© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Sauteria 10, 1999 Biotopkartierung im Alpenraum 35-60

NATURSCHUTZGEBIET KARWENDEL BIOTOPINVENTAR/NATURPFLEGEPLAN

Biotope inventory and management plan for the nature reserve "Karwendel" (North Tyrol)

von

Tobias PLETTENBACHER & Dieter STÖHR

Schlagwörter: Naturschutzgebiet, Biotopinventar, Naturnähe, naturnaher Waldbau, Standortkartierung, potentiell natürliche Waldgesellschaft (PNWG), Naturschutz, GIS.

Key words: Nature reserve, biotope inventory, closeness-to-nature, natural silviculture, site mapping, potentially natural forest communities, nature protection, GIS.

Zusammenfassung: Die Landesforstdirektion Tirol und das Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung "Wald-Landschaft-Mensch" haben im Auftrag der Abteilung Umweltschutz Tirol in den Jahren 1992 bis 1995 ein Biotopinventar und einen Naturpflegeplan für das Naturschutzgebiet Karwendel erarbeitet.

Schon bei Projektbeginn stand fest, daß alle naturschutzrelevanten Daten in einem Geographischen Informationssystem erfaßt werden sollten. Besonders vorteilhaft war dabei die von Anfang an optimale Zusammenarbeit mit den Österreichischen Bundesforsten, dem größten Grundeigentümer im Naturschutzgebiet. So konnten alle Erhebungen der Forsteinrichtung für die Alpenparkkoordination zugänglich gemacht werden, der damit exakte Informationen über jeden einzelnen Bestand zur Verfügung stehen. Auf eine flächendeckende Kartierung des aktuellen Waldzustandes konnte daher verzichtet, und statt dessen eine forstliche Standortskartierung durchgeführt werden, auf deren

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Grundlage die Ziele für die Waldbewirtschaftung definiert werden können.

Ergebnisse der GIS-Bearbeitung sind einerseits Karten der aktuellen Vegetation, abgeleitet aus den Operatsdaten, sowie Karten der potentiellen Waldvegetation, basierend auf der Standortskartierung. Ferner wurden für jeden Bestand die Abweichungen zwischen den Ist- und Soll-Baumartenanteilen bewertet. Die daraus resultierenden Karten der Naturnähe der Wälder sowie das Biotopinventar stellen wesentliche Bestandteile des Naturpflegeplans dar. Im Biotopinventar ist das "Sondergut", d.h. alle besonders hochwertigen und schützenswerten Lebensräume, dokumentiert - ferner mögliche Gefährdungen mit detaillierten Maßnahmen zur Erhaltung und Pflege der Biotope.

Eine Ursachenanalyse für den Grad der Veränderung der Wälder ergibt deutliche Zusammenhänge zwischen der Naturnähe und Parametern wie Alter, Bonität oder Seehöhe und zeigt, daß die intensiv genutzten forstlichen "Gunstlagen" stärker verändert sind als unzugängliche Schutzwaldstandorte. Überhöhte Wildstände sowie Waldweide können als weitere Ursachen angenommen werden. Die Folgen sind eine Verschiebung vom montanen Bergmischwald mit Fichte, Tanne und Buche hin zu Fichtenwäldern. Die Abweichungen vom Naturzustand sind in der Verjüngung besonders gravierend.

Summary: The Tyrolean Forest Department and the Office for Vegetation Ecology and Environmental Planing "WLM" developed a biotope inventory and a management plan for the nature reserve "Karwendel" in the years 1992 to 1995.

At the beginning of the project it was decided to use a Geographic Information System (GIS) for processing all data of interest for nature protection. One reason for this decision was the cooperation with the Austrian Federal Forest Service, the main landowner in the area, whose management plans were also GIS-based. As a result of using these stand surveys, which document the current state of forest vegetation with high detail, we could do without a mapping of the actual vegetation for most of the forests in the area. Instead of this, it was possible to carry out a detailed site mapping of all forests in order to define silvicultural targets.

Main results of the project are maps of the current vegetation, derived form the stand survey, and of the potential state of vegetation, based on the site mapping. Moreover a closeness-to-nature-score for every individual stand was computed by comparing the actual and the natural resp. desired tree species composition. The resulting closeness-to-nature-map of all forests as well as the biotope inventory are important parts of the management plan. The biotope inventory documents all highly natural, rare or valuable parts of the environment and contains actions, necessary for protecting and safeguarding the biotopes.

A factor analysis concerning the degree of alteration in the forests indicates obvious correlations to other parameters such as stand age, yield class or altitude. These correlations show that sparcely used forests are highly natural and achieve a high

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

closeness-to-nature-score, whereas forest stands easily accessible and exploited by forestry or agricultural yield (forest pasture) as well as areas with raised game density perform very badly. As a result, the tree species composition has - in comparison to the potential state - recently shifted from spruce-fir-beech to spruce-fir resp. spruce forests. These changes are more serious in regeneration than in mature forest stands.

1. Allgemeines

1.1 Lage des Untersuchungsraums

Das Naturschutzgebiet Karwendel ist Teil des Karwendelgebirges in Nordtirol, hat eine Ausdehnung von ca. 540 km² und bildet den Kernbereich des Alpenparks Karwendel, zu dem auch noch die randlich gelegenen Landschaftsschutzgebiete Bärenkopf, Falzthurntal-Gerntal, Großer Ahornboden, Martinswand-Solstein-Reither Spitze, Nordkette und Vorberg, die Ruhegebiete Eppzirl und Achental West, sowie die kleinen Naturschutzgebiete Martinswand und Fragenstein gehören. Als Gebirgsstock wird das Karwendel südlich durch das Inntal zwischen Jenbach und Zirl begrenzt. Im Westen bilden der Seefelder Sattel, im Nordwesten die Isar, im Nordosten der Walchenbach und im Osten die Achenseesenke die naturräumlichen Begrenzungen (nach STÖHR et al. 1996).

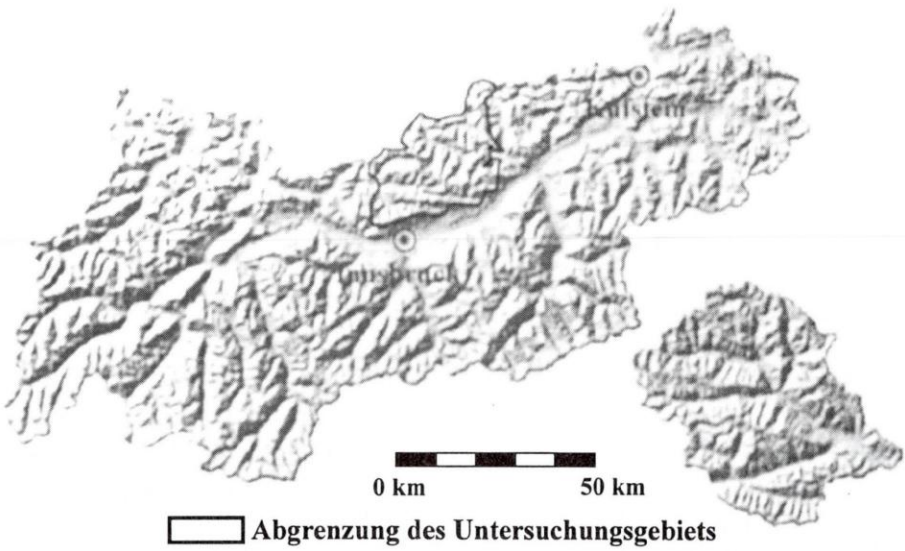

Abb. 1: Lage des Naturschutzgebiets Karwendel

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

1.2 Flächenkategorien

Knapp die halbe Fläche des Naturschutzgebiets werden von Hochwald und Latschengesellschaften geprägt. Der alpine Charakter des Schutzgebietes zeigt sich im hohen Anteil von praktisch vegetationsfreien Fels- und Schuttflächen. Almwiesen und alpine Rasen sind ebenfalls landschaftsprägend, nehmen aber etwas geringere Flächenanteile ein.

Flächenkategorie	Hektar	Prozent
Fels, Schutt	18.373	34,1
Hochwald	17.121	31,8
Latschenflächen	9.453	17,5
Alpine Rasen	4.729	8,8
Wiesen, Almen	3.527	6,5
Straßen, Nebenflächen	412	0,8
Gewässer, Bachbett	305	0,6
Gesamtfläche	**53.919**	**100,0**

Tab. 1: Flächenkategorien im Naturschutzgebiet Karwendel

1.3 Eigentumsverhältnisse

Die Nutzung des Karwendels als Jagdrevier der Tiroler Landesfürsten ist der Grund dafür, daß sich der Großteil des Schutzgebietes im Eigentum der Österreichischen Bundesforste befindet. Daneben sind noch größere Flächen im Karwendel-, im Riß- und im Stallental im Privat- bzw. kirchlichem Besitz. Siedlungsnahe Flächen, sowie viele Reinweideflächen in Almnähe befinden sich in bäuerlichem Besitz.

