

Nationalpark Berchtesgaden



Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden

Eine Studie im Rahmen des -Projektes





Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden

dargestellt am Beispiel sommertouristischer Trittbelastung
auf die Gebirgsvegetation

Lutz Spandau

Lehrstuhl für Landschaftsökologie der Technischen Universität
München-Weihenstephan

Impressum:

Nationalpark Berchtesgaden
Forschungsbericht 16/1988

2. Auflage 1989

Herausgeber:
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums
für Landesentwicklung und Umweltfragen

Alle Rechte vorbehalten

ISSN 0172-0023
ISBN 3-922325-15-7

Satz und Druck:
Druckerei Plenk, Berchtesgaden

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Deutschen
MAB 6-Projekts Berchtesgaden durchgeführt und durch das
Umweltbundesamt Berlin aus Mitteln des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit finanziert.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
1 Einführung	6
2 Ökologische Effekte sommertouristischer Aktivitäten	7
2.1 Theoretische Grundlagen	7
2.2 Der Tritteffekt	7
3 MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden	10
3.1 Zielsetzung des MAB-Projektes 6	10
3.2 Der Modellansatz zum MAB-Projekt 6 „Ökosystemforschung Berchtesgaden“ – Theoretische Grundlagen	10
3.3 Hierarchische Bearbeitung des Modellansatzes	11
3.4 Flächenbezogenes Landschafts-Informationssystem	13
3.4.1 Aufbereitung der geometrischen Datenbasis	13
3.4.2 Zuordnung der Informationen und Aufbereitung der Merkmalsdateien	15
4 Methodik	18
4.1 Die Bewertung der Landnutzungseinheiten	18
4.1.1 Bewertung nach Belastungsgrad und potentieller Veränderung durch Tritteinfluß	19
4.1.2 Variablenkennblatt zur Dokumentation der Bewertung	20
4.2 Validierung der Bewertung	21
5 Die ökologisch bewerteten Landnutzungen	22
6 Testgebiete	30
6.1 Das Testgebiet Jenner	30
6.1.1 Gesteine	31
6.1.2 Klima	31
6.1.3 Böden	34
6.1.4 Verteilung der Landnutzungseinheiten	34
6.1.4.1 Verteilung der Vegetationseinheiten	36
6.1.5 Sommertouristische Nutzung	36
6.1.5.1 Verteilungsstrukturen der Sommertouristen	36
6.1.5.2 Untersuchungsmethoden zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung im Testgebiet Jenner	38
6.1.5.3 Verteilung der Sommertouristen	40
6.2 Das Testgebiet Funtensee	42
6.2.1 Gesteine	43
6.2.2 Klima	45
6.2.3 Böden	45
6.2.4 Verteilung der Landnutzungseinheiten	45
6.2.4.1 Verteilung der Vegetationseinheiten	47
6.2.5 Sommertouristische Nutzung	49
6.2.5.1 Verteilungsstrukturen der Sommertouristen	49
6.2.5.2 Untersuchungsmethoden zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung im Testgebiet Funtensee	49
6.2.5.3 Verteilung der Sommertouristen	49
7 Validierung der Bewertung	51
7.1 Auswertung und Interpretation der Bewertung für das Testgebiet Jenner	51
7.2 Auswirkungen des Tritteffektes auf ausgewählte Landnutzungseinheiten im Testgebiet Jenner	53

7.3	Veränderungen der untersuchten Vegetationseinheiten durch Tritteinfluß	54
7.3.1	Trittzonation der Vegetation in Blaugrasrasen der Hochlagen	54
7.3.2	Trittzonation der Vegetation in Blaugrasrasen der tieferen Lagen	56
7.3.3	Trittzonation der Vegetation in Milchkraut-Weiden	57
7.3.4	Trittzonation der Vegetation in Kammgras-Weiden	58
7.4	Auswertung der Stichprobenkartierung zur Validierung der Bewertung	58
8	Qualitative Schadenserhebung und Ermittlung von schadensrelevanten Größen im Testgebiet Jenner	62
8.1	Datenerhebung und -aufbereitung	62
8.2	Schadensrelevante Größen und deren gegenseitige Beeinflussung	64
8.3	Modellformulierung und Validierung der Modellergebnisse im Testgebiet Funtensee	65
8.3.1	Modellformulierung, statistische und flächenbezogene Darstellung der Modellergebnisse	66
8.3.2	Qualitative Schadenskartierung im Testgebiet Funtensee	68
8.3.3	Vergleich der Modellergebnisse mit den qualitativ erhobenen Daten	68
9	Auswirkungen sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark Berchtesgaden	72
9.1	Verteilung der (aggregierten) Landnutzungseinheiten	72
9.2	Risiko potentieller Veränderungen der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß	72
9.3	Ermittlung potentieller Schäden sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark und Interpretation der Ergebnisse	75
10	Schlußfolgerungen und kritische Reflexion	78
10.1	Zusammenfassung und kritische Reflexion der inhaltlich-methodischen Vorgehensweise	78
10.2	Entwicklung eines Konzeptes für die angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden	79
11	Zusammenfassung	82
12	Literaturverzeichnis	84
13	Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Karten	88

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des MAB-Projektes 6 „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden“, das vom Umweltbundesamt und dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen finanziert wird.

Das Forschungsvorhaben wird von einer Projektsteuerungsgruppe koordiniert, deren wissenschaftlicher Projektleiter Prof. Dr. W. Haber ist.

Ihm bin ich für seine Unterstützung, sein Interesse und die konstruktiven Gespräche zu besonderem Dank verpflichtet. Prof. Haber begleitete diese Arbeit nicht nur wissenschaftlich, er übernahm auch die kritische Durchsicht des Manuscriptes und wies mich auf manche Sackgasse hin.

Auch bei den weiteren Mitgliedern der Projektsteuerungsgruppe Herrn Dr. J. Schaller, Herrn Dr. H. Zierl, Herrn Dr. W. d'Oleire-Oltmanns, Herrn M. Sittard und Herrn H. Kerner möchte ich mich für die Unterstützung bedanken. Diese Zusammenarbeit prägte wesentlich meinen wissenschaftlichen Werdegang und zeigte mir Möglichkeiten und Grenzen eines Engagements in einem interdisziplinären Forschungsvorhaben.

Diese Arbeit konnte nur entstehen, da mich viele Mitarbeiter am Lehrstuhl für Landschaftsökologie mit Rat und Hilfe unterstützten und mir manche Arbeit abnahmen.

Besonders meinen Kollegen Dr. Y. Ayasligil, R. Bachhuber, M. Heilmeyer, H. Kasperidus, M. Moser, C. Siuda und U. Voerkelius möchte ich dafür danken.

Prof. Dr. J. Pfadenhauer, der auch dankenswerter Weise das Koreferat übernahm, H. Köppel und H. Kahlhammer unterstützten mich intensiv bei den vegetationskundlichen Auswertungen. Zusammen mit T. Hermann und G. Krüger wurden in Workshops eini-

ge schwierige Probleme diskutiert und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Herr Dr. J. Schaller und Herr M. Sittard ermöglichten, daß die sehr umfangreichen EDV-Arbeiten auf der Computeranlage der Fa. ESRI (Gesellschaft für Systemforschung und Umweltplanung) durchgeführt werden konnten. Ich durfte sowohl die Software (ARC/INFO) als auch die Hardware (PRIME-Rechner) jederzeit einsetzen und konnte dadurch Auswertungen durchführen, die ansonsten nicht möglich gewesen wären.

A. Herzog stellte zum Druck der Arbeit die EDV-Anlage der Fa. IMAGO 87 zur Verfügung. Dafür möchte ich mich herzlich bedanken.

Viele Kollegen unterstützten mich in Phasen, wo der Fortschritt der Arbeit oft nicht erkennbar war und ermunterten mich, diese fertigzustellen.

Hierzu zählt besonders K. Tobias, mit dem ich viele intensive und produktive Diskussionen führte, die wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Dies gilt auch für H. Puff von der Fa. ESRI. Er löste einige schwierige EDV-Probleme und unterstützte mich intensiv bei der Arbeit mit dem Landschafts-Informationssystem. Dabei waren auch Arbeiten am Wochenende nötig, die er immer wie selbstverständlich durchführte.

I. Greiner und A. Kimmel danke ich für die große Geduld bei den Schreifarbeiten. I. Greiner schrieb die Rohfassung der Arbeit trotz eines schweren Unfalls, wofür ich ihr ganz besonders danke.

A. Kimmel fertigte nicht nur die Graphiken an einem PC, sie übernahm auch die Reinschrift der Arbeit. Hierbei strapazierte ich sie oft übermaßen, was sie aber ohne großes Murren hinnahm. Ohne sie wäre die Arbeit nicht in der vorgesehenen Zeit fertiggestellt worden.

Die größte Unterstützung aber erhielt ich von meiner Familie. Dies kann ich nicht als Dank formulieren. Ihr sei diese Arbeit gewidmet.

1 Einführung

Neben dem Schutz der Natur – vornehmlich dem Schutz einer alpinen Naturlandschaft – und der Umweltbildung ist dem Nationalpark Berchtesgaden die Aufgabe gestellt, Ökosystemforschung zu betreiben (§6, Abs. 2 der Verordnung über den Alpen- und Nationalpark).

Da Nationalparke insbesondere in Mitteleuropa nicht völlig ohne menschliche Einflüsse bleiben können und auch weltweit alle Schutzgebiete zwangsläufig in die globalen Umweltbelastungen einbezogen sind, hat sich die Nationalparkforschung auch mit den Fragen menschlicher Einflüsse zu befassen (ZIERL 1988).

In diesem Rahmen wurden seit Bestehen des Alpen- und Nationalparks Berchtesgaden, der 1978 geschaffen wurde, Grundinformationen gesammelt (Inventuren, Kartierungen wie z.B. die Forstliche Standortkartierung, Hanglabilitätskartierung, Waldvegetationskartierung), die in dem UNESCO-Forschungsprojekt MAB-6 „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme – Ökosystemforschung Berchtesgaden“ erstmals interdisziplinär ausgewertet werden.

Das MAB-Projekt 6 ist ein ökologisches Großforschungsvorhaben, in dem ein Modell und eine Methodik zur Bearbeitung komplexer ökosystemarer Fragestellungen erarbeitet und an mehreren Fallstudien erprobt wurden.

Zwangsläufig lassen solche Großprojekte eine Reihe von fachlichen Fragestellungen offen, zeigen Forschungsdefizite auf und geben Hinweise auf notwendige Vertiefungen der entwickelten Methodik.

Die vorliegende Arbeit verfeinert und ergänzt den Modellansatz des MAB-Projektes 6 durch eine spezielle Methodik und wendet diese im Rahmen einer weite-

ren Fallstudie an, die der Problematik des sommerlichen Besucherverkehrs im Nationalpark gewidmet ist. Die Beanspruchung durch Besucher hat in Teilbereichen des Nationalparks die Form einer massentouristischen Nutzung erreicht. So werden von der Königssee-Schiffahrt jährlich rund 750.000 Touristen transportiert und von der Bergbahn auf den Jenner (1874m) am unmittelbaren Rand des Nationalparks bei schönem Wetter bis zu 3000 Touristen/Tag befördert.

Da diese Touristenzahlen nur mit einer hoch entwickelten Infrastruktur bewältigt werden können und durch die massentouristische Nutzung Auswirkungen auf das natürliche System zu verzeichnen sind, wird der gesetzliche Auftrag des Nationalparks „...**die natürlichen und naturnahen Lebensgemeinschaften, sowie einen möglichst artenreichen heimischen Tier- und Pflanzenbestand zu erhalten, zu erforschen ... und einer natürlichen Entwicklung zuzuführen**“ (§6, Abs. 2 der Verordnung über den Alpen- und Nationalpark) in Frage gestellt.

Deshalb war es notwendig, eine Methodik zu entwickeln, mit der die ökologische Tragfähigkeit der touristisch genutzten Gebiete im Alpen- und Nationalpark ermittelt werden kann, um ihre Funktionen im Sinne der Nationalparkverordnung auch in Zukunft sicherzustellen.

Zur Bearbeitung wird ein Landschafts-Informationssystem eingesetzt, das im Rahmen des MAB-Projektes 6 erstellt wurde (s. SPANDAU et al., 1985).

Dabei handelt es sich nach ZIERL (1988) um das wichtigste bisher entwickelte Forschungsinstrument für die Nationalparkforschung, weil daraus neben der Erfassung der Grundausstattung des Schutzgebietes durch Verknüpfung thematisch unterschiedlicher Kartierungen verschiedene System-Zusammenhänge abgeleitet werden können.

Die Fallstudie ist damit auch ein Beispiel für eine mögliche Nutzung der im MAB-Projekt 6 entwickelten Forschungs-Instrumentarien für die langfristige Nationalparkforschung.

2 Ökologische Effekte sommertouristischer Aktivitäten

2.1 Theoretische Grundlagen

Ausgangspunkt für die Untersuchung sommertouristischer Auswirkungen auf die Pflanzendecke ist die Annahme, daß die Pflanzengesellschaften – als Bestandteil des natürlichen Systems und als Repräsentanten seiner Ökosysteme – durch fortlaufende Anpassungsprozesse einen „beständigen Zustand“ (steady state) erlangt haben.

Dieser Zustand, der oft auch als Stabilität bezeichnet wird und auf bestimmte Zeiträume zu beziehen ist, wird durch die touristische Nutzung gestört und in charakteristischer Weise verändert.

Abb. 2.1 soll veranschaulichen, wie jede Landnutzung die natürlichen Gegebenheiten, die insgesamt als natürliches System aufgefaßt werden, verändert. Die Veränderungen ergeben sich aus der Überlagerung von Landnutzung und natürlichem System. In diesem Zusammenhang sind auch die durch die Landnutzung „Tourismus“ veranlaßten Veränderungen einzuordnen.

Die Einflüsse des Sommertourismus lassen sich in zwei Einwirkungsbereiche gliedern:

1. Landschaftseingriffe, die für die Erschließung von Erholungsgebieten im Rahmen von Baumaßnahmen erfolgen, wie z.B. Erdbewegungen, Rodungsmaßnahmen, Oberflächenversiegelung,

Entwässerungsmaßnahmen, Sprengen von Felsen etc.

2. Mechanische Einflüsse wie z.B. Betreten oder Lagern.

Diese Eingriffe bzw. Einflüsse bedingen Veränderungen des natürlichen Systems, die in der Naturlandschaft in dieser Form überhaupt nicht bzw. in weit geringerem Ausmaß ablaufen würden.

Die Einflüsse des Menschen durch die Flächennutzung können unterschieden werden in „Belastungsfaktoren“ und „Stabilisierungsfaktoren“ (s. a. GIGON, 1984).

Als Belastungsfaktoren werden in dieser Untersuchung die Auswirkungen sommertouristisch verursachter Trittschäden an der Gebirgsvegetation analysiert und bewertet. Diese werden in der Literatur meist unter dem Begriff „Tritteffekte“ zusammengefaßt.

Stabilisierungsfaktoren sind neben der dauernden nachhaltigen menschlichen Nutzung (z.B. Beweidung von Almgesellschaften) auch direkte Pflege- und Rekultivierungsmaßnahmen, wie die Begrünung von geschädigten Flächen.

In dieser Arbeit werden die oben unter 1 aufgeführten geplanten Änderungen oder Vernichtungen von Strukturen im natürlichen System nicht weiter behandelt, obwohl diese z.T. einschneidender für die Ökosysteme sind. Ihre Folgen sind aber eher voraussehbar, die Auseinandersetzung mit dieser Problematik geschieht also auf der Planungsebene und gehört daher in den politischen Bereich (s. a. SEIBERT, 1974).

Die durch eine sommertouristische Nutzung zu verzeichnenden Belastungen werden dagegen als „nicht geplante Änderung von Ökosystemen“ (SEIBERT, 1974) bezeichnet. Sie sind in ihrer Wirkung nur bedingt oder nicht vorhersehbar. Durch Untersuchungen über die unbeabsichtigten Folgen des Erholungsverkehrs werden Grundlagen für Planung und Management von touristisch genutzten Gebieten bereitgestellt.

Ein Ziel der vorliegenden Studie ist es daher, den Haupteinfluß sommertouristischer Nutzung, den Tritteffekt, in seiner Wirkung auf das natürliche System zu erfassen und eine Methodik zur Verhinderung oder Minimierung dieser Belastung zu erarbeiten.

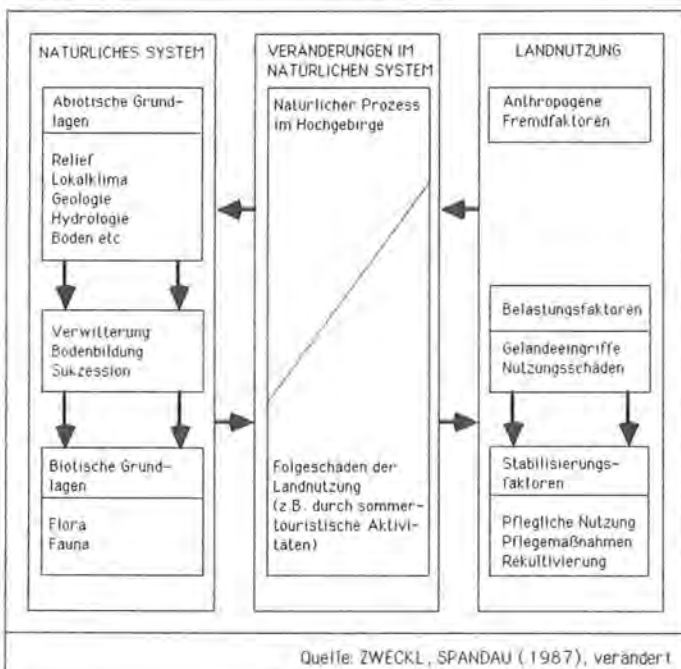
2.2 Der Tritteffekt

Die bisherigen Untersuchungen zum Tritteffekt können in zwei Bereiche unterteilt werden:

- > Analytische Forschungen,
- > Experimentelle Forschungen.

Eine Synthese dieser Untersuchungen im Sinne einer angewandten Forschung wurde bisher noch nicht durchgeführt.

Abb. 2.1: Veränderung der Ökosysteme des natürlichen Systems durch Überlagerung von Landnutzung und natürlichem System



Im Rahmen der analytischen Forschungen wurde zu- meist der Tritteffekt auf eine Vegetationseinheit oder auf einzelne Pflanzen untersucht und in seiner ge- samten Spannweite erfaßt, z.B. Reduktion der Pho- tosynthese, Einfluß auf Keimung bzw. Regeneration der Pflanzen, Zermalmung der assimilierenden Organe etc. Es wurden die Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Arten in unterschiedlich trittbelasteten Zonen oder die Veränderung der Biomasse durch den Tritteinfluß erfaßt. Beispielhaft seien die Arbeiten von BATES (1935), GOLDSMITH et al. (1970), CHAPPEL et al. (1971), LIDDLE (1975) aufgeführt. Aus diesen Forschungen wurde eine Begründung für das Absterben trittempfindlicher Arten bzw. für die Änderung des Artengefüges abgeleitet.

Weiterhin wurde eine Vielzahl experimenteller For- schungen über den Tritteffekt durchgeführt, so von WAGAR (1964), CIELINSKI et al. (1970), BAYFIELD (1971), KELLOMÄKI (1973), LIDDLE (1975, 1975a), BLOM (1977) oder PFADENHAUER et al. (1982).

BAYFIELD (1971) führte neben den experimentellen Feldarbeiten auch Versuche in Gewächshäusern über die Wirkung unterschiedlicher Trittintensitäten durch.

Im Rahmen dieser Forschungen wurde mit Hilfe tech- nischer Mittel der Tritteinfluß auf die Vegetation simu- liert. Hierzu wurden spezielle Walzen, Hämmer und Stempel mit gegebenen physikalischen Eigenschaften eingesetzt. Als weitere Methode sind Versuche zu nennen, mit einem dosierten Tritteinfluß auf unbeein- flußten Flächen den Tritteffekt zu erfassen. Dazu betrat eine bestimmte Zahl von Personen in einer vor- gegebenen Zeit eine bisher unbeeinflusste Fläche. Danach wurde der Grad der Veränderung erfaßt (vgl. FALINSKI, 1975).

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen wurden z.T. hart kritisiert und Vorbehalte hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Resultate mit den Folgen eines gewöhnlichen, nicht simulierten Tritteffektes gemacht (s. hierzu z.B. LIDDLE, 1975, FALINSKI, 1975). Es wurde nachgewiesen, daß weder mit einer Walze noch mit einem Hammer oder sonstigen tech- nischen Mitteln der Tritteffekt realitätsnah simuliert werden kann.

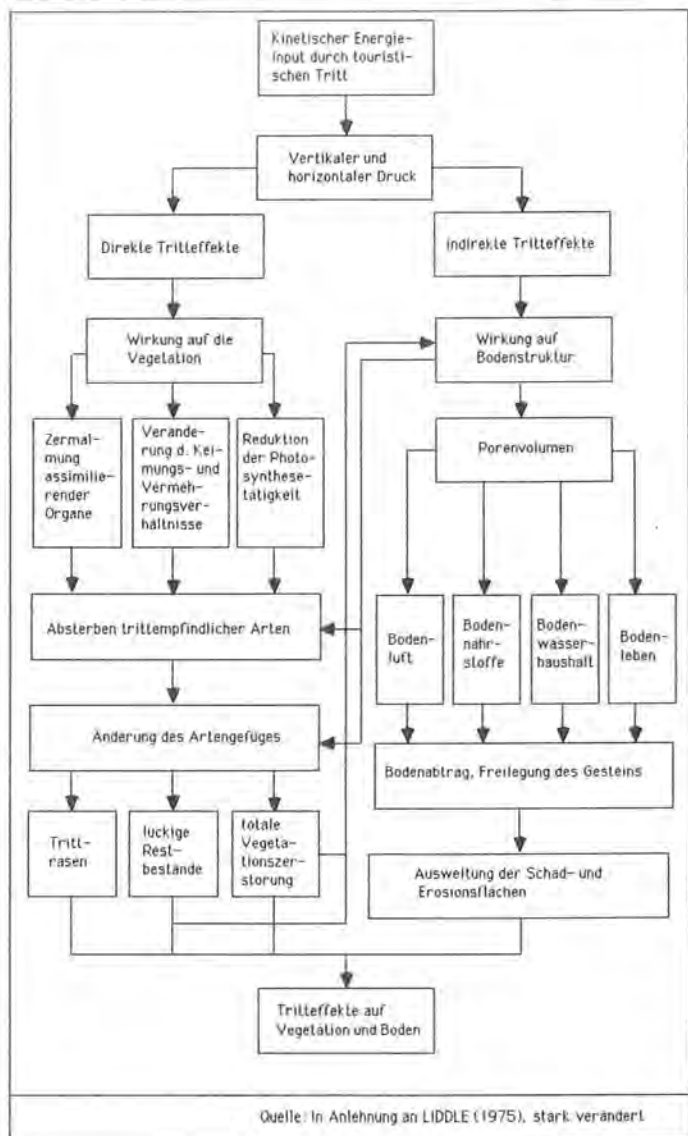
Die bisherigen analytischen und experimentellen For- schungen wurden ausschließlich punktuell an einzel- nen Vegetationseinheiten durchgeführt.

