalyse für Natura 2000-Managementplanung im Alpenraum« durchgeführt wurde (Ewald et al. 2013). Die daraus gewonnenen Informationen zur Bodenvegetation und Verjüngung fließen in die Bewertung des Arteninventars ein.

Eine zusätzliche Informationsquelle bietet die Forsteinrichtungsinventur der Bayerischen Staatsforsten. Da diese Inventur terrestrisch erfolgt, können zusätzlich Daten über im Luftbild nicht sichtbares, liegendes Totholz genutzt werden. Dies gilt allerdings nur für Staatswaldflächen, die jedoch immerhin 55 % der FFH-Waldfläche im Bayerischen Alpenraum ausmachen.

Als Ergänzung der herkömmlichen Merkmale, wie sie auch im »Flachlandverfahren« verwendet werden (LWF 2004), bietet das durch GIS und Fernerkundung unterstützte Verfahren im Hochgebirge zwei weitere Bewertungsmerkmale: Die Mindestgrößen von Teilflächen eines Wald-Lebensraumtyps und deren räumlich-funktionaler Verbund. Eine GIS-Analyse untersucht, ob die einzelnen Teilflächen für die typischen Arten groß genug sind und ob kleinere Flächen so an große Flächen angebunden sind, dass zwischen ihnen eine Wechselwirkung besteht und beispielsweise einzelne Individuen einer Art zwischen den Flächen wandern können (Abbildung 4). Diese Informationen sind gerade für die Überlebensfähigkeit besonders anspruchsvoller und charakteristischer Arten, die nur (noch) in großflächig zusammenhängenden Wald-Lebensräumen des Hochgebirges vorkommen, besonders bedeutsam.

Alle Merkmale werden nach Schwellenwerten mit »A – hervorragend«, »B – gut« oder »C – mittel bis schlecht« bewertet und am Schluss zu einer Gesamtbewertung je Lebensraumtyp verrechnet. Die Schwellenwerte sind, wo möglich, dem im Flachland üblichen Verfahren angepasst. Nur teilweise mussten aufgrund der unterschiedlichen Methodik geringfügige Veränderungen vorgenommen werden, um ein mit dem »Flachlandverfahren« vergleichbares Ergebnis zu erhalten.

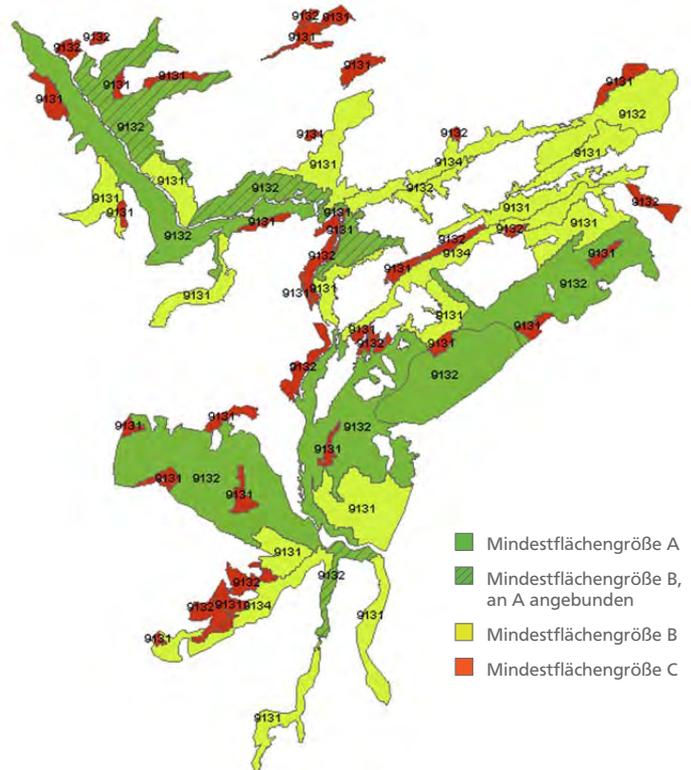


Abbildung 4: Analyse der Mindestgrößen und Verbundenheit von Teilflächen der großflächigen Lebensraumtypen am Beispiel des FFH-Gebietes Oberes Weißbachtal mit Lanzen-, Katzen- und Mittelbach.