1.4 Nutzungsgeschichte

Obwohl das Naturschutzgebiet in seiner gesamten Geschichte mit Ausnahme der Hinterriß frei von Dauersiedlungen war, geht die land- und forstwirtschaftliche Nutzung weit in die Vergangenheit zurück. Bereits in rätoromanischer Zeit ist eine Almnutzung vor allem in der subalpinen und alpinen Stufe nachweisbar, die sich im Mittelalter auch auf die dicht bewaldeten Talräume des Karwendels ausbreitete. Seither kann mit einem jährlichen Viehauftrieb von rund 4700 Großvieheinheiten im Naturschutzgebiet gerechnet werden.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Die forstliche Nutzung beginnt parallel mit dem Aufstieg des Salzbergbaus in Hall und dem Silberbergbau in Schwaz, deren enormer Holzbedarf auch aus dem Karwendel gedeckt wurde. Seit dem Mittelalter ist auch eine regelmäßige jagdliche Nutzung durch die Herzöge von Tirol nachgewiesen. Die Kahlschlagwirtschaft und die nachfolgende Beweidung der Schlagflächen haben bereits in historischer Zeit zur Artenverarmung der Wälder im Karwendel beigetragen. Nach 1849 wurden die Jagden zunehmend verpachtet. Seither ist ein Anstieg der Schalenwildpopulationen durch gezielte Hegemaßnahmen, Verschwinden des Großraubwildes und Bekämpfung der Wilderer nachweisbar. Seit etwa 120-140 Jahren kommt somit auch dem Verbiß durch Schalenwild eine große Bedeutung bei der Entmischung der Wälder zu.

2. Gesamtkonzept des Projektes

Grundlagenerhebungen zur Erstellung eines Naturpflegeplans müssen sich im Karwendel auf die Waldflächen konzentrieren, da diese den Charakter des Naturschutzgebiets ganz wesentlich prägen und neben den Almflächen als einzige intensiver bewirtschaftet werden.

Um den Zielen der Karwendelschutzverordnung gerecht zu werden, in welcher der Forstwirtschaft unter § 5b die "standortsangepaßte, pflegliche Nutzung der Waldbestände mit der Zielsetzung der Bestanderhaltung als naturnahes Ökosystem" als Verpflichtung auferlegt wurde (nach STÖHR et al. 1996), mußte ein Konzept zur objektiven Erfassung und Bewertung der Naturnähe jedes einzelnen Bestandes entwickelt werden. Die Bewertung soll den zuständigen Sachbearbeitern und Forstleuten auch eine interne Prioritätenreihung im Zuge von Bewirtschaftungsmaßnahmen erleichtern. Unter dem Ausdruck "Bewertung" ist hier jedoch nicht eine wissenschaftlich fundierte Analyse der ökologischen und biologischen Funktionen der Waldbestände zu verstehen. Vielmehr sollte ein naturschutzorientierter Wertmaßstab angelegt werden, dessen Datengrundlagen möglichst einfach und kostengünstig erhebbar sind: ein einfacher Soll-Ist-Vergleich der Baumartenkombination.

Der Naturpflegeplan beinhaltet jedoch nicht nur Maßnahmen, die den Schutzzielen der Karwendelverordnung dienen sollen, er ermöglicht gleichzeitig die Beobachtung der Entwicklung aller Wälder des gesamten Naturschutzgebiets. Die Beurteilung der Veränderung der Naturnähe kann sich dabei auf einzelne Bestände, ganze Naturräume oder das gesamte Schutzgebiet erstrecken. Steuernde Maßnahmen können so rechtzeitig und örtlich angepaßt getroffen werden.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

2.1 Standortskartierung

Bislang fehlten allgemein anerkannte Grundlagen zur Beurteilung der "Standortsgerechtigkeit" der Bewirtschaftung (Soll-Zustand), sodaß eine flächendeckende forstliche Standortskartierung erforderlich war, welche die potentiell-natürliche Waldvegetation jeder Einzelfläche erfaßt. Durch die Festlegung möglichst gut abgegrenzter, forstlicher Standortstypen wird eine Beschreibung des Naturwaldes hinsichtlich Baumartenzusammensetzung, Struktur u.dgl. möglich. Durch zusätzliche Bewirtschaftungskriterien und -richtlinien für die einzelnen Standortstypen wird das, durch die Bewirtschaftung zu erreichende Ziel für alle Waldbestände vorgegeben.

2.2 Bestandestaxation

Andererseits galt es, die aktuelle Vegetation flächendeckend zu erfassen (Ist-Zustand). Da mit den Operaten der Österreichischen Bundesforste (ÖBF) umfangreiche Bestandesdaten zur Verfügung standen, sollte der aktuelle Waldzustand durch deren Auswertung erfaßt werden. Somit war eine Bestandestaxation nur für jene wenigen Flächen des Naturschutzgebiets erforderlich, über die keine Daten vorlagen. Der Hauptvorteil dieses Konzeptes liegt in der regelmäßigen Revision der ÖBF-Operate, sodaß ohne Zusatzerhebung für den Naturschutz alle 10 Jahre eine Aktualisierung des Waldzustandes, eine Bewertung der Naturnähe und die Beurteilung der Veränderungen möglich wird.

Da bei der Bestandestaxation der ÖBF forstwirtschaftliche Aspekte im Vordergrund stehen, ist das Datenmaterial jedoch für naturschutzkundliche Fragestellungen nicht optimal geeignet. So werden beispielsweise Edellaubbaumarten und damit auch seltene und höchst schützenswerte Waldgesellschaften nur ungenügend erfaßt. Ferner ermöglicht das Verfahren zur Naturnähebewertung nur Aussagen über Waldbestände. Dies machte eine zusätzliche Erfassung der naturnahen Einzelbestände sowie der Nichtwaldbiotope in Form einer Biotopkartierung erforderlich.

2.3 Waldbiotopkartierung

Das Biotopinventar bzw. die Waldbiotopkartierung (kurz WBK) stellt im Gesamtkonzept des Projektes einen wesentlichen Bestandteil dar. Die WBK wurde ursprünglich im Rahmen der Schutzwaldverbesserung als routinemäßige Begleituntersuchung durchgeführt und beschäftigt sich mit der selektiven Erfassung besonders hochwertiger Biotope im Waldverband (sog. "Sondergut"). Im Zuge der flächendeckenden Standortskartierung und Begehung der Wälder und waldnahen Bereiche konnte eine derartige Erhebung mit ver-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

gleichsweise geringem Zusatzaufwand durchgeführt werden. Als wichtigste Kriterien für die Auswahl der Flächen wurden Naturnähe, Arten- und Strukturvielfalt sowie Seltenheit und Gefährdung herangezogen (siehe STÖHR et al. 1996).

Die Inventarisierung schutzwürdiger Lebensräume liefert die Basis zur Beurteilung von Biotopen als Lebensgrundlage seltener und gefährdeter Tier- und Pflanzenarten sowie Empfehlungen für die Erhaltung dieser Lebensgemeinschaften gemäß dem Grundsatz "Artenschutz durch Biotopschutz" (BROGGI & GRABHERR 1991). Ferner ist die Sichtung der Biodiversität bzw. landschaftlichen Vielfalt die primäre fachliche Grundvoraussetzung aller Natur- und Landschaftsschutzbestrebungen (GRABHERR 1994 nach HOTTER 1996). Biotopkartierungen ermöglichen die Ableitung differenzierter Schutz- und Entwicklungsziele, ihre Berücksichtigung trägt wesentlich zur Minimierung von Zielkonflikten bei (PLACHTER 1991). Nicht nur die Momentaufnahme des Waldzustandes, sondern vielmehr die Schaffung einer längerfristigen Planungsgrundlage sollen das Ziel sein.

2.4 GIS-Bearbeitung

Schon bei Projektsbeginn stand fest, daß nicht nur alle neuen Erhebungen, wie etwa die Standortskartierung oder das Biotopinventar, sondern auch alle bereits bestehenden Datengrundlagen durch die GIS-Technologie für den Naturpflegeplan nutzbar gemacht werden sollten. Beispiele dafür sind die Weiderechte auf der Basis des Grund- und des Almbuches, und die Jagdreviere des Naturschutzgebietes.