Sie tragen lediglich zur Kenntnis der Ausdauer der Pflanzen bei mechanischer Belastung oder zur Fest- stellung möglicher Veränderungen der Bodenstruktur bei, und leisten daher höchstens einen Teilbeitrag zur Ermittlung der ökologischen Tragfähigkeit touristisch beeinflusster Gebiete.

In Erweiterung dieser Forschungen erstellte LIDDLE (1975) ein Modell, das die ökologischen Effekte des Trittes in seiner gesamten Spannweite darstellt.

Das in Abb. 2.2 gezeigte Modell lehnt sich an das von LIDDLE (1975) an und erweitert es durch neue For-

Abb. 2.2: Modell der ökologischen Effekte des Tritteinflusses



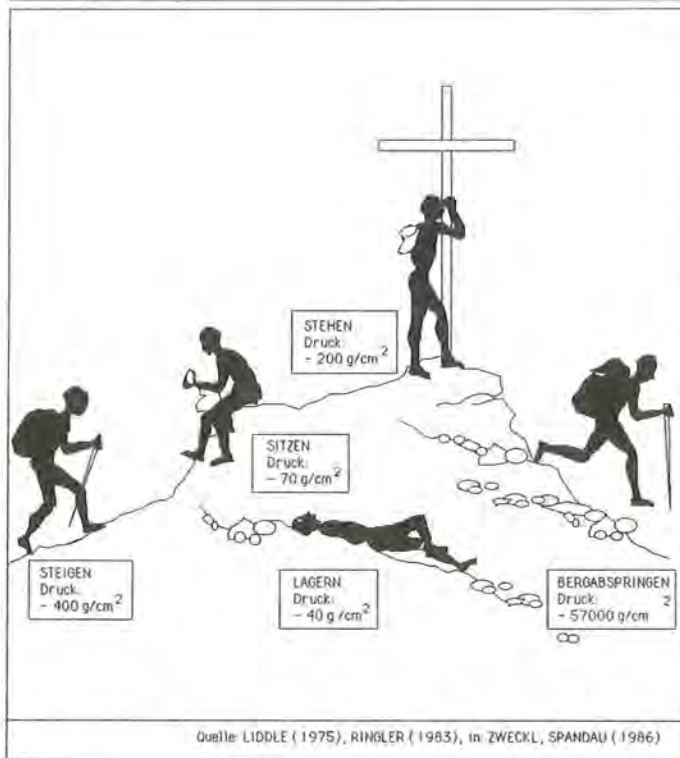
schungsergebnisse (vgl. z.B. BERG, 1981, RINGLER, 1983, SPANDAU, 1983, KAHLHAMMER und SPANDAU, 1987).

Der kinetische Energieinput durch Tritt bewirkt sowohl einen vertikalen als auch einen horizontalen Druck. Der Druck, den eine Person auf Vegetation und Boden ausüben kann, also die Trittbelastung, besitzt in Abhängigkeit von der Hangneigung und der Fortbewegungsgeschwindigkeit die große Spannweite von 400g/cm² beim Steigen bis zu 57 000g/cm² beim Bergabspringen (LIDDLE, 1975, s.a. Abb. 2.3).

Mit zunehmendem Gefälle erhöht sich nicht nur die Trittnergie, sondern auch die Gefahr einer Bodenlockerung. Als Beispiel kann das „Davonrutschen“ beim Abwärtsspringen auf steilen, geröllüberschütteten Wegen aufgeführt werden. Hier geht der Druck z.T. in Reibung und Scherung über. Der Boden wird gelockert, es entstehen Verlagerungen des Substrates, die als „Hangabtrieb“ bezeichnet werden (RINGLER, 1983).

In steilem Gelände wird demnach der Boden durch den Tritt gelockert und erodiert, in ebenem Gelände dagegen verdichtet (s.a. RINGLER 1983).

Abb. 2.3: Belastung der Vegetation und des Bodens durch sommerferiistische Aktivitäten



Die Auswirkungen auf die Bodenstruktur, das Porenvolumen des Bodens und damit auf Bodenwasserhaushalt, Bodenluft, die Nährstoffverhältnisse und das Bodenleben (vgl. Abb. 2.2) werden – wenn eine Vegetation vorhanden ist – als indirekte Wirkungen des Trittes bezeichnet. An vegetationsfreien oder -armen Stellen wird die indirekte Trittwirkung dann zu einer direkten Trittwirkung.

Direkte mechanische Beschädigungen durch den Tritt sind an der Vegetation zu verzeichnen. Sie bewirken eine Zermalmung der assimilierenden Organe, veränderte Keimungs- und Vermehrungsverhältnisse, sowie eine Reduktion der Photosynthese. Dies

führt zu einem Absterben trittempfindlicher Arten und damit zu einer Änderung des Artengefüges. Durch die geänderten Konkurrenzverhältnisse werden trittresistente Arten, wie z.B. Rosetten- und Kriechpflanzen gefördert. Ist die ursprüngliche Vegetation total zerstört, wird die „indirekte Trittwirkung“ zu einer „direkten Trittwirkung“ auf die Bodenstruktur (vgl. Abb. 2.2).

Die in Abb. 2.2 schematisch aufgezeigten direkten und indirekten Wirkungen des Trittes zeigen die Komplexität seiner auf den Wegen und dem Wegumfeld erkennbaren Phänomene auf.

Dies begründet die große Zahl bereits durchgeführter Forschungen und ermöglicht gleichzeitig einen großen Spielraum für die Bearbeitung dieser Fallstudie.

Das wesentliche Ziel der Arbeit ist, zu praktisch anwendbaren Ergebnissen zu kommen, die in den noch zu erstellenden Nationalparkplan einfließen sollen.

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich aus ihrer Zielformulierung heraus auf die Problematik der direkten Trittwirkungen auf die Gebirgsvegetation.

Auch SEIBERT (1974) schlägt aufgrund der guten Kenntnis der Zusammensetzung und Struktur der Pflanzengesellschaften vor, Überlegungen und Aussagen über Ökosysteme auf Vegetationseinheiten zu beziehen. Damit übernimmt die Pflanzendecke für die zu untersuchende Fragestellung Indikatorfunktion.

Der gewählte pragmatische Ansatz basiert auf dem Modellkonzept des MAB-Projektes 6 und erweitert dieses um eine spezielle Methodik, mit der die ökologische Tragfähigkeit touristisch genutzter Gebiete im Hochgebirge ermittelt werden kann.

Zum Verständnis des methodischen Vorgehens wird im folgenden das Modellkonzept des MAB-Projektes 6 erläutert, aus dem die spezielle Methodik abgeleitet wird.

3 MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden

Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden

Als Nachfolgeprogramm des Internationalen Biologischen Programms (IBP) wurde von der UNESCO 1971 ein interdisziplinäres und internationales ökologisches Langfrist-Forschungs-Programm zum Thema „Man And the Biosphere“ (MAB) aufgestellt und verwirklicht. Sein allgemeines Ziel soll die Erforschung der globalen Ökosysteme unter Einbeziehung des Menschen und seiner Wirkung auf die Biosphäre sein.

Das MAB-Programm wurde in 14 Projektbereiche untergliedert, wobei „biogeographisch“ (tropische Regenwälder, Wüsten etc.) und „ökosystemar“ (wirkungsspezifisch) orientierte Projektbereiche unterschieden wurden.

Die weltweite Mitarbeit an diesem seit 1971 angelauteten Forschungsprogramm wird durch die Beteiligung von mehr als 100 Ländern dokumentiert (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1985).

Eine Beteiligung der Bundesrepublik Deutschland am MAB-Projektbereich 6 wurde erstmals 1973 in Wien auf der MAB-Arbeitssitzung der Alpenanrainer vorgeschlagen (FRANZ, 1984). Im Jahre 1977 wurde vom Deutschen MAB-Nationalkomitee eine Durchführbarkeitsstudie zu einem solchen Projekt in Auftrag gegeben. Nachdem sich ein erster Vorschlag für ein MAB-Projekt 6 im Raum Miesbach als finanziell nicht durchführbar erwies, wurde der Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden als Forschungsgebiet ausgewählt.

Abb. 3.1: Geographische Lage des Alpen- und Nationalparks Berchtesgaden



1981 wurde dann in einer Vorphase zum deutschen MAB-Projekt 6 „Ökosystemforschung Berchtesgaden“ die eigentliche Arbeit aufgenommen.

Im Rahmen dieser Vorphase wurde ein Modellkonzept zur Bearbeitung der komplexen Fragestellungen entwickelt (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1983 und 1984, SCHALLER, SPANDAU, 1985).

3.1 Zielsetzung des MAB-Projektes 6

Die generellen Fragestellungen des MAB-Projektes 6 befassen sich mit dem Einfluß menschlicher Aktivitäten (z.B. Almwirtschaft, Tourismus, etc.) auf die biotischen (Tier- und Pflanzenwelt) und abiotischen Grundlagen des Gebietes (Böden, Gesteine, Grundwasser, etc.). Es werden Fragen der Belastbarkeit und Empfindlichkeit alpiner Ökosysteme für Nutzungen bearbeitet und entwickelte oder geplante Nutzungsänderungen in ihren Auswirkungen auf Naturhaushalt und Mensch untersucht.

Die Umsetzbarkeit der Ergebnisse in die Praxis ist ein zentrales Anliegen der MAB-Forschung. Ausgehend von den realen Problemen im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden sollen die Ergebnisse der Forschungen zu einer „ökologisch vertretbaren Landschaftsnutzung“ führen und damit zur langfristigen Sicherung des Untersuchungsgebietes als Lebens- und Wirtschaftsraum beitragen (SCHALLER, SPANDAU, 1985). Weiterhin soll durch die Ergebnisse der MAB-6-Forschung die Umsetzung in politisches Handeln erleichtert und gefördert werden (HABER, 1985).

Um diese Ziele möglichst wirkungsvoll zu erreichen, werden an konkreten Fallbeispielen, wie z.B. die Auswirkungen des Tourismus (Sommer- und Wintertourismus) auf die natürlichen Grundlagen, die Beziehungsstrukturen zwischen den Komponenten des natürlichen Systems und des sozio-ökonomischen Systems herausgearbeitet und die daran gebundenen Prozesse ermittelt. Die Ergebnisse sollen einen Einblick in die Funktionsweise dieser Systeme geben, Belastungen ermitteln und Steuerungsmöglichkeiten aufzeigen (DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB 1983, 1984, SPANDAU, 1983, MATTIG und ZEITER, 1984, SCHALLER u. SPANDAU, 1985).

3.2 Der Modellansatz zum MAB-Projekt 6 „Ökosystemforschung Berchtesgaden“ – Theoretische Grundlagen

Der für das deutsche MAB-Projekt 6 entwickelte Modellansatz lehnt sich an die Erfahrungen und Ergebnisse des MAB-Projektes 6 der Schweiz an, dem eine ganzheitliche Betrachtung der Zusammenhänge des Mensch-Umwelt-Systems zugrundeliegt.

Das von MESSERLI und MESSERLI (1979) entwickelte Modell (Abb. 3.2) zeigt vereinfacht und schematisch ein regionales ökonomisch-ökologisches System.

Dieses System besteht im wesentlichen aus 3 Komponenten: dem natürlichen, dem sozio-ökonomischen und dem System der Landnutzung.

- > Das natürliche System umfaßt die Lebensgemeinschaften der Tiere und Pflanzen (biotische Grundlagen) sowie die unbelebte Umwelt wie Gesteine, Geomorphologie, Lokalklima etc. (abiotische Grundlagen). Die biotischen und abiotischen Grundlagen stehen in Wechselwirkung zueinander.
- > Das sozio-ökonomische System überlagert das natürliche System im vom Menschen bewohnten und überbauten Raum. Es besteht aus 4 Teilsystemen: wirtschaftliches, politisch-administratives, sozio-demographisches und sozio-kulturelles Teilsystem.

Zum wirtschaftlichen Teilsystem gehören z.B. die Produktion und Verteilung von Gütern und Dienstleistungen, zum politisch-administrativen System das politisch-rechtliche Instrumentarium, Entscheidungsprozesse, Zielvorstellungen etc. Die Bevölkerung, Touristen und soziale Organisation werden zum sozio-demographischen, soziale Normen und Wertsysteme zum soziokulturellen Teilsystem gerechnet.

- > Die Landnutzung als räumliches Nutzungssystem entsteht aus der Überlagerung des natürlichen durch das sozio-ökonomische System. Die räumliche Nutzung, **die sich durch einen Gradienten der Nutzungsintensität abbildet**, ermöglicht, daß Ökosysteme der Kulturlandschaft, die sich von naturnahen bis zu städtisch-industriellen Ökosystemen erstrecken, abgegrenzt werden können. Die Landnutzung ist die entscheidende „Schnittstelle“ zwischen Naturhaushalt und ökologischer Vielfalt einerseits und der anthropogenen Wirtschaft- und Kulturtätigkeit andererseits.

Damit sind alle Teilsysteme miteinander verknüpft. Die Landnutzung beeinflusst das natürliche System unterschiedlich stark und wird ihrerseits entsprechend seinen Rückwirkungen beeinflusst. Das sozio-ökonomische System wiederum beeinflusst Art und Intensität der Landnutzung und ist von der Landnutzung abhängig.

Das regionale ökologisch-ökonomische System ist nicht geschlossen. Es wird von externen ökologischen und sozio-ökonomischen Steuerungsgrößen beeinflusst.

Unter externer ökologischer Steuerung wird z.B. der Schadstoffimport in eine Region verstanden (Luftverunreinigungen etc.) und unter externer sozio-ökonomischer Steuerung politische Vorgaben und Programme, wie z.B. Fördermittel für das Programm „Urlaub auf dem Bauernhof“.

3.3 Hierarchische Bearbeitung des Modellansatzes

Für die Bearbeitung der komplexen Zusammenhänge des beschriebenen Modellansatzes wurde eine hierarchische Betrachtungsweise entwickelt (HABER et al., 1983), die in Abb. 3.3 schematisch dargestellt ist.

Auf der untersten Ebene – der sogenannten Realitätsebene – werden Grundlagenforschungen zur Quantifizierung, z.B. über die Umsetzung von Energie oder den Auf-, Um- und Abbau von Biomasse durchgeführt. Sie erfassen durch Messen und Zählen die Wirklichkeit der Ökosysteme, decken aber nur einzelne, wenige Punkte der Realitätsebene präzise ab. Die Erkenntnisse solcher punktuellen Untersuchungen auf der Realitätsebene sind daher nicht geeignet, wichtige Fragen der Ökosystemforschung allgemeingültig zu beantworten.

Deshalb müssen die Ergebnisse der punktuellen Untersuchungen aus der Realitätsebene aggregiert werden und in die Untersuchungen auf der nächsten Ebene, der Prozeßebene, einfließen. Auf dieser Ebene werden die Daten in räumlichen und zeitlichen Abläufen in Form von Input-Output-Bilanzen verarbeitet.

Diese Abläufe können trotz ihrer Komplexität übersichtlich dargestellt und durch die Einbeziehung der Untersuchungsergebnisse aus der Realitätsebene quantifiziert werden. So können große Mengen genauer Daten ermittelt werden. Sie werden in einem Landschafts-Informationssystem abgespeichert (vgl. Kap. 3.4). Für die Auswertung der Daten werden mathematisch-statistische Verfahren, wie lineare Optimierung, Regressionsrechnung, zeitpunktbezogene Bilanzierungsrechnung, etc. angewendet. Auf der Prozeßebene wird ein Bilanzmodell für die ökonomische und ökologische Bilanzierung entwickelt, mit dessen Hilfe zeitpunktbezogene thematische Karten oder funktionsbezogene Statistiken erarbeitet werden können (s.a. HABER 1987).

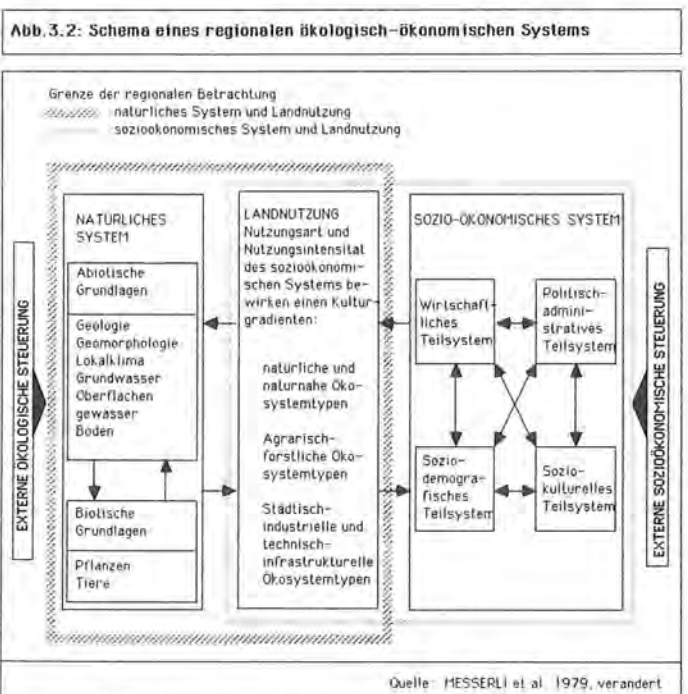
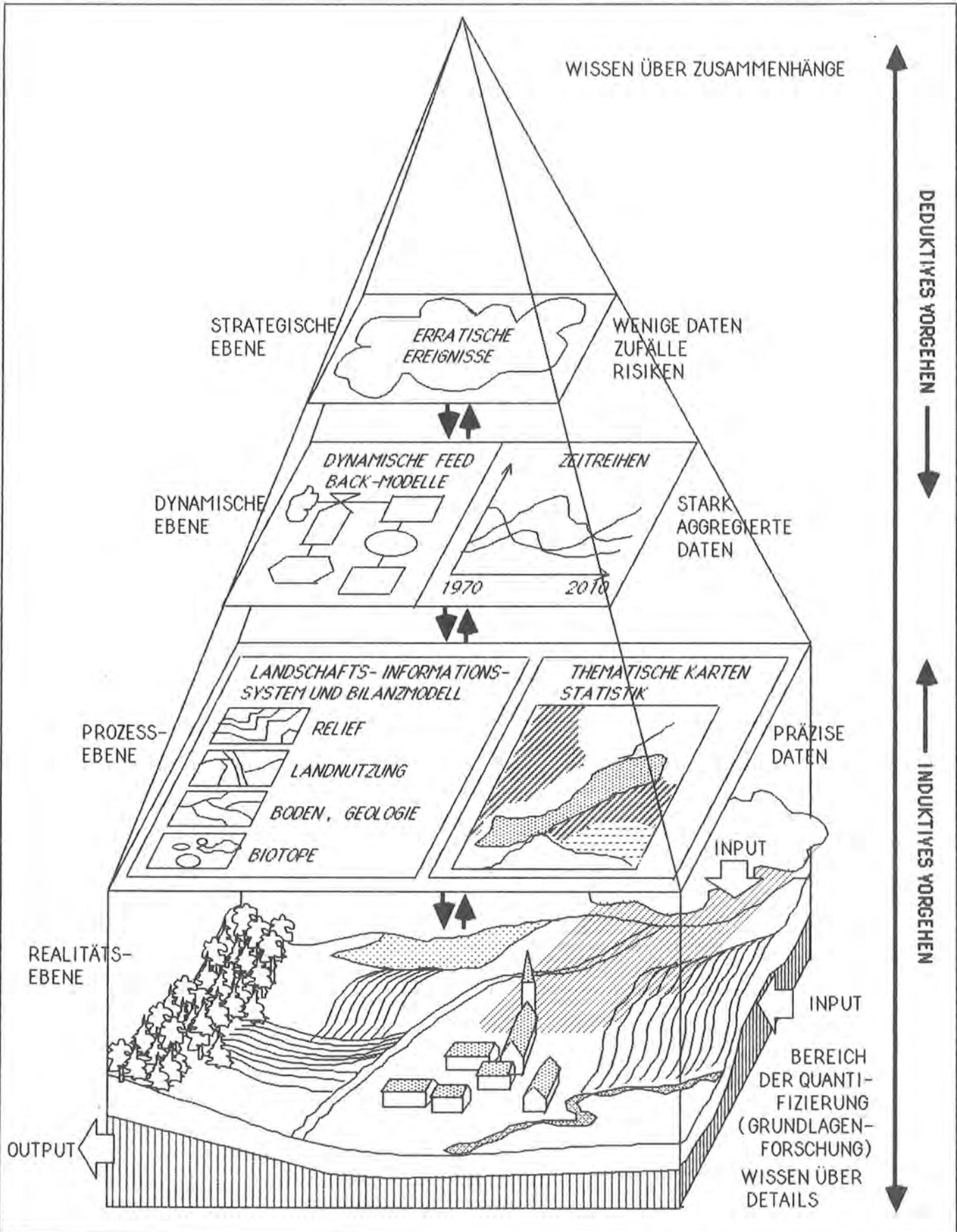


Abb.3.3: Informationsverarbeitung in mehreren Betrachtungsebenen



Quelle: nach HABER et al. 1983, stark verändert

Auf der dritten, der dynamischen oder Indikatorebene wird zur Beantwortung verschiedener Fragestellungen ein dynamisches Feedback- (Rückkoppelungs-) Modell mit einem höheren Aggregationsniveau als auf der Prozeßebene entwickelt, das die dynamischen Zusammenhänge im Untersuchungsgebiet abbildet. In dieser Betrachtungsebene liegen nur geringe Kenntnisse über Details und damit eine relativ hohe Datenunsicherheit vor. Kenntnisse über Zusammenhänge und Strukturen sind über die Ableitung von Indikatoren aus der Prozeßebene vorhanden. Bei den Feedback-Methoden steht das dynamische oder Zeitverhalten im Vordergrund. Die Ergebnisse der Untersuchungen auf dieser Ebene werden in Form von Zeitreihen dargestellt. Durch die Einbringung von Indikatoren oder Schlüsselvariablen werden die Prozeßebene und die dynamische Ebene verknüpft und als Ergebnis dieser Verknüpfung können sog. „Zeitkarten“ (die aussagen, wo tritt welche Entwicklung wann ein?) hergestellt werden (vgl. HABER et al., 1983).

Für die oberste Ebene der hierarchischen Modellbetrachtung, die sogenannte strategische Ebene, stehen keine auswertbaren Daten zur Verfügung. Es herrscht praktisch völlige Unkenntnis über Details. Hier werden Einflüsse auf die unteren Betrachtungsebenen unter unvorhersehbaren „erratischen Ereignissen“ abgeschätzt, wobei meist Szenario- oder Simulationsmethoden eingesetzt werden.

In jeder Betrachtungsebene werden also unterschiedlich aussagekräftige Daten verwendet, weshalb auch unterschiedliche Methoden der Datenauswertung angewendet werden müssen.

Zwischen den vier Ebenen des hierarchischen Modells bestehen, da sie sich auf das gleiche Untersuchungsgebiet beziehen, strukturelle Verknüpfungen. Diese können jedoch – auch bei ausreichender Verfügbarkeit von Daten – nicht auf rein mathematischem Wege hergestellt oder abgeleitet werden, sondern bedürfen der gezielten, interpretierenden Auswahl durch den denkenden, gebietserfahrenen Menschen. Er allein kann die geeigneten Betrachtungsebenen aussuchen und die Verknüpfungsstellen zwischen ihnen definieren und erläutern.