## Ausblick

Mit dem »Hochgebirgsverfahren« hat die LWF in Kooperation mit mehreren Forschungseinrichtungen (Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Albert-Ludwigs Universität Freiburg i.Br. und Universität für Bodenkultur Wien) eine Methodik zur Kartierung und Bewertung von Wald-Lebensraumtypen entwickelt, die vergleichbar ist mit dem bereits bewährten Verfahren im Flachland, aber den Besonderheiten des Hochgebirges Rechnung trägt. Die Merkmale und Schwellenwerte orientieren sich an dem im Flachland etablierten Verfahren. Die kleinflächigen und prioritären Lebensraumtypen auf Sonderstandorten, die für den Schutz vieler Arten von großer Bedeutung sind, werden durch die terrestrische Begehung mit der notwendigen Genauigkeit erfasst.

Das Verfahren zur Kartierung der Lebensraumtypen wurde entwickelt, um die großen, häufig schlecht begehbaren Flächen im Alpenraum mit einem angemessenem Arbeitskraft- und Zeitaufwand sowie der Wahrung der Sicherheit der Kartierer zu bewerkstelligen. Gleichzeitig wird mit diesem Verfahren eine Effizienz erreicht, die es ermöglicht, im Jahre 2019 die Managementplanung in den Wäldern des Freistaats Bayern abzuschließen. Das innovative, fernerkundungsgestützte Verfahren hat in den letzten Jahren in nationalen und internationalen Fachkreisen Interesse erregt. Die LWF durfte das Verfahren bei verschiedenen Fachtagungen präsentieren und nimmt in diesem Bereich eine Vorreiterrolle ein.

## Natura 2000 und der sozioökonomische Nutzen

Das Natura 2000-Netzwerk ist das größte Schutzgebietssystem der Welt. Es umfasst 27 souveräne Staaten, etwa 26.000 Gebiete und fast 18 % der EU-Landfläche. Manche Elemente der Richtlinie betreffen aber auch die gesamte Fläche, so der Schutz bestimmter Arten. In Zeiten der »Euro-Krise« könnte man fragen: Kann Europa sich so viel Naturschutz leisten? Die Mitgliedsstaaten schätzen, dass jährlich mindestens 5,8 Milliarden Euro für ein effektives Management notwendig sind (Europäische Kommission 2011). Wenn man die nötigen Wiederherstellungsmaßnahmen dazurechnet, um für alle Schutzobjekte einen günstigen Erhaltungszustand zu erreichen, ist es eine noch deutlich höhere, aber noch nicht genau bezifferte Summe (Europäische Kommission 2010). Wenn man die Frage beantworten will, ob wir uns so viel Naturschutz leisten können, sollte man auch beachten, dass die Schutzgebiete über den eigentlichen Schutzzweck hinaus vielfältige Leistungen für die Gesellschaft erbringen, was man als »Win-Win-Situation« bezeichnen kann. Eine im Auftrag der EU-Kommission erstellte Studie »The Economic benefits of the Natura 2000 network« ist nun erschienen, wenn auch bisher nur in englischer Sprache, und online verfügbar unter: [http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/financing/docs/ENV-12-018\\_LR\\_Final1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/financing/docs/ENV-12-018_LR_Final1.pdf) bzw. im EU-Bookshop zu bestellen.