Die Digitalisierung der Biotopflächen im GIS ermöglicht auch das rechtzeitige Erkennen von Nutzungskonflikten im Planungsstadium. Durch Verschnitt der in den ÖBF-Operaten geplanten Nutzungen mit den Biotopflächen können jene Maßnahmen erkannt werden, die mit dem Naturpflegeplan in Widerspruch stehen (STÖHR 1996). Im Sinne der Konfliktvermeidung wurden die Biotopflächen nicht nur in die Karten der aktuellen Vegetation, sondern auch in die neuen Digitalen Forstkarten der ÖBF einbezogen, um unbeabsichtigte Zufallsnutzungen in Biotopen vermeiden zu können.

3. Methodik

Die Aufnahmemethodik, die EDV-mäßigen Auswertungen (vor allem die Naturnähebewertung) sowie die zur Kartenerstellung im GIS erforderliche Datenbearbeitung und -verschneidung sollen kurz beschrieben werden. Bezüglich der methodischen Details sei auf die im Rahmen des Projekts erarbeitete Diplomarbeit verwiesen (PLETTENBACHER 1996).

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

3.1 Aktuelle Vegetation

Die Basis für die Erfassung des derzeitigen Vegetationszustandes stellen die Luftbildinterpretation bzw. die digitalen Forstkarten der Österreichischen Bundesforste dar, die speziell für die Zwecke des Naturpflegeplanes modifiziert und erweitert wurden. Diese Karten werden von den ÖBF im Zuge der 10-jährigen Operatsrevisionen erstellt. Da diese Revisionen für die Forstverwaltung Achenkirch 1995/96 und für Innsbruck erst 1998/99 anstanden, wurde ein Vertrag zwischen dem Amt der Tiroler Landesregierung und der Generaldirektion der Österreichischen Bundesforste abgeschlossen, der Erstellung und Nutzung der digitalen Forstkarte für das Naturschutzgebiet Karwendel auf Basis gegenseitigen Datenaustausches regelt (STÖHR et al. 1996). Dazu wurden bei der Hochzeichnung der Forstkarte ins Orthophoto zusätzlich zu den üblichen Flächenkategorien noch Latschenflächen und Alpine Rasen ausgeschieden, die normalerweise als "Ödland" klassifiziert werden, für den Naturpflegeplan jedoch von wesentlicher Bedeutung sind.

Die Luftbildinterpretation stellt die räumliche Abgrenzung der Flächenkategorien und somit die kartographische Grundlage aller weiteren Daten zur Verfügung. Methodik und Detailschärfe der eigentlichen Aufnahmen sind jedoch je nach Flächenkategorie, Bedeutung für den Naturschutz und der Qualität bereits vorhandener Daten unterschiedlich:

- **Hochwald:** Die Erfassung des aktuellen Vegetationszustandes erfolgte im Wald nicht auf vegetationskundlicher Basis, sondern durch eine forstliche Bestandestaxation mit nachfolgender EDV-mäßiger Zuordnung der Bestände zu sog. Baumartenmischungstypen basierend auf den aktuellen Baumartenanteilen (siehe Kapitel 4.2). Diese Merkmale wurden aus der Operatsdatenbank der ÖBF errechnet. Nur jene Flächen des Naturschutzgebiets, die sich nicht im Eigentum der ÖBF befinden, sowie extreme, bisher nicht kartierte Schutzwaldbestände (Schutzwald außer Ertrag) mußten durch eine terrestrische Bestandestaxation ergänzt werden. Freundlicherweise wurden der Landesforstdirektion auch die Operatsdaten der Coburg'schen Forstverwaltung im Karwendel- und Rißtal, sowie das Operat des Stiftes Fiecht zur Auswertung überlassen.
- **Blößen/Schlagflächen:** Aufgrund der zeitlichen Abfolge - die terrestrische Kartierung erfolgte vor der Fertigstellung der Luftbildinterpretation - war es nicht möglich, jene Bestände zu kartieren, die seit der letzten Revision genutzt wurden. Diese Nutzungen wurden erst bei der Hochzeichnung erfaßt und werden bei der nächsten Revision erhoben.
- **Buschwälder und Gebüsche:** Diesen Gesellschaften werden normalerweise weder von der Hochzeichnung noch bei der Bestandestaxation erfaßt. Da ihre potentielle Verbreitung jedoch im Zuge der Standortskartierung (Kapi-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

tel 4.3) erhoben wurde, konnten sie im GIS durch Verschnitt aus der Karte der potentiellen Vegetation übernommen werden. Diese Vorgangsweise läßt sich rechtfertigen, weil derartige Standorte - abgesehen von den Augebüschen - im Karwendel meist wenig beeinflußt sind, und die aktuelle Verteilung nur geringfügig vom Naturzustand abweicht.

o) **Feuchtbiotope:** Feuchtbiotope im Waldverband wurden analog den Buschwäldern bei der Standortskartierung erfaßt - bei Seltenheit, Gefährdung oder Überschreitung gewisser Mindestgrößen auch durch die Biotopkartierung. Soweit eine Begehung sinnvoll und möglich war, wurden auch die Waldgrenzbereiche, Alm- und Wirtschaftswiesen sowie der Nahbereich der Fließgewässer kartiert - jedoch nicht das alpine Hochland.

Die restlichen Flächenkategorien wurden bei der Luftbildinterpretation abgegrenzt, vegetationskundlich jedoch nicht weiter erhoben - es sei denn als Biotopflächen: Latschenflächen, Gewässer (offene Wasserflächen und Bachläufe mit Akkumulations- und Umlagerungsbereichen), Schutt- und Blockhalden (Felsvegetation mit Deckungsgraden unter 25%), Alpine Rasen (potentiell waldfreie Rasengesellschaften mit über 25% Deckung) sowie Almflächen und Wirtschaftsgrünland.

3.2 Der Baumartenmischungstyp (BAM-Typ)

Um, basierend auf den Operatsdaten, eine Karte der aktuellen Vegetation erstellen zu können, mußte ein Verfahren entwickelt werden, das anhand der aktuellen Baumartenanteile die Zuordnung zu einer Waldgesellschaft ermöglicht. Dabei galt es auch die kartographische Darstellung der aktuellen und potentiell-natürlichen Waldvegetation derart zu vereinheitlichen, daß ein direkter Vergleich der beiden Karten möglich wird. Diese Überkategorie bzw. Kombination der potentiell-natürlichen Waldgesellschaften einerseits und der aktuell stockenden Waldbestände andererseits soll als "Baumartenmischungstyp" (im folgenden kurz BAM-Typ) bezeichnet werden.

Unter einem Baumartenmischungstyp wird ein relativ häufig oder charakteristisch auftretendes Mischungsverhältnis bestimmter Baumarten verstanden, welches sich in der Natur unter bestimmten Standortsbedingungen und anthropogenen Einflußfaktoren ausbildet. Dementsprechend kann jeder Bestand anhand seiner aktuellen Baumartenanteile einem "aktuellen BAM-Typ" und jeder Standortstyp anhand seiner potentiell zu erwartenden Baumartenzusammensetzung einem "potentiellen BAM-Typ" zugeordnet werden (PLETTENBACHER 1996).

Durch den BAM-Typ wird die statistische Auswertung der anthropogenen Veränderungen innerhalb der Waldgesellschaften und Baumartenkombi-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

nationen ermöglicht, ferner ein direkter Vergleich der beiden thematischen Karten durch Zuweisung verschiedener Farbtöne zu den Mischungstypen. Das Hauptaugenmerk bei der Darstellung der aktuellen Vegetation soll dabei auf jenen Baumarten liegen, die aus ökologischer Sicht bzw. aus der Sicht des Naturschutzes besonders wertvoll sind (Spirke, Zirbe, Grauerle und Edellaubholz). Auch für die Maßnahmenplanung und deren Umsetzung sind die Mischbaumarten (Tanne, Buche und Bergahorn) besonders wichtig, da auf Mischwaldstandorten bei Vorhandensein dieser Baumarten mit Naturverjüngung gearbeitet werden kann, bei ihrem völligen Fehlen eine Wiedereinbringung mittels künstlicher Verjüngung erfolgen muß (STÖHR et al. 1996).