Solche Operationen allein der elektronischen Datenverarbeitung zu überlassen, würde zu eingeschränkten oder fehlerhaften Ergebnissen führen. Auch ist ein u.U. häufiger Wechsel zwischen induktiver und deduktiver Handhabung des Modells erforderlich, die ebenfalls nur vom denkenden Menschen geleistet werden kann. Störungen und Veränderungen im Naturhaushalt sind induktiv, d.h. ausgehend von der untersten Modellebene objektiv nachzuweisen, Wirkungsbeziehungen bedürfen dagegen des deduktiven Ansatzes, der von einer höheren Modellebene ausgeht.

Für die Untersuchung der sommertouristischen Belastungen im Nationalpark Berchtesgaden werden beide Vorgehensweisen auf den untersten zwei Ebenen, der Realitäts- und der Prozeßebene (vgl. Abb. 2.3)

der hierarchischen Informationsverarbeitung, angewendet. Das dazu notwendige Instrumentarium stellt ein Landschafts- Informationssystem dar.

3.4 Flächenbezogenes Landschafts-Informationssystem

Für die Erstellung des Landschafts-Informationssystems wird auf der Prozeßebene des hierarchischen Modells die reale Landschaft („das Untersuchungsgebiet“) in Form einer statischen, zeitpunktbezogenen Betrachtung abgebildet. Dazu werden Karten der biotischen und abiotischen Grundlagen sowie der derzeitigen Landnutzung im zu untersuchenden Landschaftsausschnitt erstellt. Als Grundlage dienen existierende Karten (z.B. Topographische Karten, Vegetationskarten etc.) und Luftbilder (Infrarot-Falschfarben-Luftbilder, Orthofotos).

Die aufzubereitenden Grundlagendaten lassen sich in drei Datengruppen zusammenfassen:

- > Standortdaten
- > Topographische Daten
- > Landnutzungen.

Für diese Datengruppen wurden jeweils die geometrische Datenbasis und die zugehörigen Informationen (Merkmale) EDV-gerecht aufbereitet.

3.4.1 Aufbereitung der geometrischen Datenbasis

In Abb. 3.4 ist dargestellt, wie aus den drei Datengruppen die geometrische Informationsbasis aufgebaut wurde.

Für die Aufbereitung der Standortdaten wurden

- > Geologische Karten (LANGENSCHIEDT, 1985) und die
- > Standortkartierung (FREYER, 1986).

herangezogen.

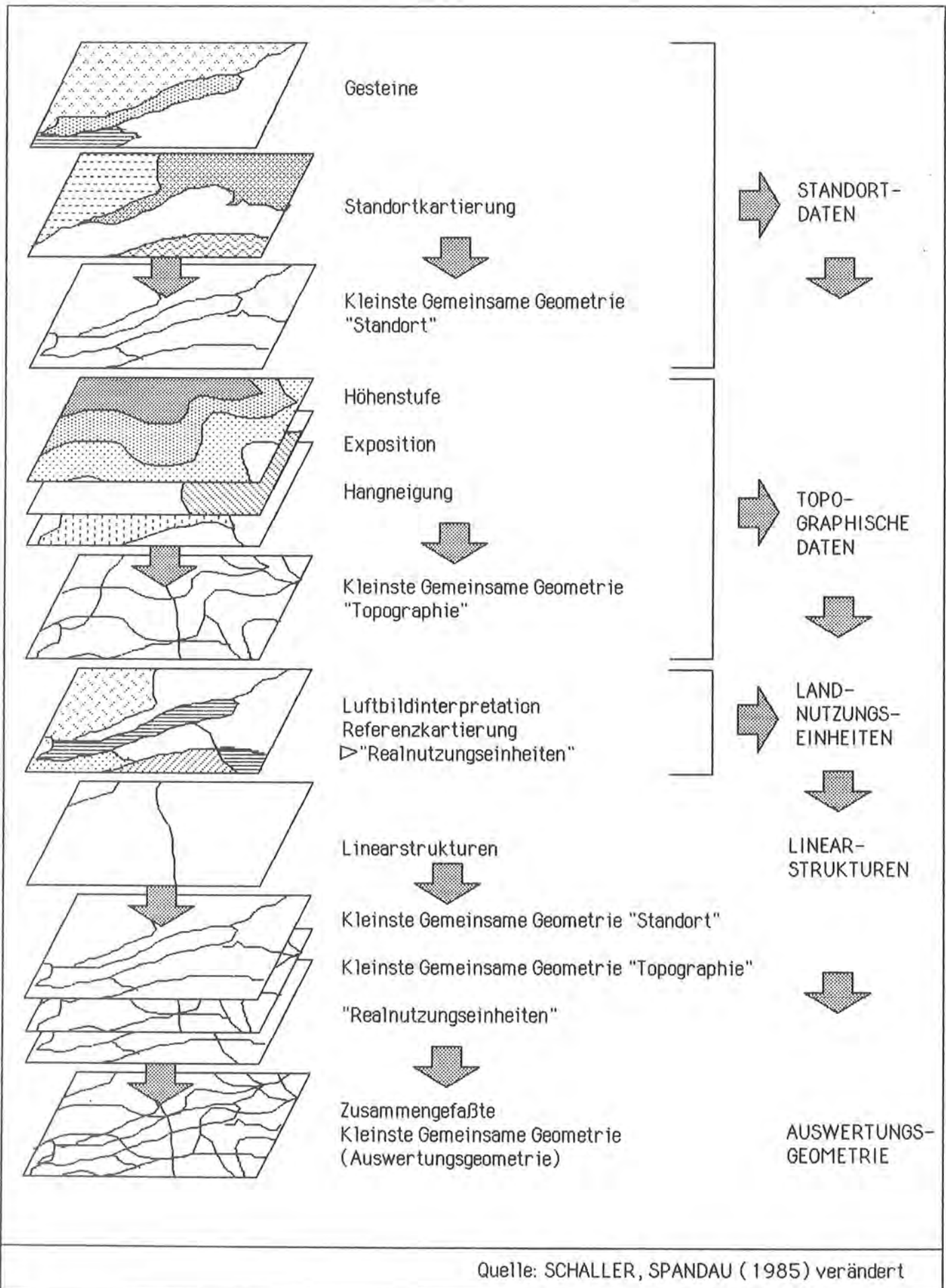
Sie wurden im M 1 : 10.000 kartographisch aufbereitet, überlagert und „verschnitten“. Aus ihrer Überlagerung wurde die „Kleinste Gemeinsame Geometrie“ der Standortdaten gebildet.

Weitere Grundlagenkarten zur Erstellung der „Kleinste Gemeinsamen Geometrie“ der Standortdaten wurden nicht verwendet, weil z.B. Bodenkarten für das Untersuchungsgebiet nicht vorliegen und andere Karten, wie die Labilitätskartierung, die erstellte „Kleinste Gemeinsame Geometrie“ nicht weiter verfeinerten.

Für die Aufbereitung der topographischen Daten wurde analog verfahren. Aus einer fotogrammetrischen Höhenschichtkarte wurden

- > Höhenstufen,
- > Exposition (Hangrichtung) und
- > Hangneigung

Abb. 3.4: Aufbau des flächenbezogenen Informationssystems



Quelle: SCHALLER, SPANDAU (1985) verändert

ermittelt und daraus wiederum durch Überlagerung und Verschneidung die „Kleinste Gemeinsame Geometrie“ der topographischen Daten hergestellt.

Für die Erstellung der Landnutzungs- oder Realnutzungskarten wurden aus Luftbildern (Infrarot-Falschfarbenbilder und Orthofotos) Nutzungseinheiten, die nach Farben, Texturen oder anderen Merkmalen zu unterscheiden sind, nach einem definierten Interpretationsschlüssel abgegrenzt (SPANDAU, SIUDA, 1985) und durch Referenzkartierungen im Gelände überprüft. Danach konnten im gesamten MAB-Untersuchungsgebiet 196 Nutzungseinheiten erfaßt werden.

Mit dem Maßstab 1:10.000 wird eine ausreichende Genauigkeit für die Bearbeitung und Darstellung der Projektfragen erreicht. In diesem Maßstab können aber nicht alle Strukturen und Landnutzungen flächenhaft abgebildet werden, wie z.B. Wanderwege, durch touristischen Tritteinfluß belastete Flächen, Bachläufe, Kleinstrukturen, Einzelbäume sowie technische Infrastruktureinrichtungen, wie Seilbahnen etc.

Aus diesem Grund wird neben der „Flächen-Geometrie“ eine „Linear- und Punkt-Geometrie“ erstellt, die andere relevante, aber im Maßstab 1:10.000 nicht flächig abgrenzbare Strukturen enthält.

Schließlich wurde die „Kleinste Gemeinsame Geometrie“ der Standortdaten, der topographischen Daten, die der Landnutzungseinheiten und die Linear- und Punktgeometrie überlagert und daraus die Gesamt-Auswertungsgeometrie erstellt. Diese setzt sich für das Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden aus ca. 53.000 Polygonen zusammen, die durch Digitalisierung für den Computer erfaßt wurden.

Durch geeignete Software werden nach der Digitalisierung „Verknüpfungen“ zwischen den geometrischen Elementen hergestellt. So erhält jedes Linienstück automatisch eine Nummer und wird als Vektor gespeichert. Ein geschlossener Linienzug aus mehreren Vektoren – die in der EDV-Sprache ARC (Bogen) genannt werden – bildet ein Polygon, welches eine Polygon-Nummer erhält (vgl. Abb. 3.5). Diese „Verknüpfungen“ werden in einem Datensatz gespeichert der für jedes Linienstück den Ausgangspunkt und Endpunkt und damit die Richtung des Vektors definiert (detaillierte Beschreibung in SITTARD, 1987).

Nach der Digitalisierung werden die „Informationen“ zu den Polygonen diesen zugeordnet und in den Computer eingegeben.

3.4.2 Zuordnung der Informationen und Aufbereitung der Merkmalsdatei

Nach der Erstellung der digitalen Auswertungsgeometrie wurden die Informationen aus den vorhandenen Karten und Luftbildern wie z.B. Höhenlage, Exposition, Neigung, Landnutzungseinheit etc., den

Polygonen manuell zugeordnet. Dazu wurde die digitalisierte Auswertungsgeometrie mit den Karten der Standortdaten, der topographischen Daten und der Landnutzungseinheiten überlagert und jedem einzelnen Polygon die entsprechende Information zugeordnet. Über die Polygonnummer, die auf die Merkmalsdatei verweist, werden die geometrische Datenbasis und die zugehörigen Informationen verknüpft.

Bereits in digitaler Form vorliegende Karteninformation, wie der Agrarleitplan oder die Kartierung schutzwürdiger Biotope in den bayerischen Alpen, wurden durch automatische Verschneidung in das Landschafts-Informationssystem überführt.

Es wäre eine Erschwerung der Datenverarbeitung und ihrer Anwendung, wenn alle für die jeweilige Fragestellung wichtigen und notwendigen Daten flächendeckend den erfaßten Geometrien zugeordnet werden müßten. Um dies zu vermeiden, sind die Daten in „Merkmalsdateien“ in Form von Tabellen zusammengestellt und gespeichert worden, die jeweils einer bestimmten, übergeordneten „Schlüsselinformation“ zugeordnet sind.

Jede den Geometrien zugeordnete „Schlüsselinformation“ kann somit auf eine Merkmalsdatei oder eine spezielle Fachtabelle verweisen.

Die für die Landnutzungseinheiten erstellte Merkmalsdatei heißt „Nutzungstabelle“ (NUTZTAB).

Im MAB 6-Untersuchungsgebiet wurden 196 Typen von Landnutzungseinheiten ermittelt, die von alpinen Rasen über naturnahe Bergmischwälder, Fichtenforste und Grünland bis zu Siedlungen reichen (SPANDAU et al., 1985). Für diese Einheiten sind Daten zur Untersuchung der Projektfragen erhoben worden und jeweils in einer Nutzungstabelle geführt; diese umfaßt also alle wichtigen Informationen über die Nutzungseinheit. Abb. 3.5 gibt ein Beispiel für die Landnutzungseinheiten Almwiesen (A01) und Bergmischwald (W05). Über die dort angeführten Informationen hinaus, kann die Nutzungstabelle weiterhin demographische Daten, wie die Anzahl der Sommertouristen, Ausstattungsdaten, wie qualitative und quantitative Angaben über die zoologische und botanische Artenausstattung, sozio-ökonomische Daten, wie z.B. der Unterhaltungsaufwand für die Wegeinstandsetzung und auch kulturelle Größen, wie die ästhetische Bewertung der Nutzungseinheiten durch die Sommertouristen enthalten.

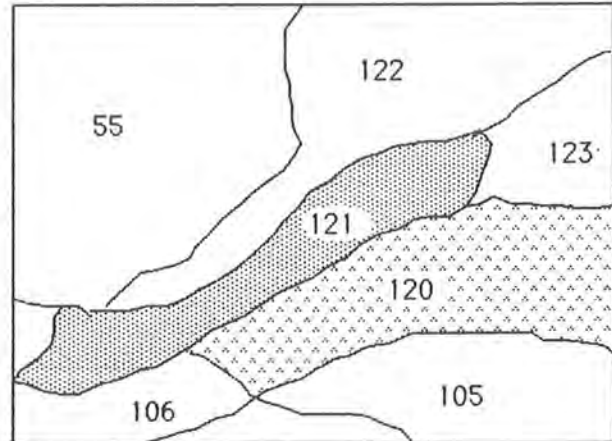
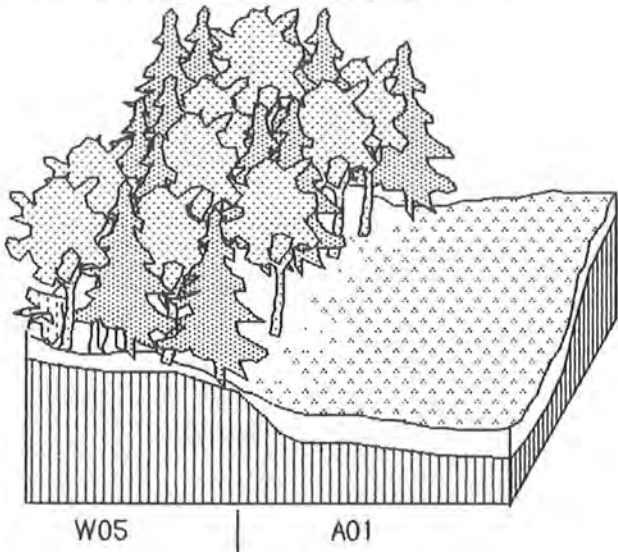
Über die Landnutzungseinheiten, die der geometrischen Datenbasis zugeordnet wurden, können alle Daten der Nutzungstabelle flächenbezogen dargestellt werden. Bezogen auf das Beispiel in Abb. 3.5 bedeutet dies, daß durch diese „Informationsverknüpfung“ Karten über die potentielle Veränderung der Landnutzungseinheiten durch touristischen Tritteinfluß für das Untersuchungsgebiet erstellt werden können.

Durch den Aufbau der Nutzungstabelle werden die Zuordnungsdaten drastisch reduziert. Es ist nicht not-

Abb.3.5 Aufbereitung der Geometrie und Zuordnung der erhobenen Informationen (Merkmale)

Beispiel:
 Landnutzungseinheit A01 Almwiese
 Landnutzungseinheit W05 Bergmischwald

Aufbereitung der Geometrie:
 "codiertes Netzwerk"



Polygonnr. für A01: 120
 Polygonnr. für W05: 121
 Die Polygonnummer verweist auf folgende Daten:
 Flächengröße des Polygons
 Umfang des Polygons
 angrenzendes Polygon (z.B. Nr 105)
 Diese Daten werden durch Digitalisierung automatisch erfasst.
 Die Polygonnummer verweist weiterhin auf die Merkmalstabelle

Informationen für Polygonnr. 120 und 121

Aufbereitete Daten:

Gesteine	} Standortdaten
Standortkartierung	
Hangneigung	} Topographische Daten
Exposition	
Höhenstufe	
Landnutzungseinheit	A01 W05
Bodeneinheit	
Gewässertyp	

Merkmalstabelle der Landnutzungseinheiten NUTZTAB	Ausstattungsgrößen	Vegetation Zoologie	Funktionsgrößen	Reaktion auf Tritt (Touristen)	Demographische Größen	Anzahl der Sommer-touristen	Sozioökonomische Größen	Kapitalkosten Unterhaltungsaufwand
A00 alpiner Rasen		+		+		+		0
A01 Almwiese		-		0		+		0
A02 Skipiste		-		-		0		+
W05 Bergmischwald		+		0		0		0

+ hoch, - gering, 0 indifferent

wendig, für jede Geometrie alle fragestellungsrelevanten Daten zuzuordnen, sondern es wird nur die jeweilige Landnutzungseinheit („Schlüsselinformation“) zugeordnet! Alle anderen Daten werden in der Nutzungstabelle geführt und sind damit für alle Polygone, in denen die entsprechende Nutzungseinheit vorkommt, abrufbar und auswertbar.

Das Landschafts-Informationssystem besteht also aus der geometrischen Datenbasis und den zugehörigen Informationen. Für das Datenmanagement der Informationen werden Merkmalstabellen wie die beschriebene Nutzungstabelle aufgebaut.

Die Nutzungstabelle wird zur Bearbeitung der Projektfragen dieser Fallstudie erarbeitet (s. Kap. 5).

4 Methodik

Der in Kap. 3 beschriebene Modellansatz des MAB-Projektes 6 mußte für die Bearbeitung der Fragestellung über die sommertouristische Trittbelastung der Gebirgsvegetation verfeinert werden.

Die hierbei entwickelte Methodik basiert auf einer ökologischen Bewertung der Wirkung von anthropogenen Eingriffen auf die natürlichen Grundlagen. Dazu werden die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Landnutzungen hinsichtlich ihrer potentiellen Veränderung durch Auswirkungen des Sommer-tourismus bewertend klassifiziert.

Durch die im Landschafts-Informationssystem gespeicherte Erfassung und Differenzierung der Landnutzungseinheiten ist der räumliche Bezug der Bewertung gewährleistet.

In Abb. 4.1 wird schematisch das grundsätzliche Vorgehen bei der typenbezogenen Bewertung dargestellt.

Die beispielhaft aufgeführten Landnutzungseinheiten in Abb. 4.1. sind in Fachtabellen mit unterschiedlichen typenbezogenen Daten gespeichert. Auf der Basis dieser Daten wurden die verschiedenen Landnutzungseinheiten ökologisch bewertet (in Abb. 4.1 angedeutet durch +, -).

So unterscheidet sich die Landnutzungseinheit Alpiner Rasen (A00) z.B. in der Artenausstattung und in funktionalen Kriterien von der Landnutzungseinheit Trittrasen (T01, s. Bsp. in Abb. 4.1). Durch die fachliche, bewertende Interpretation der in den Fachtabellen geführten Daten können die Landnutzungseinheiten hinsichtlich ihrer Reaktion auf Tritteinfluß klassifiziert werden. Dieses Vorgehen wird in Abb. 4.2 exemplarisch dargestellt.

Die in der Nutzungstabelle geführten Klassen für die verschiedenen Landnutzungseinheiten können mit dem Landschafts-Informationssystem kartogra-

Abb. 4.1: Typenbezogene ökologische Bewertung

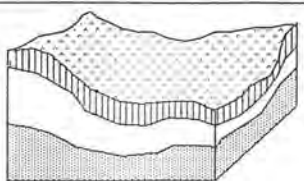
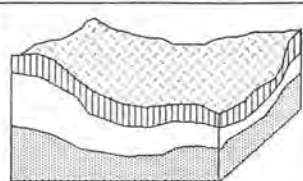
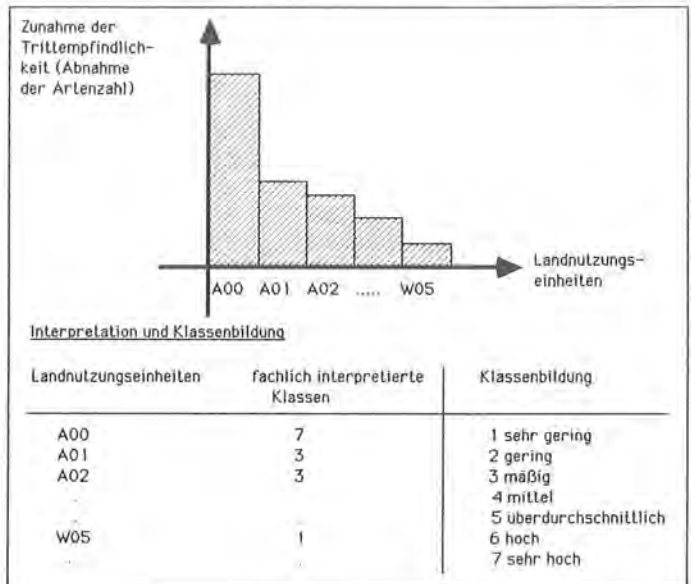
	
Typ A00: Alpiner Rasen	Typ T01: Trittrasen
Artenausstattung	Artenausstattung
Flora +	Flora -
Fauna +	Fauna -
Funktionale Kriterien	Funktionale Kriterien
Reaktion auf Tritteinfluß +	Reaktion auf Tritteinfluß -
Demographisch	Demographisch
Anzahl der Sommertouristen +	Anzahl der Sommertouristen +
+ hoch	- gering

Abb. 4.2: Klassifizierung der Landnutzungseinheiten hinsichtlich ihrer Trittempfindlichkeit (schematisch)



phisch dargestellt werden und sind damit die Basis für die Erstellung von Prognose- oder „Synthetischen“ Karten.

Zur Absicherung der Prognosekarten und der Verbesserung der Bewertung wird eine Referenzkartierung durchgeführt.

Durch den Vergleich der Modellergebnisse mit dieser Kartierung werden die Methoden und die Bewertung validiert.

4.1 Die Bewertung der Landnutzungseinheiten

Grundlage für die Bewertung sind die Landnutzungseinheiten, die Bestandteil des Landschafts-Informationssystems sind (s. Abb. 3.5).

Auf der Basis von Kartierungen und Literaturlauswertungen wird als ein Datum in dieser Nutzungstabelle eine Klasse für jede vorkommende Landnutzungseinheit bezüglich ihrer potentiellen Veränderung durch Tritt angegeben.

Für die Bewertung wurden folgende Kriterien herangezogen:

- > **Physiognomisch-strukturelle Gefährdung**
- > **Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten**

Als Ergebnis einer intensiven Literaturlauswertung ist festzuhalten, daß der Tritt als komplexer Standortfaktor sowohl die Struktur einzelner Pflanzengesellschaften verändert, als auch die einzelnen Pflanzen mechanisch beschädigt (exemplarisch seien folgende Arbeiten genannt: LIPPERT, 1972; SEIBERT, 1974; LIDDLE, 1975 und 1975a; GRABHERR, 1978; KÖRNER, 1980; BERG, 1981; PFADENHAUER et al., 1982; RINGLER, 1983).