Die Studie kommt auf die Summe von 200 bis 300 Milliarden Euro Wohlfahrtsleistungen, die das Netzwerk in der Summe jedes Jahr erbringt – wenn auch nicht für jede davon auch tatsächlich Geld fließt. Das sind Leistungen wie zum Beispiel sauberes Trinkwasser, saubere Luft, eine reizvolle Erholungslandschaft, Lernorte für die Natur, Bestäubung der Kulturpflanzen, positive Auswirkungen auf den Klimahaushalt, Erosionskontrolle, Tourismus und der Erhalt regionaler Identität, ganz abgesehen vom Erhalt der Artenvielfalt, die sowieso unbezahlbar ist. Allein der ökonomische Wert der Insektenbestäubung in der EU wird auf 15 Milliarden Euro beziffert (Europäische Kommission 2011) und der jährliche weltweite wirtschaftliche Verlust an Ökosystemleistungen durch Naturzerstörung allein in Landökosystemen auf 50 Milliarden Euro, wie die TEEB-Studie (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) errechnet hat. Die Botschaft ist klar: Intakte Natur erhält auch den Lebensraum für die Spezies Mensch, einschließlich seiner Wirtschaftsgrundlagen, ist also substanzialer Teil von Nachhaltigkeit.

Stefan Müller-Kroehling

### Weitere Informationen:

Europäische Kommission (2010): Der sozioökonomische Nutzen von Natura 2000. – Newsletter »Natur und Biodiversität« der EU-Kommission 29: S. 10–13

Europäische Kommission (2011): Investing in Natura 2000, for nature and people. Brüssel, 22 S.

## Literatur

Binner, S.; Seitz, R. (2009): *Natura-2000-Kartierung im Bergwald. Mit Fernerkundung und GIS zuverlässig und kostensparend FFH-Gebiete erfassen und bewerten*. LWF aktuell 69, S. 17–19

Ewald, J.; Michler, B.; Fischer, H.; Kanold, A.; Koch, K.; Walentowski, H. (2013): *Vegetationskundliche Bewertung der FFH-Lebensraumtypen im bayerischen Hochgebirge*. Unveröffentlicht

European Commission DG Environment (2007): *Interpretation Manual of European Union Habitats*. Eur 27. Juli 2007, Brüssel, 142 S.

Immitzer, M.; Koukal, T.; Kanold, A.; Seitz, R.; Mansberger R.; Atzberger, C. (2012): *Abgrenzung der Natura 2000-Waldflächen. Klassifikation von Wald, Offenland und Latschenfelder im bayerischen Hochgebirge unter Verwendung digitaler Luftbild- und Laserscannerdaten*. LWF aktuell 88, S. 49–51

LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2004): *Arbeitsanweisung zur Fertigung von Managementplänen für Waldflächen in NATURA 2000-Gebieten*. Freising

LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2007): *Anweisung für die FFH-Inventur*. Anleitung zum praktischen Vorgehen. Freising

LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2010): *Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern*. 162 S. + Anhang, Augsburg und Freising

Müller-Kroehling, S.; Fischer, M.; Gulder, H.-J. (2004): *Arbeitsanweisung zur Fertigstellung von Managementplänen für Waldflächen in NATURA 2000-Gebieten*. Freising (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft), 58 S. + Anhang

Reger, B.; Ewald, J. (2011): *Waldtypenkarte Bayerische Alpen. Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis*. AFZ 24, S. 14–16

Ssymank, A.; Hauke, U.; Rückriem, C.; Schröder, E. (1998): *Das Europäische Schutzgebietssystem Natura 2000*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53

---

Kristine Koch, Daniel Dabizzi und Armin Troycke sind Mitarbeiter der Abteilung »Informationstechnologie« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und im Bereich Fernerkundung/GIS für Natura 2000 im Hochgebirge zuständig. Anna Kanold ist verantwortlich für die FFH-Wald-Lebensraumtypen in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz, Jagd« der LWF. Stefan Binner vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Amberg ist Natura 2000-Fachverfahrensspezialist.

Korrespondierende Autorin: [Kristine.Koch@lwf.bayern.de](mailto:Kristine.Koch@lwf.bayern.de)