Um eine derartige Prioritätenreihung unter den einzelnen Baumarten zu erreichen, muß die Zuordnung zu den BAM-Typen einer bestimmten Hierarchie folgen, welche ihre subjektive ökologische und forstliche Bedeutung widerspiegelt. Bei Beständen, bei denen Mehrfachzuordnungen möglich sind, muß der Typ höherer Priorität gewählt werden. Dieses Zuordnungs-Schema kann in einem einfachen linearen Vorgang mit abnehmender Priorität realisiert werden, in dem für jeden Teilbestand jener Typ ausgewählt wird, dessen Bedingung als erstes zutrifft - unbeachtet dessen, ob der Bestand auch anderen Typen zugeordnet werden könnte. Alle Bestände, die keine der Bedingungen erfüllen, werden zur Kategorie "restliche Mischbestände" zusammengefaßt. Einen Überblick über das Bewertungsschema und die verwendeten Bedingungen zeigt folgende Tabelle:

BAM-Typ	Bezeichnung	Baumartenanteile in 1/10
WS	Bestand mit Spirke	Spirke ≥ 0.5
WZ	Bestand mit Zirbe	Zirbe ≥ 0.5
WE	edellaubdom. Bestand	Edellaub* ≥ 5
WB	Buchenbestände	Buche+Edellaub* ≥ 8
WG	grauerlenreicher Bestand	Grauerle ≥ 2.5
WL	lärchendom. Bestand	Lärche ≥ 5
WK	kieferndom. Bestand	Kiefer ≥ 5
WM	Fi-Ta-Bu-Mischbestände	Buche ≥ 1
WT	Fi-Ta-Bestände	Tanne ≥ 1
WF	Fichtenbestände	Fichte ≥ 5

(*) Edellaub: Bergahorn, Esche, Bergulme, Winterlinde und Stieleiche

Tab. 2: Bewertungsschema aktuelle BAM-Typen (Oberkategorie)

Bei den Fichten-, Fichten-Tannen- und Fichten-Tannen-Buchen-Beständen erfahren diese Kategorien eine weitere Unterteilung, wobei Edellaubhöl-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

zer vor Tanne und Buche die höchste Priorität haben (Tab. 3). In Kombination ergeben sich insgesamt 23 BAM-Typen (siehe PLETTENBACHER 1996).

BAM-Typ	Bezeichnung	Baumartenanteile in 1/10
WME	edellaubreicher Fi-Ta-Bu-Bestand	Edellaub* ≥ 1.5
WMT	tannenreicher Fi-Ta-Bu-Bestand	Tanne ≥ 2.5
WMB	buchenreicher Fi-Ta-Bu-Bestand	Buche ≥ 2.5
WML	lärchenreicher Fi-Ta-Bu-Bestand	Lärche ≥ 2, Lärche ≥ Kiefer
WMK	kiefernreicher Fi-Ta-Bu-Bestand	Kiefer ≥ 2, Kiefer ≥ Lärche
WMF	fichtendom. Fi-Ta-Bu-Bestand	Fichte ≥ 5

(*) Edellaub: Bergahorn, Esche, Bergulme, Winterlinde und Stieleiche

Tab. 3: BAM-Typen bei Fichten-Tannen-Buchen-Beständen

3.3 Potentiell-natürliche Vegetation

Der Begriff "Potentielle Natürliche Vegetation" (im Fachjargon auch als PNV bezeichnet) wurde von TÜXEN in die Vegetationskunde eingeführt und ist definiert als "ein Zustand der Vegetation, der sich für heute oder einen früheren Zeitabschnitt entwerfen läßt, wenn menschliche Wirkung beseitigt und die Vegetation schlagartig in das neue Gleichgewicht eingeschaltet würde" (TÜXEN 1956). Die Basis zur Klassifizierung der potentiellen Vegetation stellen Vegetationsgesellschaften dar, wobei floristisch homogene Vegetationsgesellschaften stets auf ähnlichen Standortstypen vorkommen, d.h. durch ähnliche Faktorenkombinationen (klimatische, edaphische, orographische und biotische Faktoren) charakterisiert sind. Es versteht sich von selbst, daß die Waldgesellschaften oft nicht typisch ausgebildet sind und zahlreiche Übergänge bilden. Ferner sind Pflanzengesellschaften nicht statisch, sondern ständigen vegetationsdynamischen Prozessen unterworfen (Sukzessionsdynamik).

Die Ableitung der potentiell-natürlichen Waldgesellschaft (PNWG) baut somit auf den Methoden der Standortskartierung auf. Weicht der aktuelle Vegetationszustand nutzungsbedingt vom Naturzustand ab, kann durch Analyse der nur gering oder langsam veränderbaren Standortsparameter auf die potentiell-natürliche Vegetation geschlossen werden. Man geht davon aus, daß die Vegetation nach einem mehr oder weniger langen Übergangszeitraum ohne menschliche Einwirkungen wieder in den natürlichen Gleichgewichtszustand übergehen würde. Dabei wird das heutige, aus dem aktuellen natürlichen Faktorenkomplex resultierende Standortspotential als Naturzustand angesehen, nicht ein "Idealzustand" vor der Beeinflussung durch den Men-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

schen, welcher bei gravierenden, irreversiblen Standortsveränderungen nicht mehr erreicht werden kann (z.B. Fichtenmoorwald nach Entwässerung).

Bei Vorerhebungen im Jahre 1992 wurde ein Kartierungsschlüssel erstellt, der im Zuge der Arbeiten fortlaufend aktualisiert und um bisher nicht erfaßte Waldgesellschaften erweitert wurde. Als Grundlage diente die "Vorläufige Liste der Waldgesellschaften Tirols" (ECKER & STÖHR 1990), die weitgehend auf der Systematik der "Wälder des Ostalpenraumes" beruht (MAYER 1974). Alle im Naturschutzgebiet Karwendel vorkommenden Gesellschaften wurden hinsichtlich Höhenverbreitung, Neigung, Geologie, Bodentyp, Nährstoff- und Wasserhaushalt charakterisiert, wobei jedoch eine Adaption und Präzisierung der oft sehr vagen Standortsangaben aus der Literatur erforderlich war.

Während der Vegetationsperioden 1992 bis 1994 wurden die Wälder des Naturschutzgebietes von Teams, bestehend aus einem Botaniker/Landschaftsökologen und einem Forstwirt, auf Orthophotos M 1:10.000 kartiert. Eine Beurteilung des Standortspotentials erfolgte nur auf den derzeitigen Waldflächen, potentielle Waldstandorte wie Alm- und Weideflächen, die auf Grund von Rodungen unbestockt sind, wurden nicht kartiert. Besondere Beachtung wurde naturnahen oder ökologisch hochwertigen Vegetationseinheiten geschenkt, die durch Referenzaufnahmen dokumentiert wurden. Durch derartige detaillierte Standorts-, Bestandes- und Vegetationsaufnahmen wurden auch die Standortstypen dokumentiert. Bezüglich der genauen Aufnahmemethodik sowie der Beschreibung und Definition aller 62 Standortstypen sei auf STÖHR et al. (1996) verwiesen.

3.4 Naturnähebewertung

In Anlehnung an das Hemerobiekonzept von JALAS und SUKOPP (beide in HOLDGATE & WOODMAN 1978) erfolgt die Naturnähebewertung nach dem Ausmaß anthropogener Einflüsse und den Abweichungen vom Naturzustand. 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 Waldes zu einem Endzustand entgegenstehen."

Als bestimmender Indikator wird die Abweichung der aktuellen Baumartenzusammensetzung (Ist-Wert aus der Bestandestaxation) vom standörtlich vorgegebenen Naturzustand (Soll-Wert aus der Standortskartierung) bewertet. Das Ergebnis dieses Soll-Ist-Vergleiches stellt der sog. Naturnäheindex der Baumartenkombination dar, der zwischen 1 und 10 Punkten variieren

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

kann. Eine Zuordnung des Naturnäheindex (folgend auch kurz als NNI bezeichnet) zum Hemerobiegrad zeigt folgende Tabelle:

Hemerobiegrad	Naturnähegrad	Beschreibung	Naturnäheindex
ahemerob	natürlich (unberührt)	keinerlei anthropogener Einfluß durch Nutzungen, Stoffeinträge, etc.	im Gebiet nicht vorhanden
	natürlich (beeinflußt)	Nutzung kaum feststellbar; nach Baumartenzusammensetzung fast ident mit Naturzustand.	9 bis 10
oligohemerob	naturnah	geringfügige Nutzung (einzelstammweise); nur geringe Abweichung vom Naturzustand.	7 bis 8
	bedingt naturnah	Übergangsbereich; bereits starke Beeinflussung und Nutzung vorhanden.	4 bis 6
mesohemerob	halbnatürlich	Es dominieren Baumarten, die von Natur aus nur beigemischt wären; für das ökologische Gleichgewicht erforderliche Baumarten fehlen.	1 bis 3
ß-euhemerob	naturfern	Intensivforste; fast ausschließlich standortsfremden Arten, Mischbaumarten fehlen.	(1) im Gebiet nur kleinflächig
a-euhermerob, polyhemerob	naturfremd	Ruderalstandorte, Zierrasen, gepflasterte Wege, Abraumhalden, etc.	im Gebiet nur kleinflächig
metahemerob	künstlich	überbaute Flächen, Straßen, etc.	im Gebiet nur kleinflächig

Tab. 4: Zuordnung Naturnäheindex zu Hemerobiegrad

Die aktuellen Baumartenanteile werden aus der Operatsdatenbank errechnet, die potentiellen einer Tabelle entnommen, in der jedem Standortstyp die für Baumschicht und Verjüngung potentiell zu erwartenden Baumartenanteile in Form von Intervallen zugewiesen sind. Die Untergrenze ist dabei definiert als ökologisch erforderlicher Mindestanteil zur nachhaltigen Aufrechterhaltung von Baumartenmischung und Bestandesstabilität, die Obergrenze als jener Anteil, der den Großteil der natürlichen Variationsbreite umfaßt. Diese Zuordnungstabelle beinhaltet den eigentlichen Bewertungsschlüssel und basiert auf dem vorhandenen Aufnahmematerial, auf Angaben

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

aus der Literatur über Naturwaldzellen (ZUKRIGL et al. 1990), aber vor allem auf Erfahrungswerten aus der Geländearbeit (STÖHR et al. 1996). Die detaillierte und kritische Festlegung der Intervallgrenzen im Bewertungsschlüssel, deren Auswirkungen im Bewertungsschema sowie die dazu erforderliche Definition aller Standortstypen würden den Rahmen dieses Beitrags sprengen - hier sei auf PLETTENBACHER (1996) verwiesen.