Im einzelnen werden die Kriterien wie folgt beschrieben:

> Physiognomisch-strukturelle Gefährdung

Basis für die Beurteilung der physiognomisch-strukturellen Gefährdung der Landnutzungseinheiten durch Tritt ist die physiognomische Kartierung nach Luftbildern. Auf der Basis des erstellten Interpretationsschlüssels für diese Kartierung (s. SPANDAU et al. 1985) konnten die strukturellen und physiognomischen Merkmale der Landnutzungseinheiten beschrieben werden. Hierbei wurde u.a. ermittelt, ob der Anteil der Holzgewächse oder der krautig wachsenden Pflanzen dominant ist. Landnutzungseinheiten, deren Struktur durch einen überwiegenden Anteil von Holzgewächsen gebildet werden, wurden mit einem geringeren Risiko für eine Veränderung durch Tritteinfluß bewertet, als Landnutzungseinheiten, die durch einen hohen, mastigen Wuchs der krautigen Pflanzen charakterisiert werden (z.B. Läger- oder Hochstaudenfluren). Diese haben ungünstigere Voraussetzungen, mechanische Fremdeinflüsse zu überstehen (ELLENBERG, 1978; PFADENHAUER et al., 1982). Bei den hoch und mastig wachsenden Pflanzen liegen zudem die Verzweigungs- bzw. Vermehrungspunkte oft sehr hoch, was als weitere nachteilige Eigenschaft bezüglich ihrer Belastungsresistenz zu berücksichtigen ist (s. SEIBERT, 1974; BERG, 1982; RINGLER, 1983; SPANDAU 1983).

> Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten

SPRINGER (1984) erstellte eine Liste der Farn- und Blütenpflanzen für das Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden. Diese Liste enthält insgesamt 878 Arten. Aus der von KÖPPEL et al. (1985) durchgeführten landnutzungsbezogenen Inventarisierung von Pflanzenarten und Vegetationseinheiten kann entnommen werden, wie sich diese 878 Arten auf die verschiedenen Landnutzungseinheiten verteilen.

Zur Ermittlung der Anzahl der potentiell trittgefährdeten Arten wurde ein sehr pragmatischer Weg gewählt:

Von KÖPPEL et al. (1985) war für jede Landnutzungseinheit durch eine Auswertung landnutzungsbezogener Vegetationsaufnahmen eine Liste der bestandsbildenden, prägenden und häufigen Pflanzenarten erstellt worden.

Diese Liste bildet die Grundlage zur Ermittlung der potentiell trittgefährdeten Arten. Zu diesem Zweck wurden aus den Pflanzenlisten diejenigen Arten, die keinem Tritt ausgesetzt sind, sowie die Arten der Trittgemeinschaften gestrichen. Die Anzahl der verbleibenden Pflanzen entspricht der Anzahl der potentiell trittgefährdeten Arten.

Es wird also kein **Zeigerwert** bezüglich der Trittempfindlichkeit der Pflanzen als Kriterium für die ökologische Bewertung erarbeitet, sondern die Anzahl **potentiell** trittgefährdeter Arten ermittelt.

4.1.1 Bewertung nach Belastungsgrad und potentieller Veränderung durch Tritteinfluß

Im Gegensatz zu der beschriebenen potentiellen Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß kann das Ausmaß der Schädigung unter realen Verhältnissen nur durch den jeweiligen Belastungsgrad definiert werden.

Maßstab zur Beurteilung der Empfindlichkeit ist derjenige Belastungsgrad, bei dem eine Veränderung der Landnutzungseinheit zu erwarten ist (s. KÖPPEL et al., 1985). Der Belastungsgrad wurde für die Bewertung zunächst ohne quantitative Angaben in einer relativen Skala von Stufe 1 (sehr hoch) bis Stufe 7 (sehr gering) angenommen (s. Tab. 4.1). Quantitative Angaben für die jeweiligen Stufen wurden anschließend zur Validierung der Bewertung erhoben (s. Kap. 6.1.5 und 6.2.6).

Ein hohes Risiko (Stufe 7) wurde angenommen, wenn der Belastungsgrad sehr gering, aber aufgrund der physiognomisch-strukturellen Gefährdung und eines hohen Anteils potentiell trittgefährdeter Pflanzen die Veränderung durch Tritteinfluß als sehr hoch eingeschätzt wird (Bsp. Moore).

Ein geringes Risiko (Stufe 1) wurde angenommen, wenn der Belastungsgrad sehr hoch, aber aufgrund der Kriterien die potentielle Veränderung durch den Tritteinfluß sehr gering ist (Bsp. Trittrasen).

Im Gegensatz zu SEIBERT (1974), der einzelne Pflanzengesellschaften wie Kalksteinschuttfluren, Alpenrosen-Latschenbusch oder auch Grünerlengebüsch aufgrund ihrer schlechten Erreichbarkeit oder Begehrbarkeit als nicht gefährdet einstufte, werden die topographischen Gegebenheiten bei der vorliegenden Bewertung nicht berücksichtigt.

Dies wird damit begründet, daß z.B. bei den Gesteinschuttfluren aufgrund der topographischen Gegebenheiten nur eine geringe potentielle Veränderung zu verzeichnen wäre, daß aber bei dieser Pflanzengesellschaft aufgrund ihrer physiognomischen Struktur

Tab. 4.1: Bewertung nach Belastungsgrad und potentieller Veränderung durch Tritteinfluß

Stufe	Belastungsgrad	potentielle Veränderung der Landnutzungseinheit durch Tritteinfluß	Beispiele
1	sehr hoch	sehr gering	Trittrasen
2	hoch	gering	Dauerweiden
3	überdurchschnittlich	mäßig	Tratten
4	durchschnittlich	durchschnittlich	Latschengebüsch
5	mäßig	überdurchschnittlich	Streuwiesen
6	gering	hoch	Alpine Rasen
7	sehr gering	sehr hoch	Moore

1 = sehr geringe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß
 ;
 7 = sehr hohe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß

und ihres Anteils potentiell trittempfindlicher Arten eine hohe Veränderung durch Tritteinfluß zu erwarten ist.

Durch eigene Untersuchungen zur Ermittlung von schadensrelevanten Größen werden in einem weiteren Arbeitsschritt die jeweilige Klasse der Landnutzungseinheiten durch entsprechende Rechenvorschriften modifiziert (s. Kap. 8.).

Die Bewertung der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Landnutzungseinheiten nach Trittbelastung beruht auf einem sehr pragmatischen Vorgehen mit der Absicht trotz schmaler Datenbasis durch die Wahl geeigneter Methoden zu praktisch anwendbaren Ergebnissen zu kommen.

4.1.2 Variablenkennblatt zur Dokumentation der Bewertung

Für die Bewertung der Landnutzungseinheiten hinsichtlich ihrer potentiellen Veränderung durch Tritteinfluß wurde zur Nachvollziehbarkeit und Dokumentation der Klassenbildung ein Variablenkennblatt entwickelt. Dieses Variablenkennblatt besteht aus 6 Feldern (s. Abb. 4.3).

Im einzelnen gelten folgende Erläuterungen:

- > Feld 1 des Variablenkennblattes enthält die Nummer sowie die Bezeichnung der jeweiligen Nutzungseinheit.
- > In Feld 2 werden stichwortartig die Kriterien der physiognomischen Kartierung der Nutzungseinheiten nach dem Luftbild aufgeführt. Eine ausführliche Beschreibung der Nutzungseinheiten ist SPANDAU et al. (1985) zu entnehmen.
- > Feld 3 enthält die Bewertung der Landnutzungseinheiten hinsichtlich des Risikos ihrer potentiellen Veränderung durch Tritteinfluß. Es werden sieben Klassen angegeben (Stufe 1 = sehr geringe, Stufe 7 = sehr hohe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß) (s. Tab. 4.1).
- > In Feld 4 wird die Qualität, d.h. die Datensicherheit der Klassenbildung aufgrund einer Kombination

von Erhebungsart/Datenquelle und Datenqualität angegeben.

Die Erhebungsart/Datenquelle bezeichnet die Datenbasis, auf welcher die jeweilige Klassenbildung beruht, z.B. Kartierung, Stichprobenerhebung, Messung, Literaturlauswertung, oder synthetische Ermittlung.

Die Klassenbildung kann weiterhin auf unterschiedlicher Datenqualität beruhen. So können für die Nutzungseinheiten oberhalb der alpinen Waldgrenze Kartierungsdaten vorliegen. Für die Wälder liegen keine Kartierungsdaten vor. Hier wurde zur Klassenbildung eine Literaturlauswertung durchgeführt. Für die Almwiesen wiederum kann die ermittelte Klasse auf einer Interpolation, also auf einer Ableitung bereits bewerteter Landnutzungseinheiten beruhen.

Tab. 4.2: Ermittlung der Datensicherheit aus Erhebungsart/ Datenquelle und Datenqualität

Landnutzungseinheit	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Erläuterungen
Alpiner Rasen	6	KTG 6	Die Datensicherheit der Bewertung dieser Landnutzungseinheit ist aufgrund der durchgeführten Kartierung hoch.
Schluchtwald	5	LIT 3	Bei dieser Landnutzungseinheit ist eine mäßige Datensicherheit der Klassenbildung festzuhalten, da diese auf abgeleiteten Literaturangaben beruht.
Almwiesen	2	INT 2	Die Bewertung der Almwiese beruht auf einer Interpolation und hat damit eine geringe Datensicherheit.

Folgende Abkürzungen für die Erhebungsart/ Datenquelle werden in Feld 4 verwendet:

- KTG = Kartierung im Untersuchungsgebiet
- STP = Stichprobenerhebung im Untersuchungsgebiet
- INT = Interpolation
- LIT = Literaturlauswertung

Die Datenqualität wird in einer 7-stufigen Einschätzung der Datensicherheit angegeben:

- Stufe 1 = weiches, gering abgesichertes Datum
-
-
-
- Stufe 7 = hartes, abgesichertes Datum.

Die Kombination aus Erhebungsart/ Datenquelle und Datenqualität vermittelt die „Datensicherheit“ der Bewertung.

Die Angabe der Datensicherheit zeigt weiterhin auf, für welche Nutzungseinheiten schon abgesicherte Daten über die Projektfragen vorliegen und für welche noch zusätzliche Erhebungen notwendig sind (Anforderungen an die zukünftige Nationalparkforschung, s. a. Kap. 10.2).

- > Feld 5 enthält in Stichworten die Kriterien der Bewertung. Die wichtigste Basis war die Information

Abb. 4.3: Variablenkennblatt zur Dokumentation der Bewertung

Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4	Feld 5	Feld 6
Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
Beispiel					
039 Hochstauden, Unkraut und Lagerfluren	Hochwuchsige, einheitliche Staudenfluren auf Almen oder in vernässelten Senken und Mulden	6	LIT 6 STP 6	Mastig wachsende Hochstauden, reagieren sehr empfindlich auf Tritteinfluß. Anteil potentiell trittgefährdeter Arten: 95%	BAYFIELD '74 ELLENBERG '78 SPRINGER '87

über die vegetationskundliche Ausstattung der Landnutzungseinheiten. Dazu wurden die jeweiligen Landnutzungseinheiten durch typisch vorkommende(n) Vegetationseinheit(en) beschrieben. Grundlage für diese Beschreibung waren die Kartierungen von KÖPPEL et al., (1985) für die alpinen Landnutzungseinheiten, von STORCH (1984) für die Wälder, von SPRINGER et al., (1985) für die Nutzungseinheiten der Almwiesen und von LAMMEL (1983) für die des Talgrünlandes. Auf der Basis der landnutzungseinheitenbezogenen Kartierung stellte sich heraus, daß die Vegetation oft als Komplex verschiedener Pflanzengesellschaften dargestellt wird und daß eine Pflanzengesellschaft durchaus in verschiedenen Landnutzungseinheiten auftreten kann. Die Artenlisten der die Landnutzungseinheiten beschreibenden Vegetationseinheiten waren die Basis zur Ermittlung der Zahl der potentiell trittgefährdeten Arten.

- > In Feld 6 wird die für die Bewertung der Landnutzungseinheiten relevante Schlüsselliteratur aufgelistet.

4.2 Validierung der Bewertung

Nach der ökologischen Bewertung der Landnutzungen werden mit dem Landschafts-Informationssystem sogenannte „Synthetische Karten“ über die

Auswirkungen des Sommertourismus auf die Gebirgsvegetation erstellt.

Diese Karten werden aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes (21.780ha) zuerst für repräsentative Testgebiete erstellt.

In diesen Testgebieten werden nun durch Feldarbeiten Daten über die Projektfragen in hoher Dichte erhoben.

Durch den Vergleich der bewerteten Landnutzungen mit den quantitativ erfaßten und belegten Daten kann die Bewertung überprüft und gegebenenfalls optimiert werden.

Stimmen die Modellergebnisse mit der Realität überein, werden Auswertungen über die Projektfragen für das gesamte Untersuchungsgebiet erstellt. Ist dies nicht der Fall, wird die Bewertung überprüft und neue Auswertungen durchgeführt.

Die Bewertung wird demnach durch den Vergleich der Modellergebnisse mit der Realität validiert.

Dazu werden mit dem Landschafts-Informationssystem „Synthetische Karten“ über die Projektfragen für Testgebiete erstellt. Nach Absicherung der Modellergebnisse werden verschiedene Auswertungen für das gesamte Untersuchungsgebiet durchgeführt und schließlich statistisch ermittelt, „wie gut“ das Ergebnis ist.

5 Die ökologisch bewerteten Landnutzungen

Folgende Kriterien wurden für diese physiognomische Kartierung herangezogen (ausführliche Beschreibung bei SPANDAU et al. 1985):

- > Farbton der Struktur im Infrarotluftbild
- > Form und Größe der Struktur
- > Morphologische Oberflächenstruktur
- > Muster der Struktur
- > Stereoskopischer Effekt.

Mit einem definierten Interpretationsschlüssel wurden die im Nationalpark Berchtesgaden vorkommenden Landnutzungen durch eine Luftbildinterpretation erfaßt und abgegrenzt (vgl. Kap. 3.4.1).

Die danach erfassten Landnutzungen wurden gemäß der in Kap. 4.1.2 erstellten Vorgaben hinsichtlich ihres Risikos der potentiellen Veränderung durch Auswirkungen des Sommertourismus bewertet.

Die Methodik der Luftbildinterpretation ist bei SPANDAU et al. (1985) ausführlich beschrieben, sie wird hier nicht vertiefend behandelt.

Dazu wurde die Nutzungstabelle in Form eines Variablenkennblattes erstellt und die Bewertung entsprechend dokumentiert (s. Tab. 5.1).

Tab. 5.1: Die ökologisch bewerteten Landnutzungseinheiten

Obergruppe: Vegetation und Standorte oberhalb der alpinen Waldgrenze					
Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
1 Fels, Karrenfelder	Fast nackte Gesteinsflächen mit einer Vegetationsdeckung < 5% (alpine, hochalpine Stufe)	6	LIT 5	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Schneelälchengesellschaften, Polsterseggenrasen, Karfluren, Felsspaltengesellschaften. Aufgrund der Grenzstandorte herrschen schlechte Regenerationsmöglichkeiten vor. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 81%	BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
2 Fels mit alpinen Rasengesellschaften	Kleinflächig verstreut liegende Rasengesellschaften auf mehr oder weniger nackten Gesteinsflächen. Vegetationsbedeckung bis 50 %.	6	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Kleinflächiges Mosaik aus Polsterseggenrasen. Diese Standorte sind ebenfalls Grenzstandorte, auf denen Rasengesellschaften mit einem hohen Anteil an trittempfindlichen Arten vorkommen. Die Regenerationsmöglichkeiten sind ebenfalls schlecht. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 88%	CHAPPEL et al. 1971 WILLAND u. MARR 1971 LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 KÖRNER 1980 BERG 1981 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
3 Fels mit einzelnen Latschengruppen	Lückige Latschenbestände auf Fels, oft im Mosaik mit alpinen Rasen. Vegetationsbedeckung bis 50%.	5	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Bergföhrenfluren im Mosaik mit alpinen Rasen und Rhododendronheiden. Auch dieser Standort ist ein Grenzstandort mit Vegetationseinheiten mit einem hohen Anteil an trittempfindlichen Arten. Besonders die alpinen Rasen reagieren hochempfindlich auf Tritteinfluß. Anteil potentiell trittgefährdeter Arten: 87%	LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 BAYFIELD 1974 LIDDLE 1975
4 Fels mit einzelnen Bäumen und alpinen Rasen	Einzelne stehende Bäume mit verstreut vorkommenden alpinen Rasengesellschaften auf Felsbändern. Vegetationsbedeckung bis 10%.	5	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Polsterseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen, Rostseggenrasen. Diese Landnutzungseinheit unterscheidet sich von Landnutzungseinheit 2 durch das Auftreten von einzelnen Bäumen und einer geringeren Vegetationsbedeckung der alpinen Rasen. Da bei den einzeln vorkommenden Bäumen – im Unterschied zu den alpinen Rasen – eine geringe Trittempfindlichkeit zu verzeichnen ist – wird dieser Landnutzungseinheit insgesamt eine überdurchschnittliche Trittempfindlichkeit gegenüber einer hohen Trittempfindlichkeit der alpinen Rasen zugeordnet. Zudem ist bei dieser Landnutzungseinheit nur eine geringe Vegetationsbedeckung zu verzeichnen. Zu berücksichtigen ist aber, daß dieser Standort wiederum ein Grenzstandort ist. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	CHAPPEL et al. 1971 LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 KÖRNER 1980 GRABHERR 1982 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlussliteratur
5 Gesteinsschutt	Instabile Steilhalden, Schotterreihen oder Schotterbänder, z.T. mit Pionierrasen. Vegetationsdeckung bis 5%.	3	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Pestwurzhalde (i.w.S.), Taschenkrautschuttflur (i.w.S.). Die einzelnen Pflanzen sind durch entsprechende Vermehrungsstrategien sehr gut an labile Standortverhältnisse angepaßt. Die Pflanzen werden z.T. durch Tritteinfluß zerstört, können sich aber wieder sehr gut regenerieren. Insgesamt ist nur eine sehr geringe Vegetationsdeckung zu verzeichnen. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BELL et al. 1973 BAYFIELD 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
6 Gesteinsschuttfluren	Gesteinsschuttfluren, z.T. am Fuße der Schotterfelder. Vegetationsbedeckung bis 50%.	6	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Rostseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen, Buntreitgrashalden, Hochstaudenfluren. Diese Landnutzungseinheit wird im Unterschied zu Landnutzungseinheit 5 nicht durch Pionierarten geprägt; die hier vorkommenden Vegetationseinheiten sind als "Dauergesellschaften" auf diesem Standort zu bezeichnen. Diese Gesellschaften vertragen Überschüttung, reagieren aber sehr empfindlich auf Bodenbewegungen und Trittbelastung. Dies gilt besonders für die "hochwachsenden" Pflanzen dieser Vegetationseinheit. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 84%	LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 BAYFIELD 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
7 Gesteinsschutt mit einzelnen Latschengruppen	Gesteinsschutthalden mit lückigem Bewuchs einzelner Latschengruppen) und weiteren Zwergsträuchern die insgesamt nur geringe Flächenanteile einnehmen. Vegetationsbedeckung bis 50%.	4	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Bergföhrengesbüsch, Alpenrosen-Bergföhrengesbüsch. Diese Vegetationseinheiten treten auf ruhenden Schotterfeldern auf mit keinem oder nur sehr lückigem krautigem Unterwuchs. Bei den Holzgewächsen ist eine geringere Trittempfindlichkeit als bei krautigen Pflanzen zu verzeichnen. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 69%	LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 BAYFIELD 1974 ELLENBERG 1978 KÖPPEL et al. 1985
8 Alpine Rasen	Dicht geschlossene alpine Urrasen und durch Beweidung beeinflusste Rasengesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe ("Viehgangeln" erkennbar).	6	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Rostseggenrasen, Blaugras-Horstseggenhalde. Die sehr dicht geschlossenen Vegetationseinheiten sind mit vielen hochwachsenden Pflanzen durchsetzt. Die Vegetationseinheiten werden durch einen sehr hohen Anteil trittempfindlicher Arten charakterisiert. Schon geringer Tritteinfluß führt zur Veränderung der Artenzusammensetzung. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 84%	CHAPPEL et al. 1971 LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 SOMSAK et al. 1979 KÖRNER 1980 BERG 1981 GRABHERR 1982 RINGLER 1983 SPANDAU 1983 KÖPPEL et al. 1985
9 Alpine Rasen erosionsbeeinträchtigt	Gleiche Kriterien wie bei Landnutzungseinheit 8, nur wird diese Landnutzungseinheit nicht durch dicht geschlossene alpine Rasen charakterisiert. Es sind Strukturen erkennbar, die auf natürliche oder anthropogen bedingte Veränderungen zurückzuführen sind (Narbenschäden durch Lawinenabgänge oder Beweidung).	6	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Rostseggenrasen, Horstseggen-Blaugrasalpe. Die Vegetationseinheiten auf den beeinflussten Flächen sind z.T. durch eine geringere Artenzahl charakterisiert. Die vorkommenden Arten sind sehr trittempfindlich, können sich aber z.T. besser regenerieren (Pionierarten) als die Arten von Landnutzungseinheit 8. Insgesamt wurde aber aufgrund der gleichen Anzahl trittempfindlicher Arten bei Landnutzungseinheit 8 und 9 die gleiche Bewertung vergeben. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 84%	CHAPPEL et al. 1971 LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 BAYFIELD 1974 SEIBERT 1974 KÖRNER 1980 GRABHERR 1982 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
10 Latschengesbüsch	Geschlossene Latschenbestände als physiognomisch einheitliche Struktur erkennbar, im Unterwuchs z.T. Zwergsträucher erkennbar.	4	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Bergföhren-(Alpenrosen)gesbüsch. Sehr dichtes, durch die Bergföhre geprägtes Gesbüsch, mit keinem oder nur unwesentlichem Unterwuchs. Die schlechte Regenerationsfähigkeit der Bergföhre nach mechanischer Beschädigung begründet die Bewertung. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 65%	LIPPERT 1972 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 BERG 1981 SPANDAU 1983 KÖPPEL et al. 1985

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
11 Mosaik aus Latschen und alpinen Rasen	Verstreut auftretende Latschenbestände (-gruppen) im Mosaik mit alpinen Rasen und Zwergsträuchern.	5	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Bergföhren-Alpenrosengebüsch, Rostseggenrasen, Horstseggen-Blaugrashalde. In dieser Landnutzungseinheit ist eine höhere Empfindlichkeit der Bergföhren gegen mechanische Belastung als in Landnutzungseinheit 10 zu verzeichnen, da die Randlängen größer sind. Weiterhin zeichnen sich die alpinen Rasen durch eine hohe Anzahl trittempfindlicher Arten aus. Durch mechanische Belastung werden oft die alpinen Rasen zugunsten der Zwergsträucher verdrängt. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 82%	CHAPPEL et al. 1971 LIPPERT 1972 BELL et al. 1973 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 SOMSAK et al. 1979 KÖRNER 1980 RINGLER 1983 SPANDAU 1983 KÖPPEL et al. 1985
12 Zwergstrauchheiden	Mehr oder weniger geschlossene Zwergstrauchheiden charakterisiert durch eine physiognomisch einheitliche Struktur.	5	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Alpenrosengebüsch im Mosaik mit Rostseggenrasen. In dieser Landnutzungseinheit treten keine oder nur einzeln verstreut wachsende Bergföhren auf. An lichten Stellen entwickeln sich alpine Rasen. Alpenrosen sind weniger trittfest als Bergföhren. Weiterhin kommen verstreut in dieser Landnutzungseinheit viele Pflanzen mit insgesamt ungünstigen statischen Voraussetzungen, mechanische Belastungen zu ertragen, vor. Aus den o.a. Gründen ist bei dieser Landnutzungseinheit insgesamt eine höhere Empfindlichkeit gegen mechanische Belastung zu verzeichnen als bei den Landnutzungseinheiten 10 und 11. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 90%	GOLDSMITH et al. 1970 BURDEN et al. 1972 BELL et al. 1973 KELLOMAKI 1973 SEIBERT 1974 LIPPERT 1972 LIDDLE 1975 ELLENBERG 1978 BAYFIELD 1979 RINGLER 1983 KÖPPEL et al. 1985
13 Grünerlungebüsch	Die Grünerlungebüsche sind mit z.T. üppig wachsenden Hochstauden durchsetzt, was eine uneinheitliche Struktur bewirkt. An den Rändern der Grünerlungebüsche treten ausschließlich Hochstauden auf.	5	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Grünerlungebüsch mit Hochstaudenfluren. Grünerlen besitzen an ihren Wurzeln stickstoffbindende Symbionten, der von ihnen besiedelte Boden ist dadurch nitratreich. Infolgedessen können sich Hochstauden dort ansiedeln, wo immer sie genügend Licht finden. Die Hochstauden reagieren sehr empfindlich auf mechanische Belastungen. Nach Verschwinden der Hochstauden ist oft Bodenabtrag zu verzeichnen, was wiederum negative Auswirkungen auf die Regeneration der Grünerle haben kann. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 81%	LIPPERT 1972 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 KÖPPEL et al. 1985