Im eigentlichen Berechnungsverfahren erfolgen vom Maximalwert 10 ausgehend Abschläge je nach anteilsmäßiger Über- bzw. Unterschreitung der Intervallgrenzen einer Baumart. Eine Unterschreitung des erforderlichen Mindestanteils wird höher gewichtet als eine Überschreitung des vorgegebenen Maximalanteils. Daher werden über die Obergrenze hinausgehende Anteile mit je 1/2 Punkt, zur Erreichung des Mindestanteils fehlende Anteile mit je 1 Punkt abgezogen. Zusätzlich zur Rundung der Anteile auf ganze Zehntel geht der Anteil 0 als -1 in die Berechnung ein, damit das Fehlen einer Baumart im Verhältnis zum vereinzelten Auftreten stärker gewichtet wird. Dieses Schema soll durch die beiden folgenden Abbildungen verdeutlicht werden:

$$NNI = 10 - \sum_1^n \Delta Unten * 1 - \sum_1^n \Delta Oben * 0.5$$

Abb. 2: Formel zur Berechnung des Naturnäheindex

NNI=Naturnäheindex, n=Anzahl der Baumarten, Unten=Unterschreitung der Untergrenze in 1/10, Oben=Überschreitung der Obergrenze in 1/10

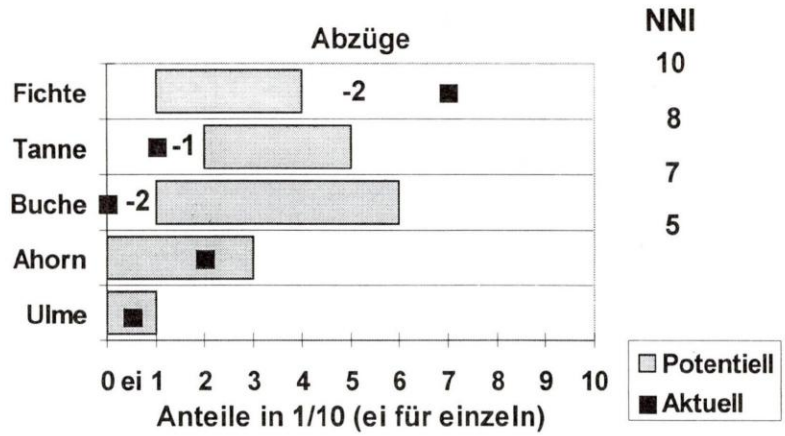

Abb. 3: Berechnungsbeispiel für den Naturnäheindex

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Am Beispiel eines Fichten-Tannen-Buchen-Waldes sind ausgehend vom NNI 10 die Abzüge je Baumart resultierend aus der Abweichung der aktuellen Baumartenanteile von den als Potential vorgegebenen Zielintervallen dargestellt. Das Endergebnis ist der Wert 5.

Diese Bewertung erfolgt getrennt nach Baumschicht und Verjüngung für jede der insgesamt über 25.000 Schnittflächen zwischen Bestandes- und Standortskarte, wobei die Daten auch auf Konsistenz und Repräsentanz hin überprüft werden müssen (siehe PLETTENBACHER 1996). Die dabei eventuell resultierenden Fehlerwerte stellen Sonderfälle des Naturnäheindex dar.

4. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel sollen die Ergebnisse des Naturpflegeplans bzw. Biotopinventars auszugsweise präsentiert, und die zentralen Fragen, die es für das Naturschutzgebiet zu beantworten galt, kurz beantwortet werden: Wie naturnah ist der Wald im Naturschutzgebiet? Welche Wälder sind besonders beeinträchtigt? Wo ist Handlungsbedarf im Wald gegeben? Detaillierte Informationen sind dem mehr als 1500 Seiten starken Endbericht des Projekts (STÖHR et al. 1996) zu entnehmen.

4.1 Biotopinventar

Insgesamt wurden 272 Biotopflächen mit einem Flächenausmaß von über 1.500 ha erhoben, in ihrer exakten Lage und Größe im GIS erfaßt, ihre Standorts-, Bestandes- und Biotopdaten inklusive Vegetationsaufnahmen in einer Fachdatenbank gespeichert, sowie Maßnahmen zu Schutz und Erhaltung ausgearbeitet. Ferner wurden auch 19 Großraumbiotope im Gesamtausmaß von 4.560 ha ausgeschieden.

Eine Aufgliederung der Einzelbiotope nach "Leitbiotoptypen", mit deren Hilfe die Bedeutung des Biotops für den Naturschutz hervorgehoben werden soll (vgl. STÖHR et al. 1994), zeigt Tab. 5. Bei über 500 ha und somit einem Drittel der Fläche handelt es sich um seltene Waldgesellschaften, bei mehr als 400 ha um naturnahe Wälder. Etwa 180 ha wurden als Fließgewässer ausgeschieden, eine ebenso große Fläche anthropogen bedingte Lebensräume mit historischer Nutzungsform wie Lärch- und Almwiesen. Aufgrund der vegetationskundlichen Ausrichtung der Erhebungen wurde nur ein geringer Prozentsatz der Flächen mit schützenswerten Tieren erfaßt.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Leitbiotoptyp	Anzahl	Hektar
Naturnahe Waldgesellschaft	57	414
Seltene Waldgesellschaft	61	507
Fläche mit schützenswerten Pflanzen	13	105
Fläche mit schützenswerten Tieren	1	0.1
Fläche mit historischer Nutzungsform	6	184
Trockenbiotop	3	2
Feuchtbiotop	57	62
Fließgewässer mit Uferbereich	45	185
Stillgewässer mit Verlandungszone	3	3
Sukzessionsfläche	2	7
Naturgebilde (Schlucht, Einzelbaum)	20	24
Sonstiges (Genreservoir)	4	29
Gesamt	**272**	**1522**

Tab. 5: Biotopflächen nach Leitbiotoptypen

4.2 Standortskartierung

Die Aufgliederung der Waldgesellschaften nach Gruppen zeigt, daß über 60% der gesamten Waldfläche potentiell-natürlich mit Fichten-Tannen-Buchen-Wäldern bestockt wäre. Fichten-Tannen-Wälder machen potentiell etwa 12%, Fichtenwälder der montanen und subalpinen Stufe knappe 17% der Fläche aus.

Waldgesellschaft	Hektar	Prozent
Fichten-Tannen-Buchen-Wälder	10461	61.1
Fichten-Tannen-Wälder	2122	12.4
Montane Fichten-Wälder	691	4.0
Subalpine Fichten-Wälder	2183	12.7
Lärchen- und Zirben-Wälder	853	5.0
Kiefern-Wälder	497	2.9
Spirken-Wälder	22	0.1
Laub- und Laubmischwälder	291	1.7
Gesamt	**17121**	**100.0**

Tab. 6: Flächenanteile der potentiell-natürlichen Waldgesellschaften

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

4.3 Baumartenmischungstypen

Eine Auswertung der aktuellen und potentiellen BAM-Typen für alle Wälder des Naturschutzgebietes ermöglicht einen Soll-Ist-Vergleich der Baumartenkombination bzw. Waldgesellschaften (Abb. 4). Insbesonders Fichten-Tannen-Buchen-Wälder, welche potentiell auf 60% der Waldfläche stocken könnten, machen aktuell nur 27% des Waldes aus. Deutlich wird die entsprechende anthropogene Förderung von Fichtenwäldern (43% aktuell anstatt 17% potentiell).

Geringe Unterschiede ergeben sich erstaunlicherweise bei den Fichten-Tannen-Wäldern, obgleich die Tanne auf vielen Standorten aktuell völlig verschwunden ist (PLETTENBACHER 1996). Dies hat seine Ursache im Ausfall der Buche auf Fichten-Tannen-Buchen-Standorten, welche bei Vorhandensein der Tanne aktuell als Fichten-Tannen-Wälder klassifiziert werden. Somit läßt sich eine Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung von Fi-Ta-Bu- zu Fi-Ta- und letztlich zu Fi-Beständen feststellen.

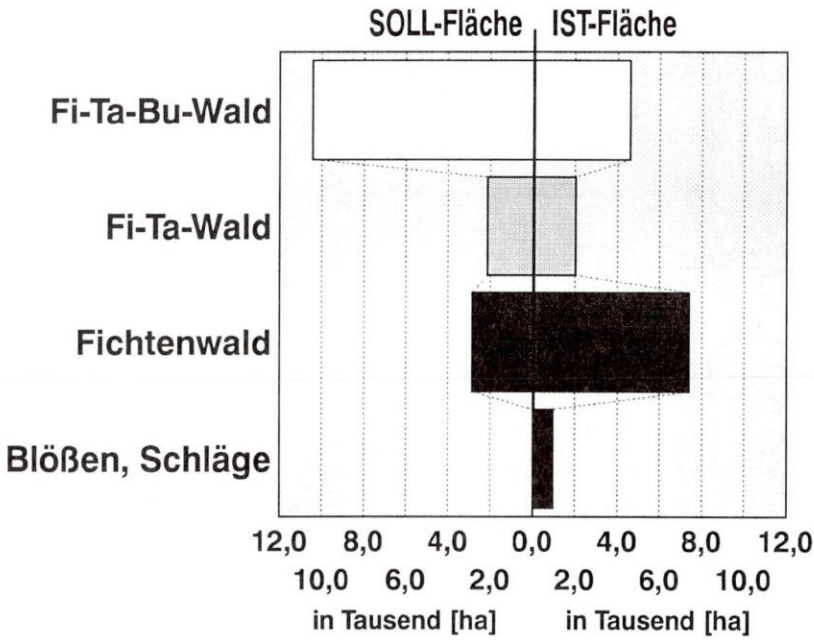

Abb. 4: Soll-Ist-Vergleich der Baumartenmischungstypen

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Einhergehend mit der anthropogenen Förderung der Fichte ist also eine Verdrängung von Tanne und Laubbaumarten festzustellen. Bei den flächenmäßig weniger bedeutsamen Sonderstandorten, die mit Lärchen, Zirben, Kiefern oder Grauerlen bestockt sind, ergeben sich geringere Verschiebungen. Lediglich edellaubholzdominierte Wälder mit Bergulme, Bergahorn und Esche sind im Vergleich zum standörtlichen Potential deutlich unterrepräsentiert (PLETTENBACHER 1996).

4.4 Naturnäheindex

Eine Bilanz der Naturnähewerte für das gesamte Schutzgebiet ergibt eine Dominanz von natürlichen oder zumindest naturnahen Wäldern in den reiferen Altersklassen, jedoch ein Vorherrschen relativ naturferner Mischungsverhältnisse bei Jungbeständen (Abb. 5). Somit ist eine zunehmende Artenverarmung in den Wäldern der Zukunft ohne einschneidende Änderungen bei der forstlichen, jagdlichen und almwirtschaftlichen Bewirtschaftung vorgezeichnet.

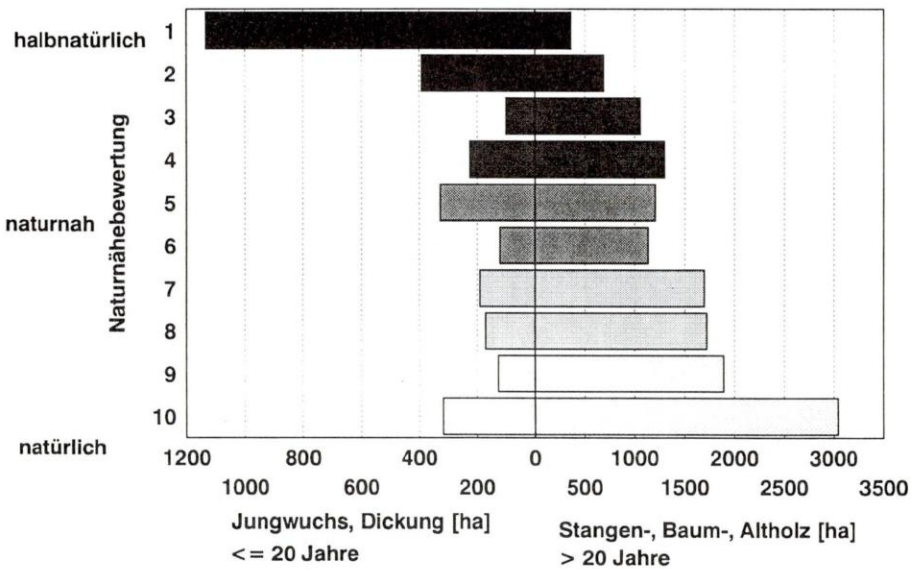

Abb. 5: Naturnähe von Verjüngung und Baumschicht

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Den mittleren Naturnäheindex nach Waldgesellschaften zeigt Abb. 6. Die höchsten Naturnähewerte erreichen die Montanen und Subalpinen Fichtenwälder, sowie die Spirken- und Kiefern-Wälder. Die Fichten-Tannen-Buchen-Wälder werden durchschnittlich nur als bedingt naturnah bewertet. Die Edellaubwälder werden nur als halbnatürlich eingestuft, wobei gerade hier das Datenmaterial am wenigsten verläßlich ist, und die Standorte oft relativ unbeeinflußt und naturnah sind (zahlreiche hochwertige Biotopflächen).

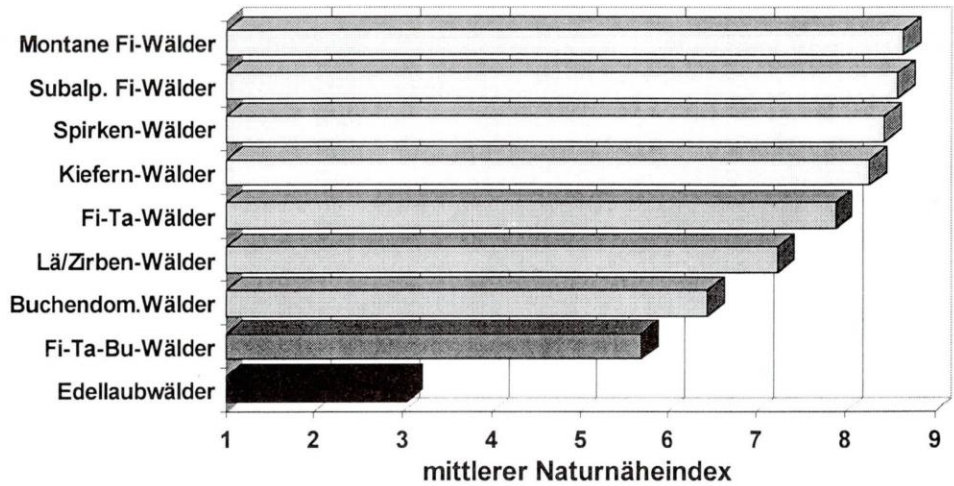

Abb. 6: Mittlere Naturnähe nach Waldgesellschaften

5. Diskussion

Welche Ursachen und Einflußfaktoren liegen den Abweichungen zwischen aktueller und potentiell-natürlicher Vegetation und den Verschiebungen in der Baumartenzusammensetzung zugrunde? Wer sind die Hauptverursacher dieser Abweichungen vom Naturzustand? Um diese Fragen beantworten zu können, kann eine grafische bzw. statistische Auswertung der Zusammenhänge der Naturnähe mit anderen Standorts- oder Bestandesparametern durchgeführt werden.

Ausgewertet wurden die Parameter Altersklasse, Ertragsklasse, Seehöhe, Hangneigung und Bestandesschichtung, wobei sich stets deutliche und in der Korrelationsanalyse hochsignifikante Zusammenhänge ergaben (PLETTENBACHER 1996). Im Rahmen dieses Beitrags soll nur auf die ersten drei Parameter

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

eingegangen werden.