Obergruppe:

Gewässerbegleitende Landnutzungseinheiten, Quellfluren, Moore

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
14 Quellfluren	Quellaustritte erkennbar, die auf einen vernähten Standort hinweisen. Z.T. ist ein mastiger Wuchs der Krautschicht erkennbar.	7	LIT 4	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Kalkquellflur. Diese Landnutzungseinheit tritt auf feucht-nassen Standorten auf und wird durch Niedermoorarten charakterisiert. Die auf diesem Standort vorkommenden Pflanzen reagieren äußerst empfindlich auf mechanische Belastung. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 92%	SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978
15 Hoch- und/oder Übergangsmoore	Zum Teil ist eine mehr oder weniger deutliche Wölbung des Hochmoores gegenüber seiner Umgebung erkennbar. An den Rändern tritt oft ein Randsumpf (Randgehänge) auf. Größere Randsümpfe können als Übergangsmoore (Übergang vom Zwischenmoor zum Hochmoor) bezeichnet werden.	7	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Rasenbinsenmoor. Die Standortbedingungen sowie die physiognomische und floristische Manigfaltigkeit - mit einem hohen Anteil trittempfindlicher Arten - bedingen eine sehr hohe Empfindlichkeit gegen mechanische Belastung. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 100%	WESTHOFF 1967 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 SPRINGER et al. 1985

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
16 Flachmoor	Im Unterschied zu den Hochmooren werden die Flachmoore durch eine mehr oder weniger horizontale Oberfläche charakterisiert.	7	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Brauseggensumpf, Davallseggenried. Es treten floristisch sehr artenreiche Vegetationseinheiten mit einem sehr hohen Anteil trittempfindlicher Arten auf. Die Vegetationseinheiten treten auf nassen Standorten und quelligen Hängen sowie in Mulden und Senken mit Quellwasserzufuhr auf. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 86%	SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 SPANDAU 1983 SPRINGER et al. 1985
17 Weidengebusch	Gehölze auf Schutzkegeln und Uferbanken entlang von Fließgewässern	2	LIT 4	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Grauweidengebusch, Grauweiden-Sanddorngebüsch. Die Weidengebüsche bestehen aus sehr regenerationsfähigen Pionierarten. Ihre Stämme und Zweige sind – vor allem in der Jugend – sehr biegsam und regenerieren sich nach mechanischer Beschädigung sehr schnell. Die Arten der Weidengebüsche haben oft die Fähigkeit, nach Aufschürfen der Rinde erneut zu blühen und zu fruchten. Durch einen "Wundreiz" kann also u.U. eine generative Vermehrung ausgelöst werden. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978
18 Verlandungszonen an Stillgewässern	Struktur von Röhrichtpflanzen deutlich erkennbar. Diese prägen die Verlandungszonen (z.T. auch Uferzonen) an Stillgewässern.	7	LIT 5	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Schilfröhricht, Steifseggenried. Aufgrund der herrschenden Standortkriterien sind die Verlandungszonen extrem gefährdet gegen mechanische Belastung. Werden z.B. junge Röhrichtschößlinge zertraten, bewirkt dies, daß der Röhrichtgürtel in diesen Bereichen zerstört wird. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 BRANDES 1986

Obergruppe

Wald- und Forstgesellschaften

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
19 Dichte Gehölzgruppe aus Nadelgehölzen, Laubgehölzen oder aus Nadel- und Laubgehölzen	Freistehende, sehr dichte Baumgruppen aus Nadel- und/oder Laubgehölzen meist auf Grenzstandorten.	1	INT 3	Bei dieser Landnutzungseinheit ist oft keiner oder nur ein geringer Unterwuchs mit alpinen Rasen zu verzeichnen. Der Unterwuchs hat nur eine untergeordnete Bedeutung, so daß insgesamt eine sehr geringe Trittempfindlichkeit zu verzeichnen ist. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BATES 1937
20 Lockerer Lärchenbestand auf Fels	Sehr lichte, subalpine Lärchenwälder, oft auf verkarsteten Standorten. Im Luftbild Kraut- und Strauchschichten nicht erkennbar. Deckung der Lärche bis 40 %.	1	INT 2	Auch bei dieser Landnutzungseinheit ist kein oder nur geringer Unterwuchs vorhanden. Daher keine oder nur unbedeutende Effekte durch Tritteinfluß. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	
21 Mosaik aus Lärchen, Zirben, Latschengebüsch auf Fels	Lichte, subalpine Lärchen-Arvenwälder, durchsetzt mit Alpenrosenheiden und Bergfohrengebüsch. Vegetationsbedeckung: Baumschicht bis 50 %, Strauchschicht bis 60 %.	3	INT 3	Bei dieser Landnutzungseinheit trägt der Unterwuchs sehr viel zum Charakter der Einheit bei und ist daher bei der Bewertung dieser Landnutzungseinheit mit zu berücksichtigen. Aufgrund der höheren Trittempfindlichkeit des Unterwuchses (vgl. Landnutzungseinheit 10, 11, 12) wird für diese Landnutzungseinheit insgesamt eine mittlere Trittempfindlichkeit angegeben. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	ELLENBERG 1978

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
22 Lichter Lärchenwald über Latschen, Zwergstrauchheiden und alpinen Rasen	Sehr lichter ("parkartig-lockerer") Lärchenwald. Deckung der Baumschicht bis 30 %. Im Unterwuchs Latschen, Zwergstrauchheiden und alpine Rasen.	4	STP 5	Im Unterschied zu Landnutzungseinheit 21 treten in Landnutzungseinheit 22 im Unterwuchs alpine Rasen auf. Diese alpinen Rasen werden z.T. beweidet, beinhalten aber dennoch trittempfindliche Arten. Aus diesem Grund wird die Landnutzungseinheit 22 als etwas trittempfindlicher als Landnutzungseinheit 21 eingestuft. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	ELLENBERG 1978 SPANDAU 1983
23 Lichter Lärchenwald auf Gesteinsschutt	Lichter Lärchenwald (Deckung im Luftbild bis 50 %) auf meist festliegendem Gesteinsschutt. Gering deckende Krautschicht (im Luftbild bis 5 %) erkennbar.	2	INT 3	Die in dieser Landnutzungseinheit vorkommenden Gesteinsschuttfluren zeichnen eine hohe Empfindlichkeit gegen Trittbelastung aus (vgl. Landnutzungseinheit 6). Da diese Gesteinsschuttfluren aber nur vereinzelt, kleinflächig auftreten, tragen diese nur wenig zur Charakterisierung des Typs bei. Aus diesem Grund wird die Landnutzungseinheit gering empfindlich gegenüber Tritteinfluß bewertet. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	
24 Lärchenwald	Dichter Lärchenbestand (z.T. forstlich genutzt).	2	INT 2	Geschlossene Waldstruktur mit nur geringen oder unbedeutenden Unterwuchs. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	ELLENBERG 1978
25 Lichter Bergmischwaldbestand über Latschen	Lichte Waldstrukturen (Bergmischwaldarten) über dichten Latschenbeständen. Deckung der Bäume im Luftbild bis 30 %.	4	LIT 4	Diese Landnutzungseinheit wird durch die Bergföhre charakterisiert, die in dieser Waldstruktur dominant auftritt. Aus diesem Grund wurde die gleiche Bewertung wie bei den Latschenfeldern (Landnutzungseinheit 10) vergeben. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BURDEN et al. 1972 SEIBERT 1974 FALINSKI 1975
26 Lichter Bergmischwaldbestand auf Gesteinsschutt	Lichte Bergmischwaldbestände auf meist festliegenden Gesteinsschutt. Nur gering deckende Krautschicht vorhanden. Deckung der Baumschicht bis 50 %, Deckung der Krautschicht bis 5 %.	2	LIT 3 INT 3	Ebenso wie bei Landnutzungseinheit 23 trägt auch hier die gegen Tritteinfluß hochempfindliche Gesteinsschuttflur aufgrund ihres geringen Vorkommens nur wenig zur Charakterisierung der Landnutzungseinheit bei. Aus diesem Grund wird die gleiche Bewertung wie bei Landnutzungseinheit 23 vergeben. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BURDEN et al. 1972 FALINSKI 1975
27 Aufgelichteter Waldbestand auf Feuchtstandorten	Naturnaher, aufgelichteter Waldbestand meist als Sukzessionsstadium auf Mooren.	5	LIT 3 INT 3	Der gegen Tritteinfluß hochempfindliche Unterwuchs (Moorvegetation) charakterisiert diesen Waldtyp. Aus diesem Grund ist eine überdurchschnittliche Veränderung des Waldtyps bei Tritteinfluß zu erwarten. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	SEIBERT 1974 FALINSKI 1975
28 Schluchtwald	Naturnaher Hochwald an Bacheinhängen. Erkennbare Quellaustritte weisen u.a. auf einen insgesamt vernaßten Standort hin. Mastiger Unterwuchs ist - besonders an lichtereren Stellen - gut zu erkennen.	5	LIT 4	Der Standort des Schluchtwaldes ist gekennzeichnet durch frisch-feuchte, meist schuttartige Lagen. Die Krautschicht besteht aus uppigen, großblättrigen, rasch wachsenden, z.T. nitrophilen Stauden. Diese Hochstauden reagieren empfindlich auf Tritteinfluß, was insgesamt eine überdurchschnittliche potentielle Veränderung dieses Waldtyps bei Tritteinfluß erwarten läßt. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 82%	SEIBERT 1974 FALINSKI 1975 ELLENBERG 1978
29 Bergmischwald	Dichte Bergmischwälder der montanen Stufe mit etwa gleichen Anteilen von Laub- (Buche) und Nadelgehölzen (Tanne, Fichte). Unterwuchs im Luftbild nicht erkennbar.	3	LIT 4	In diesen sehr dichten Bergmischwäldern kann sich aufgrund der reduzierten Lichtverhältnisse z.T. keine "mastige" Krautschicht entwickeln. Die vorkommende eher niedrigwüchsige Krautschicht verteilt sich gleichmäßig in diesem Waldtyp, so daß im Unterschied zu dem Bergmischwald auf Gesteinsschutt (Landnutzungseinheit 26), wo nur eine vereinzelt auftretende Schuttflur zu verzeichnen war, insgesamt eine etwas höhere potentielle Veränderung durch Tritteinfluß zu verzeichnen ist. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BURDEN et al. 1972 SEIBERT 1974 FALINSKI 1975

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/ Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
30 Fichten-Lärchenwald	Dichter Hochwald der hochmontanen-subalpinen Stufe. Fichte und Lärche sind etwa zu gleichen Teilen vertreten. Forstlicher Einfluß erkennbar.	2	STP 5	In diesem Fichten-Lärchenwald hat die Krautschicht eine geringere Bedeutung bei der Charakterisierung des Waldtyps als beim Bergmischwald. Aus diesem Grund wird eine etwas niedrigere Bewertung als beim Bergmischwald vergeben. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	SPANDAU 1983
31 Nadelforst (Fichte)	Fichtenforst als einheitliche physiognomische Struktur erkennbar.	2	INT 2	Die Krautschicht ist in diesem Waldtyp durch ihr verstreutes Vorkommen von untergeordneter Bedeutung. Durch mechanische Belastung ist daher nur eine geringe potentielle Veränderung festzuhalten. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	
32 Kahlschlag, Windwurf, Schneebruchflächen	Durch Bewirtschaftung (Kahlschlag) oder durch Windwurf/Schneebruch entstandene Schlagflächen.	5	INT 2	Durch erhöhten Lichteinfall entwickeln sich Lichtungsfluren, die aufgrund der zumeist vorherrschenden guten Nährstoffversorgung meist von Hochstauden geprägt sind. Diese Hochstauden reagieren hoch empfindlich auf Tritteinfluß, so daß die, die Landnutzungseinheit charakterisierende Struktur, stark beeinträchtigt wird. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	FALINSKI 1975 ELLENBERG 1978
33 Altholzbestände mit Naturverjüngung	Stark aufgelockerte Altholzbestände. Größe der Jungbäume unterschiedlich. Hohe Deckung der Krautschicht (im Luftbild bis 80 %). Überhälter bzw. Gruppen von Altbaumen aus der umgebenden Fläche herausragend.	5	INT 2	Analog Landnutzungseinheit 32 wird auch diese Landnutzungseinheit von hochwüchsigen Lichtungsfluren geprägt. Weiterhin treten in dieser Landnutzungseinheit noch Jungtannen auf, die ebenfalls empfindlich auf Tritt reagieren. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	FALINSKI 1975
34 Aufforstung - Nadelgehölze - Laubgehölze - Mischwald	An der Struktur erkennbarer Baumjungwuchs (oft Rasterpflanzung), Jungwuchs- und Dickungsstadium.	4	INT 2	In diesen anthropogen überprägten Waldtypen tritt meist keine Hochstaudenflur auf, sondern eine Grasflur. Aus diesem Grund ist bei dieser Landnutzungseinheit eine etwas geringere potentielle Veränderung durch Tritteinfluß zu verzeichnen, als bei Landnutzungseinheit 32 und 33. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	
35 Waldrand von - Nadelwäldern - Laubwäldern - Mischwäldern	Der Waldmantel ist als meist schmaler Streifen dem Wald vorgelagert. An diesen Waldmantel grenzt ein krautiger Waldsaum an. Waldmantel und Waldsaum werden aufgrund des Maßstabs 1:10.000 zu der Landnutzungseinheit Waldrand zusammengefaßt.	4	INT 2	Der Waldsaum unterscheidet sich durch Pflanzen mit hohem Wuchs und großen Blättern (Hochstauden) von den angrenzenden Strukturen. Diese Pflanzen reagieren sehr empfindlich auf Tritteinfluß. Der Waldmantel wiederum reagiert relativ unempfindlich auf Tritteinfluß, so daß für die Landnutzungseinheit "Waldrand" ein mittleres Risiko gegen Tritt angegeben wird. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BATES 1937 ELLENBERG 1978
36 Aufgelichteter - Nadelwald - Laubwald - Mischwald	Wälder, die aufgrund von Bewirtschaftungsweisen, Beweidung oder ungünstigen Standortverhältnissen durch eine lichte Struktur gekennzeichnet sind. Deckungsgrad der Bäume im Luftbild bis 50 %.	3	INT 2	Bei diesen Waldtypen mit lichter Struktur kann sich aufgrund des Lichteinfalls eine Krautschicht entwickeln. Diese Krautschicht ist z.T. an mechanische Belastung (z.B. Tritt von Weidetieren) angepaßt. Die Krautschicht entwickelt sich nicht so hochwüchsig wie die Waldsäume und ist aus diesem Grund etwas trittverträglicher einzustufen. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	SEIBERT 1974

Obergruppe

Land- und almwirtschaftliche Flächen

Landnutzungseinheit	Kriterien der physiognomischen Kartierung aus dem Luftbild	Bewertung/Klasse	Datensicherheit	Kriterien für die Bewertung	Schlüsselliteratur
37 Beweidete, gepflegte Almfläche	Lichtweideflächen auf Höhen zwischen 1000 m und 1900 m. Meist fehlen hochwüchsige, gegen Beweidung empfindliche Pflanzen, was wiederum eine einheitliche physiognomische Struktur bedingt.	2	LIT 6 STP 5	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Alpine Kammgrasweide, montane Milchkrautweide. Diese Vegetationseinheiten werden größtenteils von trittangepaßten, geschlossenen Rasen mit niedrig wachsenden Gräsern charakterisiert. Der Viehtritt hat aufgrund der vorherrschenden Pflanzen nur einen geringen Einfluß auf das Artengefüge. Diese Untersuchungen wurden zur Bewertung des touristischen Tritteffektes mit ausgewertet. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 52%	CHAPPEL et al. 1971 BLOM 1977 CRAWFORD et al. 1977 ELLENBERG 1978 DADKAH et al. 1980 SPANDAU 1983 RINGLER 1983 SPRINGER et al. 1985
38 Almfläche in Sukzession	Aufgelassene oder nur gering bestockte Lichtweideflächen auf denen viele Hochstauden sowie vereinzelt Zwergsträucher und andere Gehölze vorkommen. Aufgrund der uneinheitlichen physiognomischen Struktur gut erkennbar.	4	INT 3	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Rasenschmielengesellschaften, Buntreitgrashalde. Durch eine Auflassung oder sehr extensive Beweidung können sich "Weideunkräuter" (z.B. nicht schmackhafte Enzian- oder Distelarten) ausbreiten, so daß der Anteil an Hochstauden stark zunimmt. Da die Almen meist auf tiefgründigen, wasserzügigen Standorten vorkommen, tritt hier eine geschlossene Grasnarbe mit Hochstauden auf. Außer auf beeinflussten Flächen finden Baumarten oft keinen Raum zur Keimung. Der Anteil der Hochstauden bedingt das Risiko gegen Tritt dieser Landnutzungseinheit. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 62%	SPRINGER et al. 1985
39 Hochstauden, Unkraut-, Lagerfluren	Hochwüchsige, einheitliche Staudenfluren auf Almen oder in verhältnißmäßig Senken und Mulden. Diese unterscheiden sich in der Struktur deutlich von den sie umgebenden Flächen.	6	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Alpenampfer-Lagerfluren, Brennesselflur, Alpendost-Hochstaudenflur. Aufgrund der Standortbedingungen (nährstoffreich, frisch-feucht) kann sich eine mastig wachsende Hochstaudenflur entwickeln. Diese Hochstauden reagieren empfindlich auf Tritteinfluß. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 95%	BAYFIELD 1974 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 SPANDAU 1983 SPRINGER et al. 1985
40 Verarmte Almflächen	Im Unterschied zu Landnutzungseinheit 38 werden diese Almflächen durch einheitlichen Rasen (ohne oder nur mit sehr wenigen Hochstauden) charakterisiert, einheitliche Struktur.	3	LIT 6 STP 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Borstgrasrasen. Das Borstgras läßt aufgrund seiner Überlegenheit im Ertragen von Kälte und Trockenheit nur wenig andere Arten aufkommen, so daß man von einem einheitlichen niedrigwüchsigen Borstgrasrasen sprechen kann. Diese Borstgrasrasen zeichnen sich durch ein mäßiges Risiko gegen Tritt aus. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: o.A.	BAYFIELD 1974 SEIBERT 1974 ELLENBERG 1978 RINGLER 1983 SPANDAU 1983 SPRINGER et al. 1985
41 Wiesen, Mahweiden	Wiesen und Mahweiden in den Talagen, z.T. auch als gezaunte Flächen auf Almen.	2	LIT 6	Typ. vorkommende Vegetationseinheiten: Talfelthwiesen, Fettweiden, Goldhaferwiesen. Der Nutzungseinfluß (Düngung, Mahd, Beweidung) wirkt nivellierend auf den Artenbestand. Es dominieren trittfeste und regenerationsfähige Arten, die auch auf stark verdichteten Standorten vorkommen. Nur die Wegränder sind noch stärker betretene und trittbeeinflusste Standorte. Anzahl potentiell trittgefährdeter Arten: 46%	CHAPPEL et al. 1971 SEIBERT 1974 BLOM 1977 CRAWFORD et al. 1977 DADKAH et al. 1980 LAMMEL 1983 RINGLER 1983 SPRINGER et al. 1985

Die Bewertung der Landnutzungen wird im folgenden validiert.

Dazu wurde mit dem Landschafts-Informationssystem die Bewertung statistisch ausgewertet und in sogenannten „Synthetischen Karten“ dargestellt (s. Kap. 7. ff.). Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes (21.780ha) wurden diese Karten nicht flächendeckend, sondern für ausgewählte Testgebiete erstellt. In diesen wurden detaillierte Erhebungen

über die Auswirkungen des Sommertourismus auf die Gebirgsvegetation durchgeführt.

Zunächst werden im folgenden die Testgebiete beschrieben und anschließend die Bewertung der Landnutzungen durch den Vergleich mit den quantitativ erfassten und belegten Daten validiert und die schadensrelevanten Größen erarbeitet.

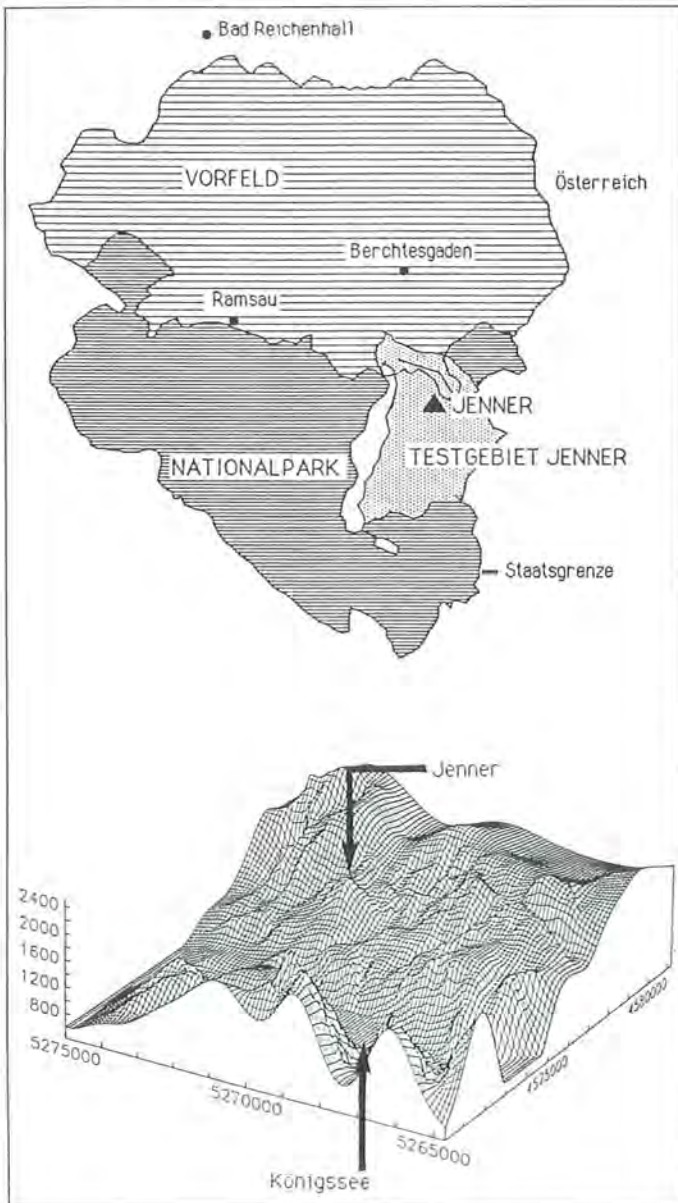
Die detaillierten Erhebungen wurden in den Testgebieten Jenner und Funtensee durchgeführt.

6 Testgebiete

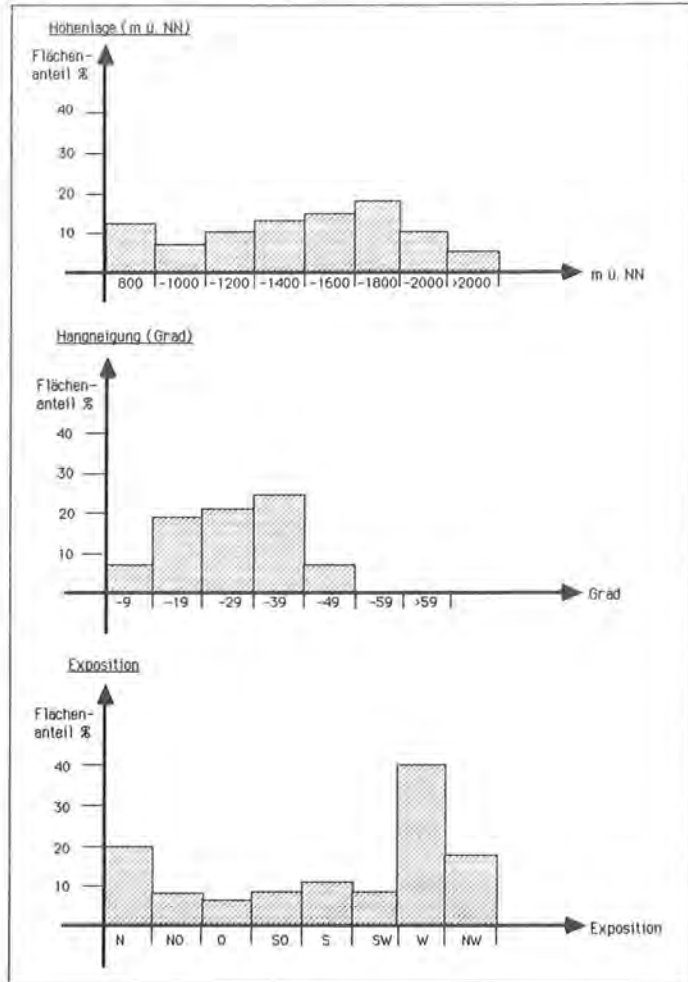
6.1 Das Testgebiet Jenner

Das 3.292ha große Testgebiet Jenner erstreckt sich an der Ostseite des Königssees bis zur Staatsgrenze im Hagengebirge (s. Abb. 6.1). Benannt ist dieses Gebiet nach dem im nördlichen Bereich gelegenen berühmten Aussichtsberg Jenner (1.874m ü. NN). Nach AIGNER (1932) könnte der Name „Jenner“ von „Neuner“ abgeleitet worden sein, da davon ausgegangen wird, daß der Berg als Zeitzeichen für die nächsten Umwohner galt. „Neuner“ heißt in Berchtesgaden auch die vormittägige Zwischenmahlzeit. Ähnlich wie der Zehner der Burgscharte oder die Sonnenuhr vom Zehner bis zum Einer bei Sexten im Pustertal geht man davon aus, daß der „Jenner“ auch als „Uhr“ fungierte und daher von „Neuner“ abgeleitet wurde.

Abb. 6.1: Geographische Lage und 3-dimensionale Darstellung des Testgebietes Jenner



Tab. 6.1: Verteilung von Relief Faktoren im Testgebiet Jenner



Geomorphologisch betrachtet ist das Testgebiet Jenner charakteristisch für die Berchtesgadener Kalkalpen. Diese werden beschrieben durch von Norden nach Süden verlaufende Täler und durch Hochflächen verschiedener Ausdehnung. Die Hochflächen können in mehrere Stockwerke eingeteilt werden. Auf einer durch Aufschüttung und Bergstürze unregelmäßig ausgebildeten Ebene liegt z.B. der Königssee. Auf einer zweiten Ebene liegen die Almflächen und darüber erstrecken sich die Hochflächen mit einzelnen aufgesetzten Gipfeln (LIPPERT, 1972).

Die einzelnen Stockwerke sind durch Hänge von oft überaus großer Steilheit getrennt. Diese Landschaftsentwicklung der Berchtesgadener Alpen ist durch Hebungen bedingt. ZANKL (1981) geht davon aus, daß diese sehr langsam und phasenhaft verliefen und zeitweise zum Stillstand kamen. In den Ruhepausen erfolgte bei geeignetem Klima die Ausbildung der Verebnungsflächen.

Diese für die Berchtesgadener Alpen charakteristische Stufung ist auch an dem Testgebiet Jenner erkennbar:

- > Vom Königssee auf 600m bis etwa 1.100m wird das Testgebiet durch Steilhänge charakterisiert.
- > Von 1.100m bis ca. 1.600m erstreckt sich eine dieser aufgeführten „Ebenen“, auf welcher die Almzone und z.T. forstlich intensiv genutzte Wälder liegen.

> Über der Almzone schließen sich die Hochplateaus mit einzelnen Gipfeln (Jenner, Schneibstein, Kahlersberg) an.

Für das Testgebiet Jenner beträgt der maximale Höhenunterschied 1.747m (Wasserspiegel des Königssees: 603m ü. NN, Gipfel des Kahlersbergs 2.350m ü. NN), bei einer Horizontalentfernung von ca. 5km. Hangneigungen von 20–29 Grad überwiegen und nehmen zusammen fast 60% der Fläche ein. Das Untersuchungsgebiet ist überwiegend nach Westen exponiert, da es im wesentlichen den westlichen Steilabfall des Hagengebirgsplateaus bildet (s.a. ZWECKL, SPANDAU, 1987).

6.1.1 Gesteine

Über Entstehungs- und Landschaftsentwicklung der Berchtesgadener Alpen liegt eine Vielzahl von Arbeiten vor. Exemplarisch seien hier die Arbeiten von SEEFELDER, 1961; JURGAN, 1969; GANSS & GRÜNFELDER, 1974; und von LANGENSCHIEDT, 1985 genannt.

Aus diesen Beschreibungen können die Gesteine im Testgebiet Jenner folgendermaßen charakterisiert werden:

Das Jennergebiet wird im wesentlichen aus Gesteinen der Triaszeit aufgebaut. Das prägende Gestein ist der Dachsteinkalk, der als Hauptgebirgsbildner fungiert und die Gipfel und Plateaus der Höhenzüge im Untersuchungsgebiet aufbaut (Hoher Göll, Hohes Brett, Hagengebirge).

Charakteristisch für den Dachsteinkalk ist die Verkarstung und die nahezu vollständige unterirdische Entwässerung, weshalb Fließgewässer auch kaum vorkommen.

Auf den triassischen Gesteinen lagern im Testgebiet kleinflächig Gesteine des Jura, z.B. Radiolarit, Fleckenmergel oder Rote Liaskalke.

Diese mergelig verwitternden Gesteine sind bevorzugte Almstandorte, da sie tiefgründige, z.T. wasserzügige Böden bilden.

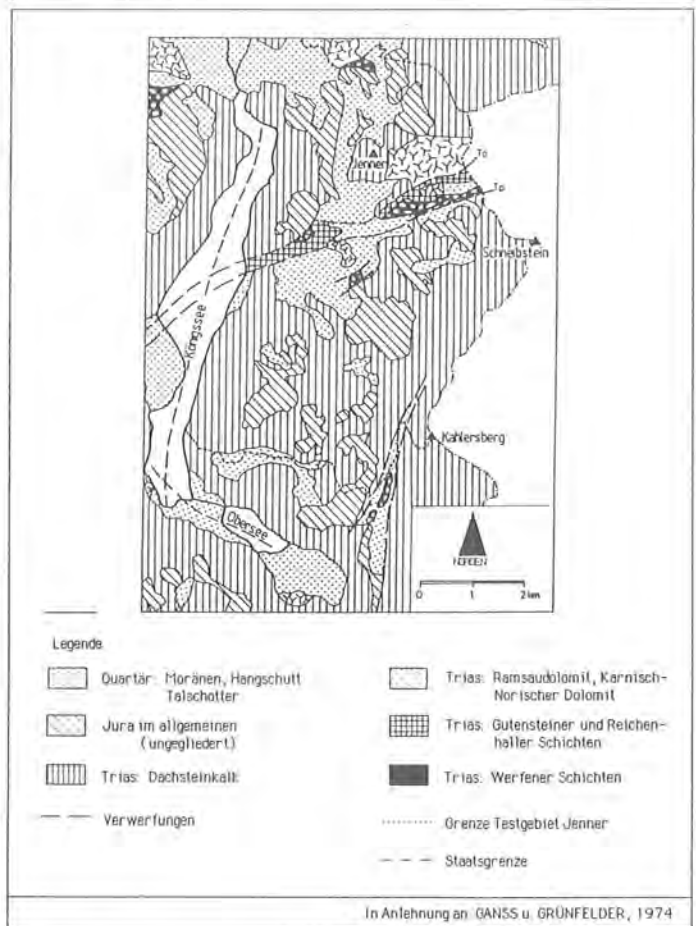
Größere Bereiche im Jennergebiet werden von Ablagerungen des Quartärs, also der jüngsten Zeit der Erdgeschichte, gebildet. Es sind Moränen, Hangschutt und Talschotter, die wiederum hauptsächlich aus Dachsteinkalkmaterial bestehen.

Abb. 6.2 gibt einen Überblick über die Gesteine im Testgebiet Jenner.

6.1.2 Klima

Das Klima im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden ist durch hohe Niederschläge im Sommer und geringe Niederschläge im Winter sowie einer großen Schwankung der mittleren Jahrestemperatur charakterisiert. Die Klimaverhältnisse werden als kontinen-

Abb. 6.2: Gesteine im Testgebiet Jenner



In Anlehnung an: GANSS u. GRÜNFELDER, 1974

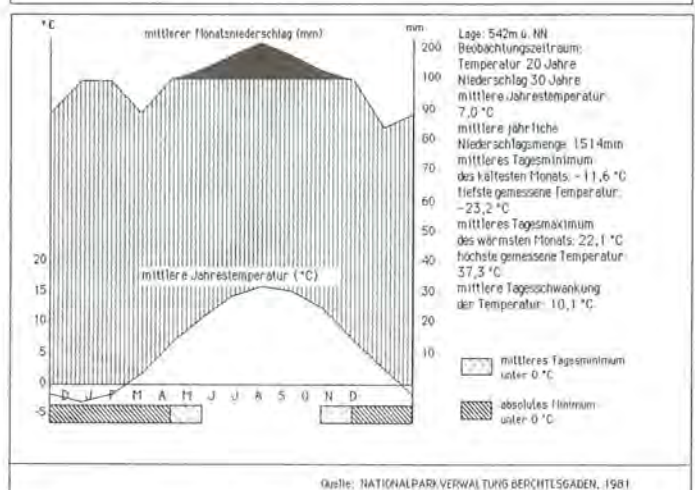
tal getönt bezeichnet (NATIONALPARKVERWALTUNG, 1981).

Das Klimadiagramm in Abb. 6.3 spiegelt den allgemeinen Klimacharakter im Alpen- und Nationalpark wider.

Da die Berchtesgadener Alpen ein Gebiet mit hoher Reliefenergie sind, wechseln die klimatischen Verhältnisse auf geringer Entfernung oft erheblich.

So beträgt das Jahresmittel der Lufttemperatur der Klimastation Berchtesgaden (542m ü. NN) 7.0°C, für

Abb. 6.3: Klimadiagramm für die Station Berchtesgaden



die Jenner-Bergstation (1.800m ü. NN) beträgt es nur 2.3°C. Der mit der Höhe (über NN) zunehmende mittlere Jahresniederschlag liegt nach ENDERS (1979) in 1.800m ü. NN bei ca. 2.300mm/Jahr, während der mittlere Jahresniederschlag für die Station Berchtesgaden (542m ü. NN) lediglich 1.514mm beträgt.

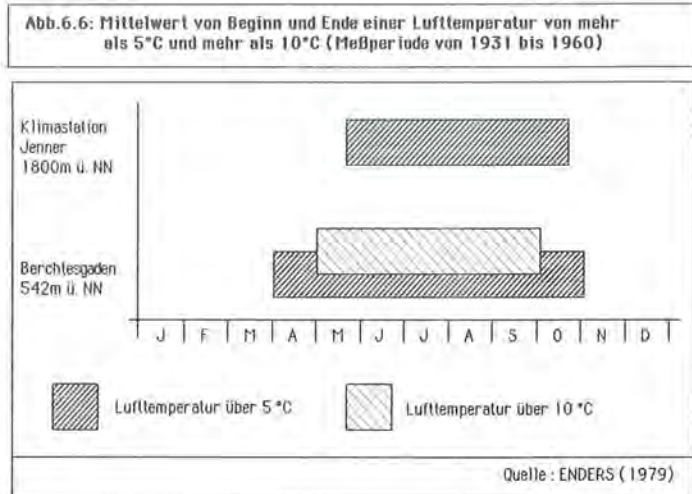
Aus dem Testgebiet Jenner liegen Klimadaten von der Jenner-Bergstation (1.800m ü. NN) und dem Stahlhaus (ca. 3km östlich der Jenner-Bergstation auf 1.750m gelegen) vor.

Den folgenden Abbildungen (Abb. 6.4, 6.5, 6.6) können das durchschnittliche Monatsmittel der Lufttemperatur, die mittlere Monatssumme des Niederschlages und die Mittelwerte von Beginn und Ende einer Lufttemperatur von 5 und 10°C entnommen werden.

Um durch Reliefunterschiede bedingte Klimaabweichungen aufzeigen zu können, werden neben den Klimadaten des Untersuchungsgebietes die Klimadaten der Station Berchtesgaden aufgeführt.

Die geringe durchschnittliche Jahrestemperatur im Untersuchungsgebiet (Jenner Bergstation 2.3°C, Station Berchtesgaden 7.1°C, s. Abb. 6.4) bedingt eine Dauer der Schneebedeckung von 180–250 Tagen.

Nach LIPPERT (1966) steigt die Dauer der Schneebedeckung in den Berchtesgadener Alpen von ca.



110 Tagen in 600m Höhe über ca. 200–215 Tage in 1.500m Höhe, 230–245 Tage in 1.700m Höhe auf ca. 270 Tage in 2.000m Höhe. Daraus läßt sich die Dauer der Schneebedeckung von 180–250 Tagen im Untersuchungsgebiet ableiten (vgl. NATIONAL-PARKVERWALTUNG 1981).

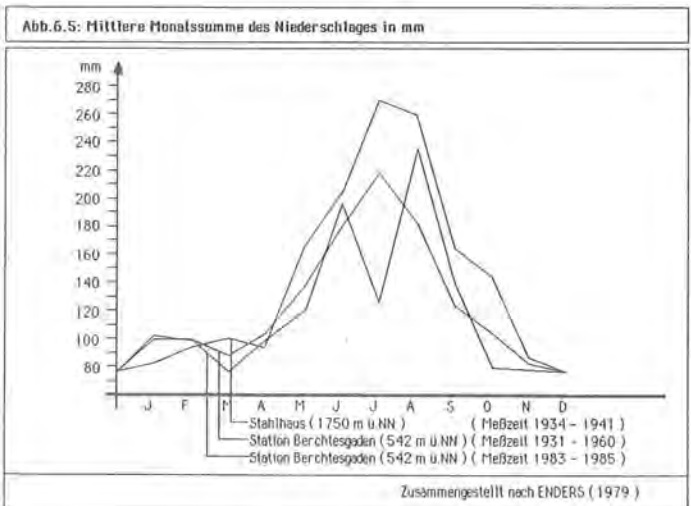
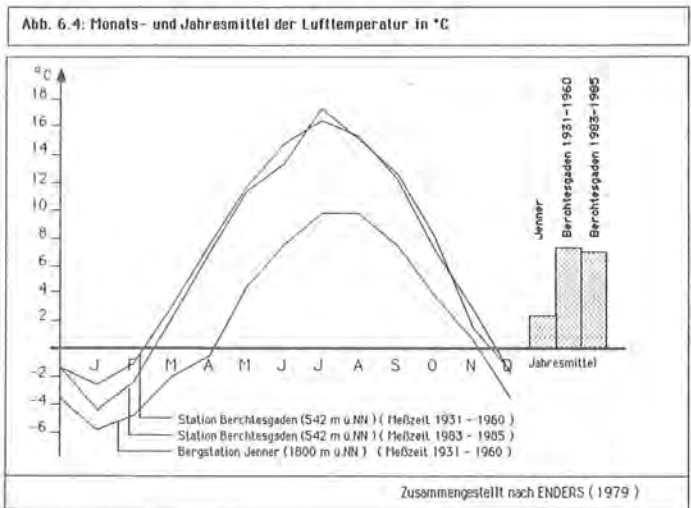
Aus Abb. 6.5 geht hervor, daß die höchsten Niederschläge im Untersuchungsgebiet in der Zeit von Mai–September zu verzeichnen sind.

In diesem Zeitraum werden weiterhin die meisten Tage mit einem Mittelwert der Lufttemperatur von >5°C registriert. Im Gegensatz zur Klimastation Berchtesgaden konnten für die Klimastation Jenner keine Mittelwerte der Lufttemperatur >10°C errechnet werden (s. Abb. 6.6, vgl. a. ENDERS, 1979).

Der Vergleich der Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C für die Station Berchtesgaden zeigt, daß die gemessenen Lufttemperaturen während des Zeitraumes der Datenerhebung für die Fallstudie (1983–1985) nahezu identisch mit den Messungen von 1931–1960 sind. Es wird davon ausgegangen, daß die Lufttemperaturen während der Datenerhebungen nur unwesentlich von dem langjährigen Mittel abweichen.

Anders verhält es sich dagegen beim Vergleich der mittleren Monatssummen des Niederschlages für die Station Berchtesgaden. Hier sind besonders für die Monate Juli und August Abweichungen zwischen dem Zeitraum der Datenerhebung und dem langjährigen Mittel festzuhalten. So waren im Juli wesentlich geringere Niederschläge zu verzeichnen, während im August die Niederschläge über dem langjährigen Mittel liegen. Daraus kann abgeleitet werden, daß im Juli weniger, im August aber mehr Niederschläge im Untersuchungsgebiet gegenüber den langjährigen Monatssummen der Niederschläge zu verzeichnen waren.

Da die Witterungserscheinungen des Hochgebirgsklimas – speziell Temperatur, Dauer und Menge der Niederschläge – die Motivation zum Wandern und Bergsteigen und die Möglichkeiten für Aktivitäten im Freien mitbestimmen, ist im Testgebiet Jenner in den



Sommermonaten keine permanente, sondern eine temporäre Nutzung durch Touristen zu verzeichnen. Dies belegen auch eine Auswertung der Fahrgaststatistik der Jennerbahn AG und im Rahmen der Studie durchgeführte Touristenzählungen (vgl. Abb. 6.12).

Danach ist bei schönem, windstillem, warmem, wolkenlosem Wetter, das im Wetterbericht vorhergesagt wurde, eine massentouristische Nutzung des Untersuchungsgebietes zu verzeichnen (s.a. Kap. 6.1.5.).

Traten die gleichen Wetterbedingungen spontan, z.B. durch Föhnlagen bedingt, auf und wurden sie nicht vom Wetterbericht angekündigt, war eine massentouristische Nutzung in diesem Umfang nicht festzustellen.

6.1.3 Böden

Die Böden der Berchtesgadener Alpen wurden von MAYER (1966) beschrieben, der besonders ihre höhenzonale Gliederung in Abhängigkeit von der Vegetation und dem Klima hervorhebt.

Zur Darstellung der Böden im Testgebiet Jenner wurde die forstliche Standortkartierung, die für Teilbereiche vorliegt, ausgewertet.

Gemäß dieser Kartierung verteilen sich die Bodentypen wie in Tab. 6.2 dargestellt.

Die wenig entwickelten, flachgründigen Böden nehmen die größten Flächenanteile ein. Tiefgründige Braunerden, die zumeist almwirtschaftlich genutzt werden, treten mit geringeren Flächenanteilen als die flachgründigen Böden auf (s.a. Tab. 6.2). Der am häufigsten vorkommende Bodentyp (Festgestein, Festgesteinszersatz, Blockschutt) wurde auf den Steilhängen im Testgebiet kartiert.

Da die forstliche Standortkartierung nicht flächendeckend vorliegt, können für 1.245,3ha des Testgebietes keine Angaben gemacht werden.

In Karte 6.1 sind die Bodentypen nach forstlicher Standortkartierung dargestellt (s. nächste Seite).

6.1.4 Verteilung der Landnutzungseinheiten

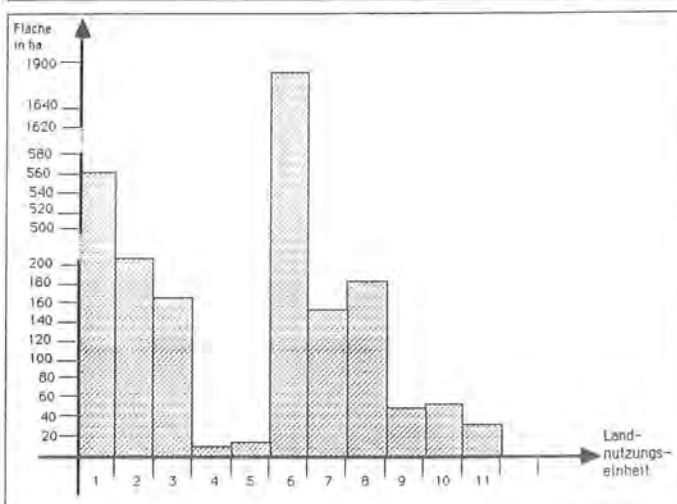
Grundlage für die Erfassung der Landnutzungseinheiten im Testgebiet Jenner war eine Luftbildauswertung von Infrarot-Falschfarben-Luftbildern (NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1980) im Maßstab 1 : 10.000 und von Orthofotos (NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1982) ebenfalls im Maßstab 1 : 10.000.

Die Methodik der Luftbildinterpretation ist bei SPAN-DAU et al. (1985) detailliert aufgeführt.

Für die Kartierung der Landnutzungseinheiten auf der Basis der Luftbilder wurde ein Kartierungsschlüssel entwickelt und eine flächendeckende Erfassung durchgeführt.