Durch einen Einzelparameter sind die Streuungen des Naturnäheindexes allerdings nur zu einem relativ geringen Prozentsatz erklärbar. Dies verdeutlicht, daß die Naturnähe aus einem Faktorenkomplex resultiert, in welchem sich die einzelnen Parameter gegenseitig verstärken oder aufheben können. Auch die multiple Korrelation erklärt für die 5 genannten Einflußgrößen nur knapp über 40% der Streuungen. Die restlichen Streuungen sind zufällig oder resultieren aus anderen, nicht berücksichtigten Faktoren. Denkbar sind historische oder rezente Einflüsse wie Intensität und Art der forstlichen Nutzung (Erschließungsgrad, Entfernung zur nächsten Forststraße, historische Großkahlschläge), die Intensität der Beweidung (Entfernung zur nächsten Alm, Bestoßung der Alm, Besitzverhältnisse), der Einfluß durch Wildverbiß (Rotwildbestand, Entfernung zur nächsten Äsungs- oder Einstandsfläche) und viele andere mehr.

In den folgenden Diagrammen wird der flächengewichtete mittlere Naturnäheindex, der Median sowie 10er und 90er Perzentil (der Bereich zwischen den beiden Linien umfaßt somit 80% der Variationsbreite) dargestellt. Der Median reagiert stärker auf eine Asymmetrie der Verteilung als das arithmetische Mittel, eine Annäherung des Medians an das 10er bzw. 90er-Perzentil ist ein Zeichen für die Schiefe der Verteilung.

5.1 Zusammenhang Naturnähe - Bestandesalter

Zur Interpretation von Abb. 7 sei vorausgeschickt, daß es sich beim Großteil der Waldfläche des Karwendels um mehr oder minder intensiv genutzten Altersklassenwald handelt. Bestände älter als 140 Jahre werden generell als sehr naturnah beurteilt, eine Veränderung der Naturnähe mit dem Alter ist hier nicht erkennbar. Bei Beständen unter 150 Jahren zeigt sich hingegen ein drastischer Abfall der Naturnähe, der vermutlich auf überhöhte Wildstände seit Einführung der Winterfütterung im Karwendel Mitte des 19. Jahrhunderts zurückzuführen ist, womit eine explosionsartige Zunahme der Rotwildbestände zu verzeichnen war (STOLZ 1936 nach STÖHR et al. 1996).

Im Bereich von 80 bis 40 Jahren ist eine geringe Zunahme der Naturnähe festzustellen - eine leicht positive Entwicklung in den Jahren 1910 bis 1950. Bei allen jüngeren Beständen nimmt die Naturnähe hingegen wieder ab, was auf die intensive Kahlschlagwirtschaft seit Ende des 2. Weltkriegs, und die damit einhergehende Verdrängung von Tanne und Laubholz zurückzuführen ist. Der absolut niedrigste Naturnähewert tritt in Altersklasse 1 auf und ist Ausdruck der zahlreichen Fichtendickungen und -aufforstungen, jedoch auch höherer Soll-Laubholzanteile für die Verjüngung im Bewertungsschema. Un-

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

berücksichtigt blieben dabei allerdings die in Teilbereichen sehr positiven Entwicklungen der letzten 10 Jahre (die Operatsdaten stammen aus den Jahren 1985 bis 1989).

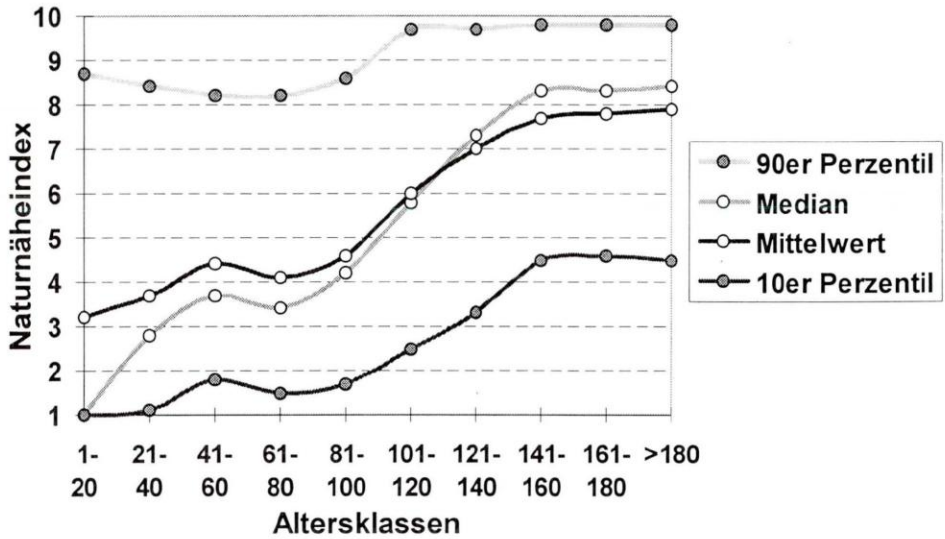

Abb. 7: Naturnäheindex nach Altersklassen

5.2 Zusammenhang Naturnähe - Bonität

Aus der Operatsdatenbank kann eine nach Baumartenanteilen gewichtete, mittlere Ertragsklasse für jeden Einzelbestand errechnet werden. Die von der Landesforstdirektion erhobenen Privatwälder und Schutzwälder außer Ertrag können dabei allerdings nicht einbezogen werden, sodaß viele nicht bewirtschaftete, naturnahe Bestände systematisch unberücksichtigt bleiben.

Es zeigt sich eine deutliche Abnahme der Naturnähe mit Zunahme der Bonität. In den besonders wüchsigen Lagen (Ertragsklassen 10 bis 12) liegt der Median im naturfernen Bereich - nur mehr 10% der Bestände werden als naturnah eingestuft (90er Perzentil liegt bei 6).

Je ertragreicher ein Standort ist, desto intensiver ist also die anthropogene Beeinflussung, d.h. die Abweichung der aktuellen von der potentiell-natürlichen Baumartenkombination. Als Hauptverursacher kann insbesonders die forstliche Nutzung gesehen werden. Eine weitere Ursache liegt in der Waldweide, da zahlreiche besserwüchsige Bestände im Almnahbereich liegen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

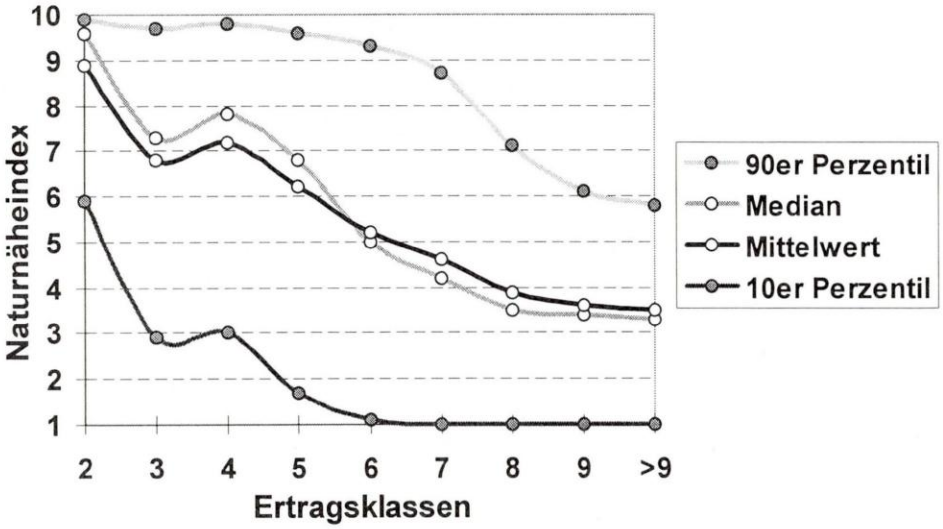

Abb. 8: Naturnäheindex nach Ertragsklassen

5.3 Zusammenhang Naturnähe - Seehöhe

Die Seehöhen-Angaben mußten ebenfalls aus der Operatsdatenbank übernommen werden, sodaß auch hier viele nicht bewirtschaftete Bestände höherer Lagen unberücksichtigt bleiben. Angaben für Bestände über 1700 m Seehöhe sind somit kaum vorhanden und nur wenig repräsentativ, ebenso für die Bestände unter 900 m.

Bis 1200 m Höhe ist kaum eine Veränderung der Naturnähe feststellbar, in höheren Lagen jedoch eine starke Zunahme mit der Seehöhe (der Knick ab 1700 m resultiert vermutlich aus dem spärlichen Datenmaterial). Vor allem die Variationsbreite des NNI nimmt mit der Seehöhe ab, in der hochsubalpinen Stufe werden 90% der Bestände als naturnah eingestuft (10er Perzentil bei NNI 6). Halbnatürliche Bestände treten überwiegend in den tieferen Lagen auf.