Im Testgebiet Jenner wurden nach Luftbildern 87 unterschiedliche Landnutzungseinheiten kartiert, die durch den Höhenunterschied von 600–2.500m geprägt sind. Durch Referenzkartierungen im Gelände, die in den Testgebieten flächendeckend und außerhalb davon stichpunktartig durchgeführt wurden,

Abb. 6.7: Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Testgebiet Jenner



Tab. 6.2: Verteilung der Bodentypen im Testgebiet Jenner

Bodentyp	Fläche (ha)	Flächenanteil (%)
Festgestein, Festgesteinszersatz, Blockschutt	819,4	24,9
Syrosem bis Regorendzina, Braune Regorendzina	34,8	1,1
Rendzina, Rendzina-Braunerde	134,6	4,1
Braunerde	528,0	16,1
Podsolige Braunerde, Podsol-Braunerde, Braunerde-Podsol	119,7	3,6
Terra Fusca-Braunerde	45,8	1,4
Aöllum oder Kolluvium	338,4	10,3
Hang(Pseudo)Gley, (Pseudo)Gley, Naßgallen, Stagnogley	15,1	0,5
Anmoorgley, Nieder-, Übergangs-, Hochmoor	8,4	0,3
Keine Angabe	1245,3	37,7
Gesamt	3290,0	100,0

LANDNUTZUNGSEINHEITEN	ha
1 Fels, Gesteinschutt z.t. mit einzelnen Bäumen, Latschen oder alpinen Rasen	563,3
2 Alpine Rasen	214,7
3 Zwergstrauchheiden, Latschen- und Grünerlangebüsche	166,1
4 Gewässer, Gewässerbegleitende Vegetation, Quellfluren, Moore	14,3
5 Baumgruppen, Feldgehölze	15,4
6 Wälder	1847,8
7 Almflächen mit Intensiven Weidgesellschaften	150,7
8 Almflächen aufgelassen, verarmt oder in Sukzession	186,1
9 Wiesen, Mäh- und Dauerweiden	46,1
10 Skulpturen, als Skulpturen genutzte Almen und Mahweiden	53,6
11 Siedlung, Verkehrsflächen, Einzelgebäude	34,0

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.1 Testgebiet Jenner
Bodentypen nach forstl. Standortkartierung

LEGENDE

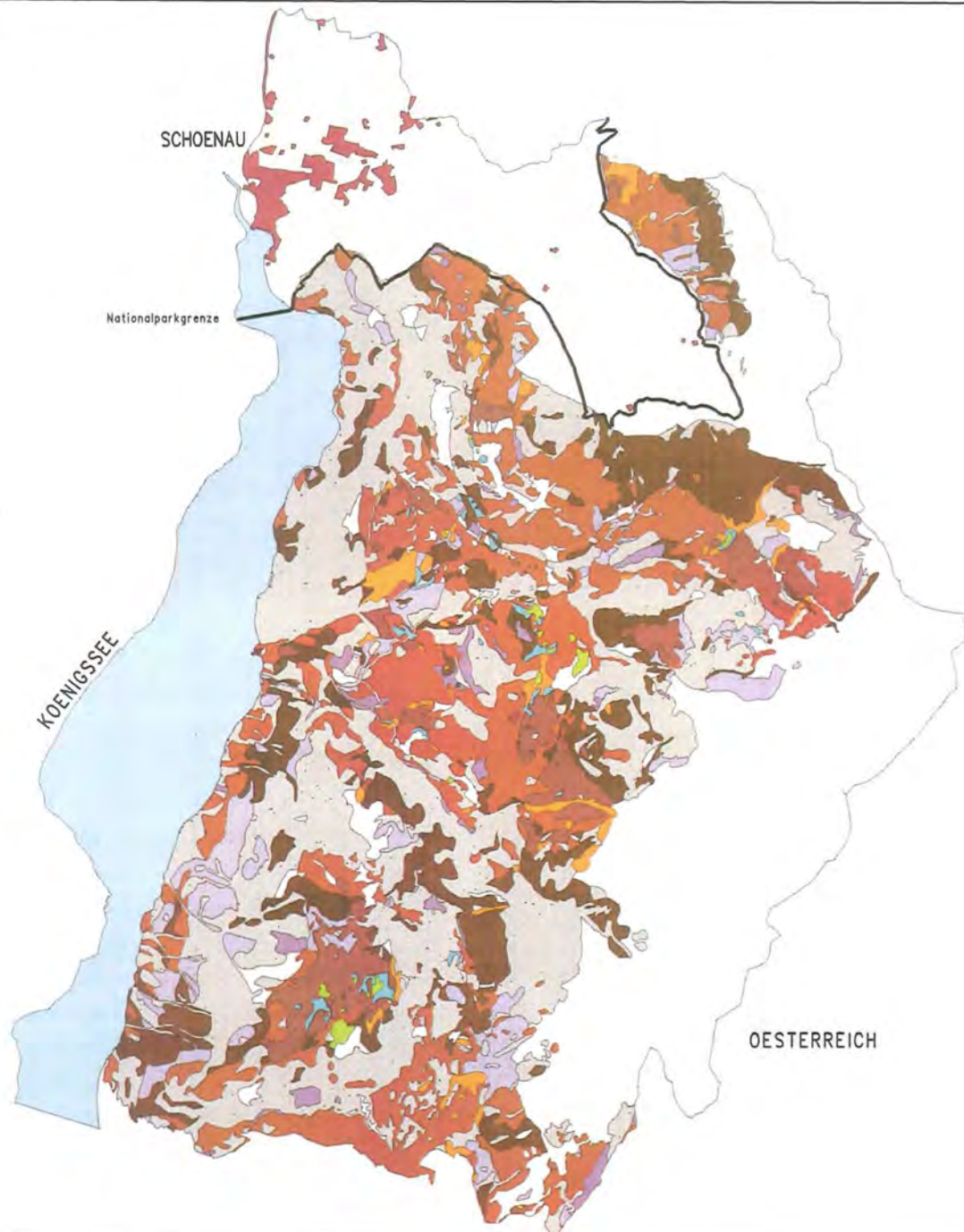
	Festgestein, Festgesteinsersatz, Blockhütt
	Rendzina, Rendzina-Braunerde
	Syrosem bis Regorendzina, Braune Regorendzina
	Braunerde
	Podsolige Braunerde, Podsol-Braunerde, Braunerde-Podsol
	Terra fusca-Braunerde
	Aeolium oder Kolluvium
	Hang(pseudo)gley, (Pseudo)gley, Nassgallen
	Anmoorgley, Nieder-, Uebergangs-, Hochmoor
	Keine Angabe
	Siedlungen, Einzelgebäude



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



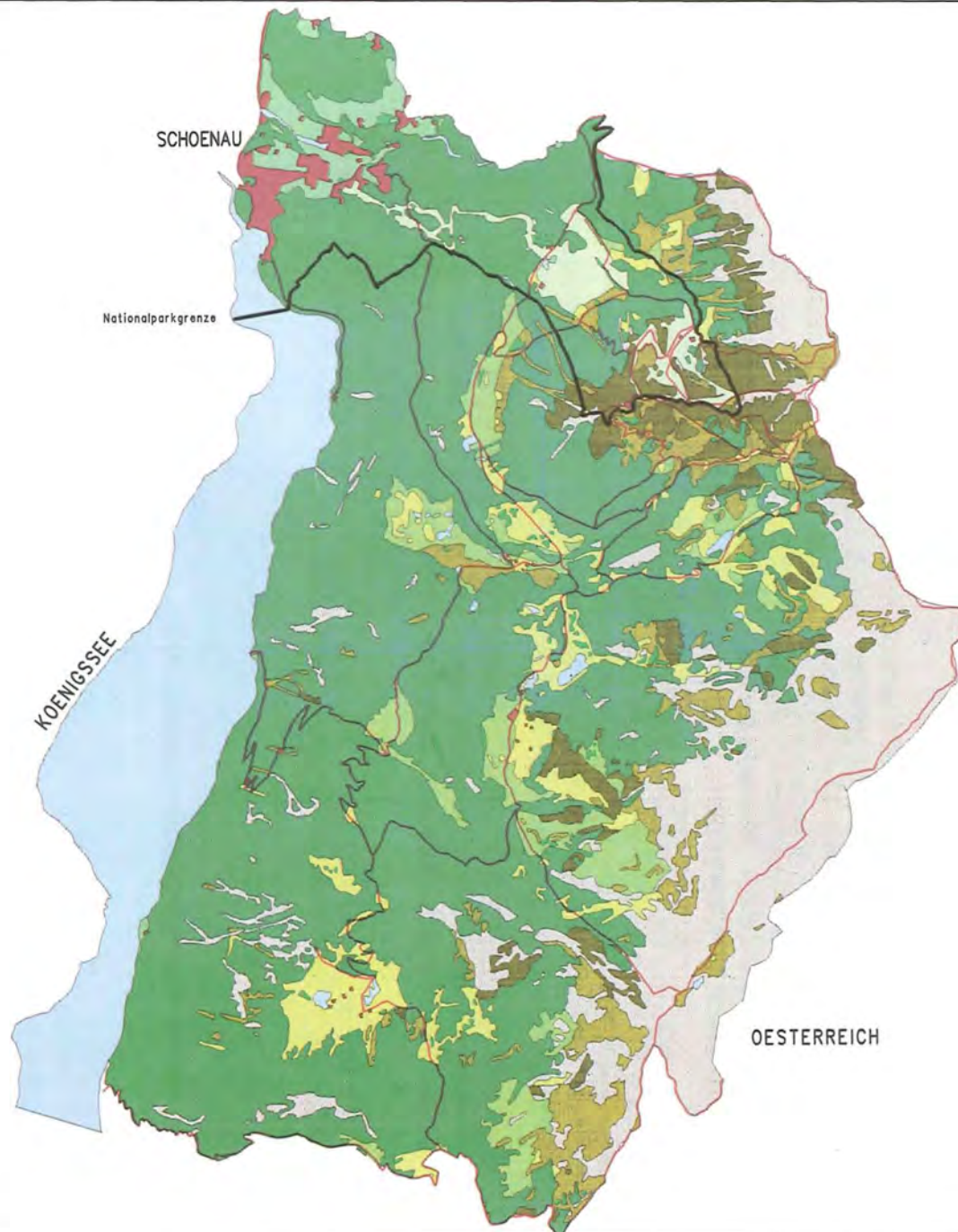
EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7



ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.2 Testgebiet Jenner
Landnutzungseinheiten (aggregiert)



LEGENDE

- Fels, Gesteinschutt z.T. mit einzelnen Baeumen, Latschen oder alpinen Rasen
- Alpine Rasen
- Zwergtrauchheiden, Latschen- und Gruenerlengebuesch
- Gewaesser, Gewaesserbegleitende Vegetation, Quellfluren, Moore
- Baumgruppen, Feldgehoeelze
- Waelder
- Almflaechen mit intensiven Weidengesellschaften
- Almflaechen mit alpinen Rasen, verarmt, aufgelassen oder in Sukzession
- Wiesen, Maeh- und Dauerweiden
- Skipisten, als Skipisten genutzte Almflaechen und Maehweiden
- Wanderwege
- Siedlungen, Verkehrsflaechen und Einzelgebäude

0m 250m 500m 1000m



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

konnten die Abgrenzung und Ansprache der erfaßten Landnutzungseinheiten überprüft und Interpretationsfehler der Luftbildkartierung korrigiert werden.

In Abb. 6.7 und Karte 6.2 ist das Spektrum der im Testgebiet Jenner vorkommenden Landnutzungseinheiten aggregiert dargestellt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß vorwiegend subalpine und alpine Landnutzungseinheiten (Felsbereiche, Schuttfuren, alpine Rasen, Latschen-, Alpenrosen- und Grünerlengebüsche, etc.) eine Fläche von insgesamt 944ha einnehmen.

Wälder wurden auf insgesamt 1.847ha Fläche kartiert, Almen sowie Wiesen und Weiden im Talbereich nehmen 383ha Fläche ein.

Kleinstrukturen (Gehölzgruppen) und Moore treten im Testgebiet Jenner lediglich auf insgesamt 31ha Fläche auf. Auf Siedlungen, Einzelgebäude und Verkehrsflächen entfallen 34ha.

6.1.4.1 Verteilung der Vegetationseinheiten

Zur Beschreibung der Landnutzungseinheiten wurde in den Testgebieten eine landnutzungsbezogene Vegetationskartierung von KÖPPEL et al. (1985) durchgeführt. Auf dieser Grundlage konnte die Verteilung der Vegetationseinheiten dargestellt und z.B. die Anzahl potentiell trittempfindlicher Pflanzen für die Landnutzungseinheiten ermittelt werden.

Da die Kartierungen nur für Testgebiete vorliegen, wird erst durch die Zuordnung dieser Daten zu den Landnutzungseinheiten eine flächendeckende Ergebnisdarstellung möglich, da diese für das gesamte Untersuchungsgebiet erfasst wurden.

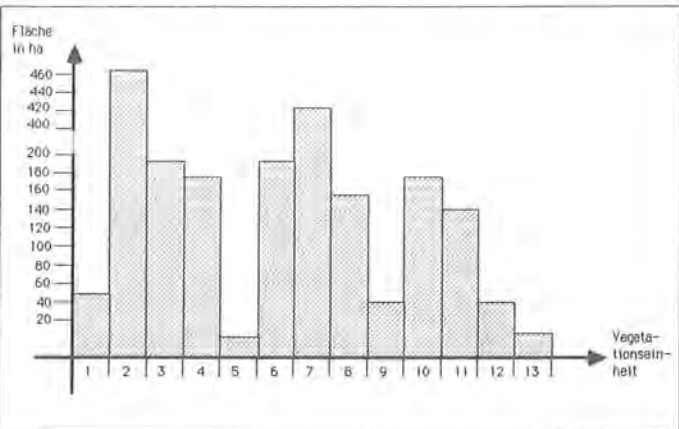
Das Ergebnis der landnutzungsbezogenen Vegetationskartierung ergab die im folgenden dargestellte Verteilung der Vegetationseinheiten im Testgebiet Jenner.

Das Spektrum der vorkommenden Vegetationseinheiten reicht von Grünlandflächen im Talbereich über Bergwälder und Almen bis hinauf in die Latschen- und Felsregion. Dabei werden Höhenunterschiede von 600–2.500m überwunden. Entsprechend vielfältig sind die vorkommenden Vegetationseinheiten, die aus diesem Grund zusammengefaßt (aggregiert) wurden.

Abb. 6.8 gibt einen Überblick über die Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Jenner, in Karte 6.3 sind diese kartographisch dargestellt.

Aus Abb. 6.8 und Karte 6.3 geht hervor, daß die größten Anteile der Vegetationseinheiten auf natürliche oder naturnahe Vegetationseinheiten, speziell Rasengesellschaften wie Polsterseggenrasen, Horstseggen und Blaugrashalden sowie Rostseggenhal-

Abb. 6.8: Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Jenner



VEGETATIONSEINHEITEN	ha
1 Steinschuttgeseellschaften	54,3
2 Mosaik aus Polsterseggenrasen, Horstseggen-Blaugrashalden, Latschengebüsch auf Fels	465,4
3 Alpine Rasen, vorwiegend Rostseggen und Blaugrasrasen	193,4
4 Latschen- und Alpenrosengebüsch	174,3
5 Quellflure, Moore (Rasenbinsenmoor, Davallseggenmoor)	14,3
6 Bergmischwälder der höheren Lagen (Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald)	193,3
7 Bergmischwälder der tieferen Lagen (Hainlattich-Tannen-Buchenwald)	436,3
8 Edellaubwälder (Schluchtwälder, Ahorn-Eschenwälder)	158,4
9 Hochstauden- und Lägerfluren, Grünerlengebüsch	44,3
10 Montane Kammgrasweiden, alpine Milchkräuterweiden	171,0
11 Borstgrasrasen, Zwergstrouchheiden u.a. Sukzessionsstadien auf Almen	142,8
12 Dauer-, Mähweiden sowie extensives Grünland	40,4
13 Skipistenensäten	15,2
Siedlungen, Verkehrsflächen, Einzelgebäude sowie Flächen ohne Angaben	1211,2

Im Bereich der Almflächen finden sich überwiegend Kammgras- und Milchkräuterweiden, Borstgrasrasen, Zwergstrauchheiden sowie Hochstauden- und Lägerfluren.

Die von STORCH (1984) vorgenommene Einteilung der Wälder zur Beschreibung der Vegetationseinheiten folgt Kriterien der potentiellen natürlichen Vegetation und weicht somit von der aktuellen Waldzusammensetzung ab. Danach sind die Bergmischwälder der tieferen Lagen (Hainlattich-Tannen-Buchenwald) potentiell dominant vertreten, gefolgt von den Bergmischwäldern der höheren Lagen (Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald) und den Edellaubwäldern.

Quellflure und Moore sowie angesätes Grünland der Skipisten erreichen im Testgebiet Jenner nur sehr geringe Flächenanteile.

6.1.5 Sommertouristische Nutzung

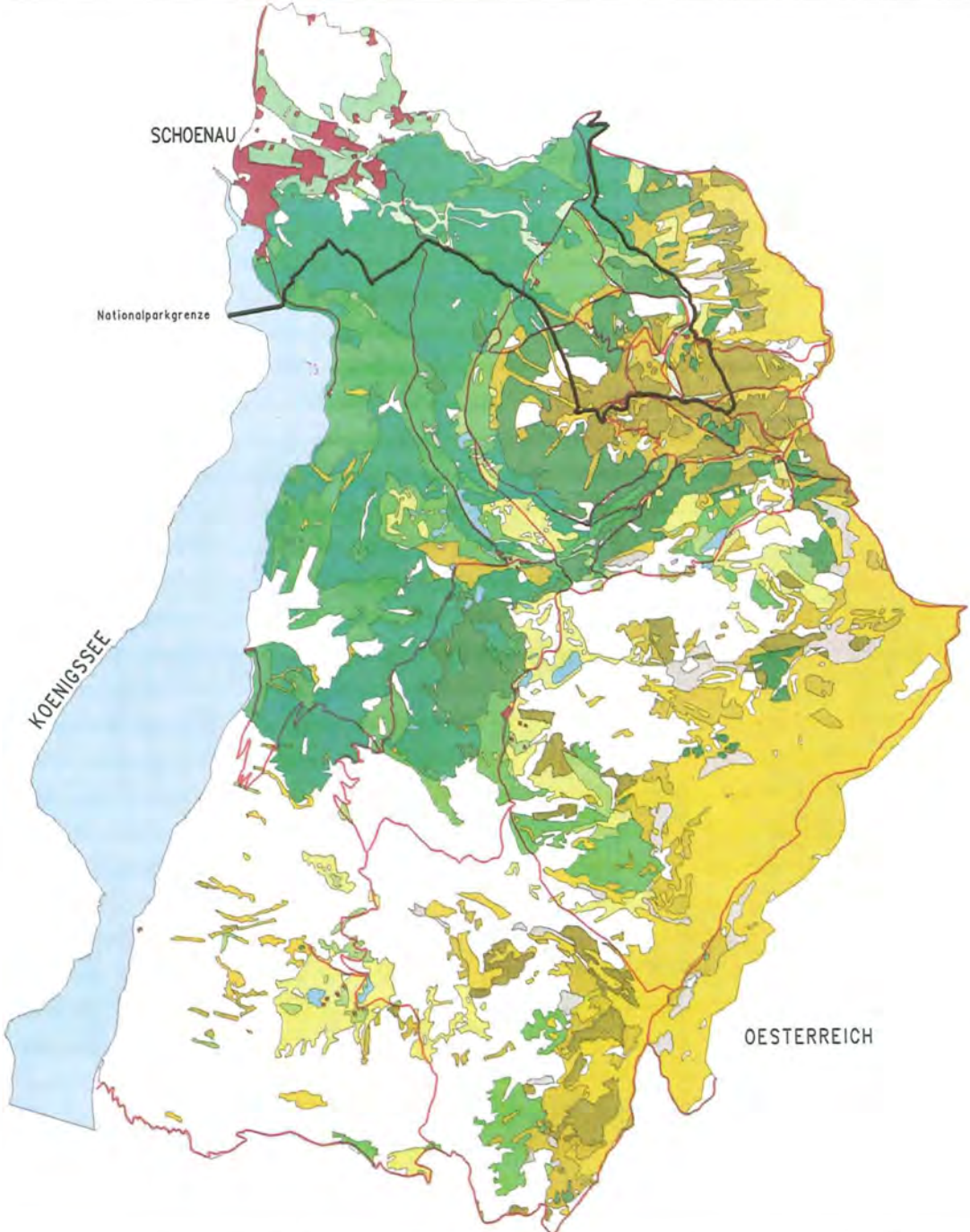
6.1.5.1 Verteilungsstrukturen der Sommertouristen

Durch Trittwirkung beeinflusste Flächen erstrecken sich zum einen linear als mehr oder weniger breite Streifen (je nach Begehbarkeit des Geländes in Abhängigkeit von der Hangneigung) parallel der Wege („lineare Raumnutzung“), zum anderen sind durch eine „homogene Raumnutzung“ breitflächige Schäden zu verzeichnen. Der zweite Fall gilt z.B. für die Gipfelbereiche. Nach RINGLER (1983) lassen sich

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.3 Testgebiet Jenner
Vegetationseinheiten (aggregiert)



LEGENDE

- Steinschuttgesellschaften
 - Mosaik aus Polsterseggenrasen, Horstseggen-Blaugrashalden, Latschengebüsch und einzelnen Bäumen auf Fels
 - Alpine Rasen, vorwiegend Rostseggen- und Blaugrashalden z.T. beweidet
 - Latschen- und Alpenrosengebüsch (z.T. aufgelichtet oder mit lichtigem Baumbestand)
 - Quellfluren, Moore (Rasenbinsenmoor, Davallseggenmoor, Braunseggensumpf)
 - Bergmischwälder der höheren Lagen (Rostseggen-Hainlattich-Tannen-Buchenwald)
 - Bergmischwälder der tieferen Lagen (Hainlattich-Tannen-Buchenwald)
 - Edellaubwälder (Schluchtwälder, Ahorn-Eschenwälder)
 - Hochstauden- und Laegerfluren, Gruenerlengebüsche
 - Montane Kammgrasweiden, alpine Milchkräuterweiden auf Almen und im Waldbereich
 - Borstgrasrasen, Zwergstrauchheiden und andere Sukzessionsstadien auf Almen
 - Dauer- und Mähweiden sowie extensives Grünland, im Talbereich Goldhaferwiesen
 - Skipistenansaat
 - Wanderwege
 - Siedlungen, Verkehrsflächen und Einzelgebäude
 - Keine Angabe
- 0m 250m 500m 1000m
- L.SPANDAU
LEHRSTUHL FÜR LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MÜNCHEN WEIHENSTEPHAN
- EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

drei Grundtypen sommertouristisch beeinflusster Erholungsgebiete im Gebirge unterscheiden:

1. Erholungsgebiete mit Konzentrationspunkt
2. Erholungsgebiete mit Konzentrationsachse
3. Erholungsgebiete ohne Konzentrationstendenz.

In Erholungsgebieten mit Konzentrationspunkt richtet sich der gesamte Besucherstrom auf einen zentralen Anziehungspunkt (z.B. Gipfel, Almhütte, etc.). Da sich die Konzentrationsfläche bei steigendem Besucherdruck ins Umfeld ausdehnt, die meisten Touristen aber in der Nähe des Zielpunktes verweilen, spricht RINGLER (1983) von einer Gradientenwirkung. Dies bedeutet, daß in Erholungsgebieten mit Konzentrationspunkt und massentouristischer Nutzung neben den Gipfeln auch die Gipfelhänge von rastenden Gruppen belagert werden.

Die räumliche Nutzungsausbreitung wird nur durch topographische Gegebenheiten oder bestimmte Vegetationseinheiten (z. B. Krummholzbestände) begrenzt.