Wie sich auch in den Übersichtskarten der Naturnähebewertung zeigt (STÖHR et al. 1996), treten die niederen Naturnähewerte fast ausschließlich in den gut erschlossenen Lagen auf. Dies kann als Einfluß der Forstwirtschaft gewertet werden, da der Anteil an schwer bewirtschaftbaren Schutzwäldern mit der Seehöhe zunimmt (wobei Schutzwälder außer Ertrag hier nicht berücksichtigt sind). Eine wesentliche Ursache stellt auch der hohe natürliche Fichtenanteil in der subalpinen Stufe dar, sodaß dort die Bewirtschaftungsintensität bzw. der Beeinflussungsgrad anhand der Baumartenanteile kaum feststellbar ist. Die

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Baumartenkombination wird in den Subalpinen und auch Montanen Fichtenwäldern durch den Menschen meist nur gering verändert (vgl. Abb. 6).

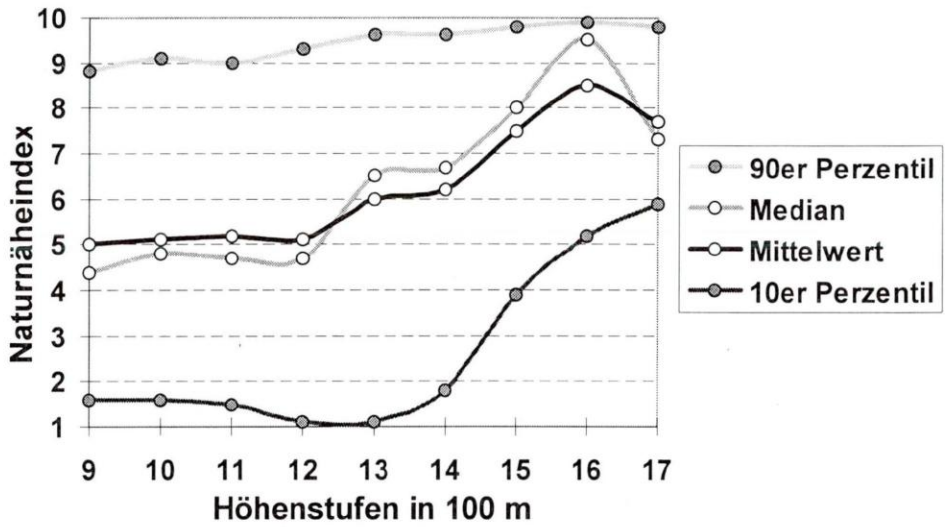

Abb. 9: Naturnäheindex nach Seehöhe

5.4 Vergleich mit anderen Verfahren

Bei der gegenständlichen, flächenbezogenen Naturnähebewertung mußte im Gegensatz zu punktbezogenen Bewertungsansätzen wie dem Naturnäheindex der WBK Tirol (HASELWANTER 1992 und ASCHABER 1993) ein Intervall-Verfahren gewählt werden. Die potentiellen Baumartenanteile liegen nämlich nicht in jener Detailschärfe vor, wie sie für einen Einzelpunkt festgelegt werden können (soweit dies überhaupt möglich ist), sondern nur als grobe standortsbezogene Schätzungen. Ein Vergleich der Ergebnisse beider Verfahren anhand der Daten der Waldbiotopkartierung zeigt jedoch, daß diese zwei unterschiedlichen Bewertungsverfahren - zumindest im naturnahen Bereich - zu sehr ähnlichen Ergebnissen führen. Abweichungen resultieren meist aus unzureichenden oder ungenauen Bestandesdaten (PLETTENBACHER 1996).

Weitere mögliche Unschärfen des Modells liegen im Bewertungsschlüssel, also in der Tabelle der potentiellen Baumartenanteile. Derartige Soll-Baumartenzusammensetzungen lassen sich z.B. vom umfangreichen Datenmaterial des MAB-Projekts "Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme" (GRABHERR et al. 1995) ableiten. Nach Vergleich der Soll-Baumartentabelle des

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Karwendels mit jener nach HAUPOLTER (1995) und den Auswertungen der MAB-Daten kann insgesamt festgestellt werden, daß die Unterschiede nur geringfügig sind und sich aus den regionalen Eigenheiten des Untersuchungsgebietes erklären lassen (PLETTENBACHER 1996).

Bei entsprechend ausgerichteter Kartierung der aktuellen Baumartenanteile (d.h. bei Erfassung aller Baumarten sowie kleinflächiger Ausscheidung von Beständen unterschiedlicher Baumartengarnitur) liefert das für das Karwendel entwickelte Naturnähebewertungsverfahren aussagekräftige, plausible Ergebnisse und könnte auch für andere Projekte adaptiert werden.

6. Literatur

ASCHABER, R. (1993): Waldbiotopbewertung in Schutzwäldern der Tiroler Rand- und Zwischenalpen. - Diplomarbeit an der Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck. 120pp.

BROGGI, M. & G. GRABHERR (1991): Biotope in Vorarlberg, Endbericht zum Biotopinventar Vorarlberg. - Hrsg.: Vorarlberger Landschaftspflegefonds Nr. **4**. 224pp.

ECKER, P. & D. STÖHR (1990): Vorläufige Liste der Waldgesellschaften Tirols. - Landesforstdirektion Tirol, Innsbruck, unveröffentlicht. 6pp.

GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H., REITER, K. (1995): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme-Vorstellungen eines Forschungsvorhabens im Rahmen des österreichischen Beitrags zum MAB-Programm der UNESCO. - Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz **4/1995**: 131-136.

HASELWANTER, G. (1992): Waldbiotopbewertung in Schutzwäldern der Tiroler Zentralalpen. - Diplomarbeit am Institut für Vegetationsökologie und Naturschutzforschung, Universität Wien sowie an der Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck. 112pp.

HAUPOLTER, M. (1995): Zwischenbericht der Fallstudie Loisachtal, Nördliche Kalkalpen Tirol. - Forschungsinitiative gegen das Waldsterben, Landesforstdirektion Tirol und Institut für Waldökologie, Universität für Bodenkultur, Wien. 218pp.

HOLDGATE, M. W. & M. J. WOODMAN (1978): The Breakdown and Restoration of Ecosystems, Part II: The Degradation of Land- and Freshwater Ecoysystems in Temperate Lands. - Plenum Publishing Corporation: 123-127.

HOTTER, M. (1996): Flora und Vegetation von Schutzwäldern der Tiroler Rand- und Zwischenalpen. - Diplomarbeit an der Universität Innsbruck. 234pp.

KOWARIK, I. (1988): Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Nr. **56**, Technische Universität Berlin: 1-280.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 344pp.

PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena.

PLETTENBACHER, T. (1996): Naturnähebewertung von Waldstandorten auf der Basis einer forstlichen Standortskartierung am Beispiel des Naturschutzgebiet Karwendel. - Diplomarbeit am Institut für Waldökologie, Universität für Bodenkultur. 185pp.

STÖHR, D., AIGNER, J., HASELWANTER, G., NOICHL, R., SCHOBER, A. (1994): Aufnahmeanweisung NSG Karwendel. - Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdir. Innsbruck, unveröffentlicht. 54pp.

STÖHR, D. (1996): Naturschutzgebiet Karwendel-Überblick über Biotopinventar und Naturpflegeplan. - Abteilung Umweltschutz, Alpenparkkoordination Karwendel - Landesforstdirektion Tirol, Innsbruck. 8pp.

STÖHR, D., AIGNER, J., ASCHABER, R., NOICHL, R., HASELWANTER, G., FLASCHBERGER, H., PLETTENBACHER, T., ARZL, N. (1996): Biotopinventar/Naturpflegeplan Naturschutzgebiet Karwendel. - Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdirektion Innsbruck. 1540pp.

STOLZ, O. (1936): Geschichtskunde des Karwendelgebirges, Teil II. - Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 68. Jahrgang: 15-47.

TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angewandte Pflanzensoziologie **13**, Stolzenau: 5-42.

ZUKRIGL, K., FLASCHBERGER, J., INGRUBER, M., LEDITZNIG, C., MARGREITER, R., TARTAROTTI, S. (1990): Naturwaldreservate in Österreich. Stand und neu aufgenommene Flächen. - Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Umweltbundesamt Monographien Band **21**, Wien. 232pp.

Adresse:

Tobias PLETTENBACHER
WLM - Büro für Vegetationsökologie und Umweltplanung
Innstraße 23/11
A-6020 Innsbruck
E-Mail: wlm@aon.at

Dieter STÖHR
Landesforstdirektion Tirol
Bürgerstr. 36
A-6020 Innsbruck
E-Mail: d.stoehr@tirol.gv.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Stöhr Dieter, Plettenbacher Tobias

Artikel/Article: Naturschutzgebiet Karwendel- Biotopinventar/Naturpflegeplan 35-59