In Erholungsgebieten mit Konzentrationsachsen nimmt die Besucherdichte entlang einer Hauptachse mit zunehmender Entfernung der (Teil-)Zielgebiete von dem zentralen Erschließungspunkt(en) ab (KARAMERIS, 1982). Dies bedingt, daß die Besucherdichte entlang einer Hauptachse durch Erschließungspunkte (Seilbahnen, Parkplatz, etc.) differenziert wird.

Im Gegensatz zu den Erholungsgebieten mit Konzentrationsachsen breitet sich in Erholungsgebieten ohne Konzentrationstendenz der Besucherstrom mehr oder weniger gleichmäßig aus, nimmt aber ebenfalls mit zunehmender Entfernung von den Erschließungspunkten ab. In diesen Erholungsgebieten ist oft eine „homogene sommertouristische Raumnutzung“ zu verzeichnen (vgl. a. RINGLER, 1983).

Im Testgebiet Jenner konnten alle drei Grundtypen der aufgeführten Verteilungsstrukturen der Sommer-touristen festgestellt werden. Der Bereich des Jennergipfels mit seinem direkten Umfeld kann als Erholungsgebiet mit Konzentrationspunkt bezeichnet werden.

Die mehr oder weniger ebenen bzw. zugänglichen Flächen entlang der Konzentrationsachsen werden durch Lagern, Picknicken etc. touristisch beeinflusst. Diese beeinflussten Bereiche gehören zum zweiten Grundtyp der Verteilungsstrukturen.

Von der Berg- und der Mittelstation der Jennerbahn ausgehend, laufen Konzentrationsachsen ins Untersuchungsgebiet, wobei mit zunehmender Entfernung von den Erschließungspunkten die Wegfrequenz abnimmt (vgl. Karte 6.4).

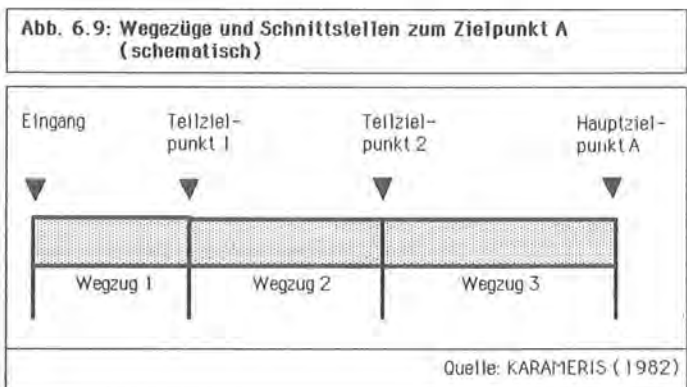
Im Testgebiet Jenner ist kein „klassischer Grundtyp“ der Verteilungsstrukturen, sondern eine Kombination aller drei Grundtypen zu verzeichnen.

6.1.5.2 Untersuchungsmethoden zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung im Testgebiet Jenner

Zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung wurden neben den Untersuchungen des Verfassers noch Studien von KARAMERIS (1982) und MANGHABATI (1983, 1984) durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Untersuchungsmethoden erarbeitet und angewendet.

Die von KARAMERIS (1982) entwickelte Methode zur Erfassung der Erholungsnachfrage basiert auf der Registrierung der in den Nationalpark ein- bzw. ausströmenden Besuchermengen und auf der Analyse des Verhaltens der Besucher (Verteilung der Besucher auf das Gebiet des Nationalparks, ihre Aktivitäten etc.).

Für diese Registrierung unterteilte KARAMERIS (1982) die Hauptwege zu den touristischen Zielpunkten im Nationalpark durch definierte Schnittstellen. Diese wurden jeweils an „Teilzielpunkten“ entlang des Hauptweges bis zu dem zentralen „Hauptziel-punkt“ gelegt. Zwischen den Schnittstellen liegen entsprechende Wegezüge (s. Abb. 6.9).



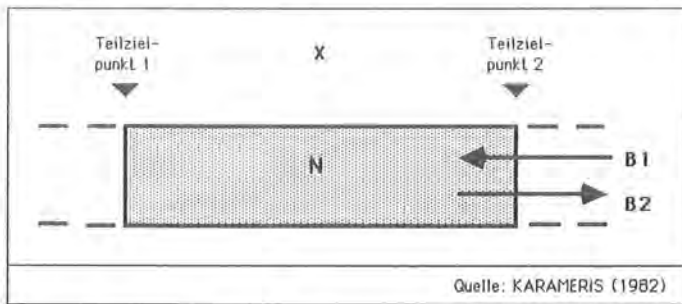
Zur Registrierung der Touristen ging KARAMERIS (1982) folgendermaßen vor: Bei Zurücklegung eines Wegezuges von seinem Anfang bis zu seinem Ende setzt sich die von einem Registrierer erfaßte Besuchermenge aus den Besuchern, die von ihm überholt wurden, plus den Besuchern, die entgegenkamen, zusammen.

Hierbei wurde unterstellt, daß die Besuchermenge, die den Wegezug vor dem Begang des Registrierers verläßt, gleich der Besuchermenge ist, die vor dem Registrierer bei dessen Begang in den Wegezug einströmt (s. Abb. 6.10).

Abb. 6.10 zeigt schematisch die Erfassung von N Besuchern auf dem Wegezug X zwischen den Teilzielpunkten 1 und 2, wobei die in den Wegezug einströmende Besuchermenge B 1 gleich der aus dem Wegezug ausströmenden Besuchermenge B 2 ist.

Von dem Registrierer wurden die Wegezüge in einer vorgeschriebenen Zeitspanne abgegangen und alle Besucher registriert, die er auf diesem Wegezug an-

Abb. 6.10: Schematische Darstellung der Besucherströme eines Wegezuges X



Quelle: KARAMERIS (1982)

traf, d.h. die er überholte, die ihn überholten oder die ihm entgegenkamen. Nachdem alle in einer Bewegungsrichtung liegenden Wegezüge abgegangen waren, wurden dieselben nochmals in umgekehrter Bewegungsrichtung abgegangen und die Besucher ebenfalls registriert.

Der Vorteil der von KARAMERIS (1982) entwickelten Untersuchungsmethode ist darin zu sehen, daß mit sehr geringem Personalaufwand eine Registrierung von Besuchermengen durchgeführt werden kann. Der Nachteil dieser Erfassungsmethode liegt darin, daß die aus einem Wegezug ausströmende Besuchermenge nicht gleich der in den Wegezug einströmenden Besuchermenge ist (SPANDAU, 1983). Es sind vielmehr tageszeitabhängige Touristenströme zu den Hauptzielpunkten zu verzeichnen, die über einen Hauptweg A zu einem Zielpunkt gelangen und über einen Hauptweg B das Untersuchungsgebiet wieder verlassen. Die Methode von KARAMERIS ist erfolgreicher und genauer, wenn die Registrierungen der Touristen während der „Haupt-Einströmzeit“ und der „Haupt-Ausströmzeit“ auf den jeweiligen Wegezügen durchgeführt werden.

Vom Verfasser wurden zur Registrierung der Sommertouristen mehrere Touristenzählungen durchgeführt (vgl. SPANDAU, 1983). Um die Anzahl der Touristen in den unterschiedlich stark genutzten Bereichen des Untersuchungsgebietes genau erfassen zu können, wurde an jeder größeren Wegekreuzung eine Zählstelle eingerichtet. Es ergaben sich 22 Zählstellen, die mit jeweils 2 Personen besetzt wurden, so daß für jede Zählaktion 44 Registrierer eingesetzt wurden.

An den Zählstellen wurden die passierenden Touristen auf einem Formblatt (s. Abb. 6.11) jeweils in einer Bewegungsrichtung registriert. Um alle passierenden Touristen erfassen zu können, wurde für jede Zählstelle ein Formblatt mit gegenläufiger Bewegungsrichtung erstellt.

Der Vorteil dieser vom Verfasser angewendeten Registrierungsmethode liegt darin, daß die touristische Frequentierung der einzelnen Wegeabschnitte sehr genau erhoben und damit unterschiedlich intensiv touristisch genutzte Bereiche ermittelt werden können. Mit diesen Stichproben-Registrierungen wurde weiterhin eine abgesicherte Grundlage für die Errechnung der sommertouristischen Nutzung im Untersuchungsgebiet bereitgestellt.

Der größte Nachteil dieser Methode ist, daß die Touristenregistrierung einen sehr hohen Personalaufwand und damit einen hohen Organisationsaufwand erfordert (Erstellung der Formblätter, Einweisung der Registrierer, Ortsbegehung vor der Zählaktion etc.). Aufgrund dieses Aufwandes müssen die Zählaktionen langfristig geplant werden, wobei es z.T. schwierig ist, Ausweichtermine für Tage mit schlechtem Wetter festzulegen, an denen alle Registrierer wieder zur Verfügung stehen.

Um diesen Organisations- und Personalaufwand zu reduzieren, wurden vom Verfasser parallel zu den Zählaktionen Registrierungen mit Lichtschranken durchgeführt (SPANDAU, 1983).

Im Rahmen dieser technischen Zählmethode wurden Sender und Empfänger der Lichtschranken links und rechts des Weges aufgestellt und das Zählwerk abseits der Wege versteckt. Beim Passieren der Lichtschranke wird der Lichtstrahl unterbrochen und das Zählwerk in Betrieb gesetzt (s.a. SPANDAU, 1983).

Der Vergleich der Ergebnisse der technischen und der manuellen Zählungen ergaben erhebliche Abweichungen.

Diese lassen sich folgendermaßen erklären:

- > Auf den z.T. sehr breiten Wegen gehen oft mehrere Personen nebeneinander, werden aber von der Lichtschranke nur als eine Person registriert.

Abb. 6.11: Formblatt für Touristenzählung

		Zeit -10	-11	-12	-13	-14	-15	> 15
	Zählstelle: _____							
	Datum: _____							
	Zeit: _____							
	Name: _____							
	Wetter: _____							
Pers. auf Weg 								
Pers. neben Weg								
Pers. auf Weg 								
Pers. neben Weg								
Pers. auf Weg 								
Pers. neben Weg								
Pers. auf Weg 								
Pers. neben Weg								

Quelle: SPANDAU (1983)

- > Touristen entdeckten z.T. die Lichtschranken und betrachteten es als Spaß, durch Hin- und Herspringen die Zählungen zu verfälschen.
- > Neben technischen Problemen wurden die Lichtschranken von Touristen häufig außer Betrieb gesetzt.

Die von MANGHABATI (1983, 1984) durchgeführten Zählaktionen bestätigten die aufgeführte Problematik.

Zählungen mit dem Einsatz von Lichtschranken sind daher nicht geeignet, die sommertouristische Nutzung zu erfassen.

Die effizienteste Methode zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung ist wohl eine Kombination der Methoden von KARAMERIS und SPANDAU. Neben temporär durchgeführten genauen Touristenzählungen mit großem Personalaufwand während der Hauptnutzungszeiten sind stichprobenweise Zählungen von einzelnen Registrierern auf definierten Wegeabschnitten durchzuführen. Die Kombination der Ergebnisse ergibt ein sehr genaues Bild der Verteilung der Touristen im Untersuchungsgebiet.

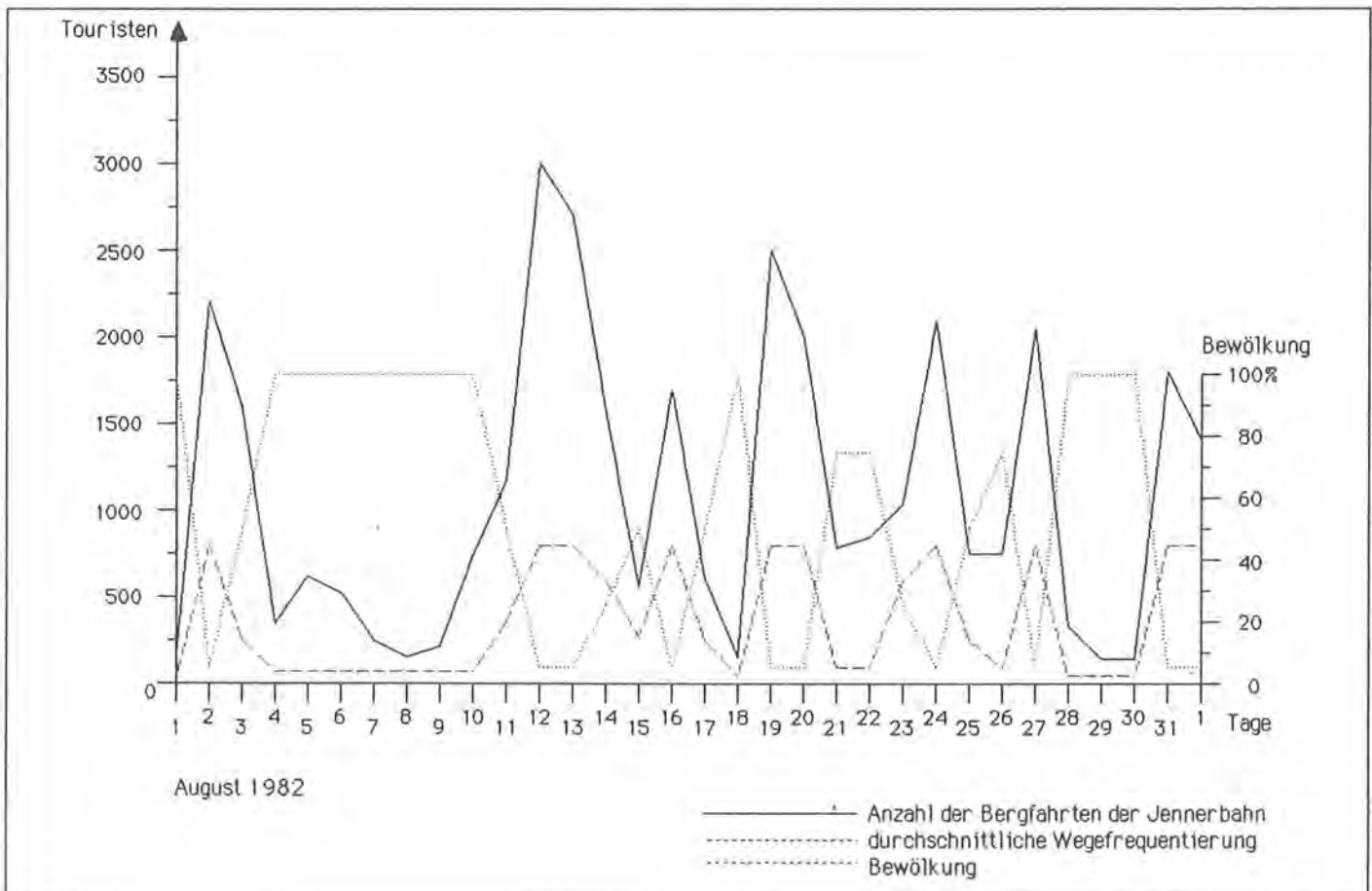
6.1.5.3 Verteilung der Sommertouristen

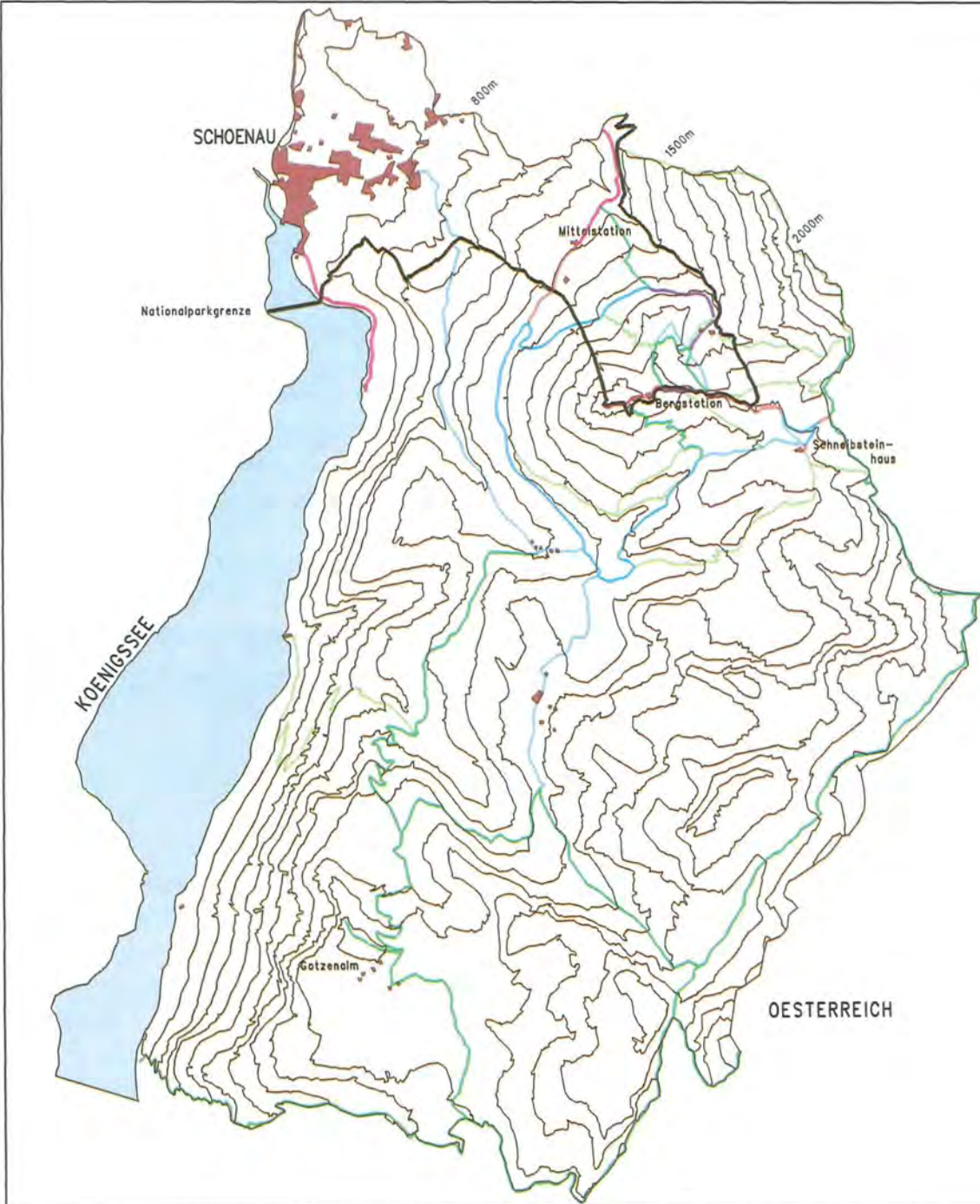
Auf der Basis der Erhebungen von BERG (1981), KARAMERIS (1982), SPANDAU (1983) und MANG-

HABATI (1984) konnte die Verteilung der Sommertouristen im Untersuchungsgebiet ermittelt werden. Die Autoren ermittelten als Charakteristikum im Testgebiet Jenner massentouristisch und touristisch genutzte Bereiche, also eine Kombination der drei Grundtypen sommertouristischer Verteilungsstrukturen. Der massentouristisch genutzte Bereich liegt im Zentrum des Testgebietes mit dem Hauptzielpunkt „Jenner“ (Erholungsgebiet mit Konzentrationspunkt).

In den Monaten von Juli bis Mitte Oktober wurde auf diesen Wanderwegen eine durchschnittliche Frequentierung von 600–800 Touristen/Tag registriert (KARAMERIS, 1982; SPANDAU, 1983; MANGHABATI, 1984). Herauszuheben sind in dem massentouristisch genutzten Bereich die Gipfelpromenade von der Bergstation der Jennerbahn zum Jennergipfel, auf welcher an sonnigen Sommertagen bis zu 2.700 Touristen registriert wurden (BERG, 1981; SPANDAU, 1983). Ein weiterer, über der durchschnittlichen Frequentierung von 600–800 Touristen/Tag liegender Wegezug ist der Gratweg von der Jennerbahn-Bergstation zum Schneibstein- bzw. Stahlhaus, auf welchem Spitzenbelastungen bis zu 1.900 Touristen/Tag registriert wurden (BERG, 1981; SPANDAU, 1983). Diese Bereiche gehören zu dem Typ „Erholungsflächen mit Konzentrationstendenz“. BERG (1981) errechnete eine Frequentierung von ca. 300.000 Begehungen/Jahr für die Gipfelpromenade und ca. 167.000 Begehungen/Jahr für den Gratweg.

Abb.6.12: Durchschnittliche Wegefrequenz im Jennergebiet in Abhängigkeit der Anzahl der Bergfahrten der Jennerbahn und der Bewölkung





ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.4 Testgebiet Jenner
Sommertouristische Nutzung (Wegefrequenzierung)

LEGENDE

- - 50 Personen/Tag
- 51 - 100 Personen/Tag
- 101 - 200 Personen/Tag
- 201 - 300 Personen/Tag
- 301 - 400 Personen/Tag
- 401 - 500 Personen/Tag
- > 500 Personen/Tag
- Siedlungen, Einzelgebäude



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

Der Grund für die hohe Frequentierung im direkten Gipfelbereich des Jenner und dem angrenzenden Umfeld liegt in der guten Erreichbarkeit dieser Orte.

Die Jennerbahn, deren Bergstation unterhalb des Jennergipfels liegt, transportiert an sonnigen Sommertagen bis zu 3.000 Besucher in das Untersuchungsgebiet (s. Abb. 6.12). Weiterhin gelangen von einem großen Parkplatz auf Höhe der Jennerbahn-Mittelstation bei schönem Wetter bis zu 1.100 Touristen/Tag in das Untersuchungsgebiet. Die von diesem Parkplatz ausgehenden Wanderwege sind ein Beispiel für den Typ „Erholungsgebiet mit Konzentrationsachse“. Hier nimmt mit zunehmender Entfernung vom Ausgangspunkt die Wegefrequenz durch mehrere Teilzielorte ab. Ein Teilzielort ist z.B. die Mittelstation der Jennerbahn.

In Abb. 6.12 werden die Beförderungszahlen der Jennerbahn für August 1982¹, die erhobenen durchschnittlichen Wegefrequenzen und die Wetterlage – ausgedrückt in der Bewölkung gegenübergestellt.

Insgesamt wurden im August 1982 33.929 Touristen zur Bergstation befördert, wobei an 7 Tagen die Beförderungszahlen über 2.000 Touristen lagen. Wie bereits erwähnt, liegen die Spitzenfrequenzen einzelner Wegeabschnitte an diesen Sommertagen bei 2.700 Touristen. Touristenzählungen auf dem Wegenetz im Umfeld der Jennerbahn-Bergstation ergaben eine durchschnittliche Frequentierung von bis zu 800 Touristen/Tag (s. Karte 6.4).

Mit wachsender Entfernung vom Jennergipfel und dem zugehörigen Umfeld nimmt dann der Besucherdruck sehr schnell ab (s.a. Karte 6.4). Die Wege außerhalb des massentouristisch genutzten Bereiches werden im Durchschnitt in den Sommermonaten von 80 – 160 Touristen/Tag frequentiert.

Karte 6.4 zeigt die unterschiedlich intensive sommerkundliche Nutzung im Testgebiet Jenner, dargestellt an der durchschnittlichen Wegefrequenz im Sommer.

6.2 Das Testgebiet Funtensee

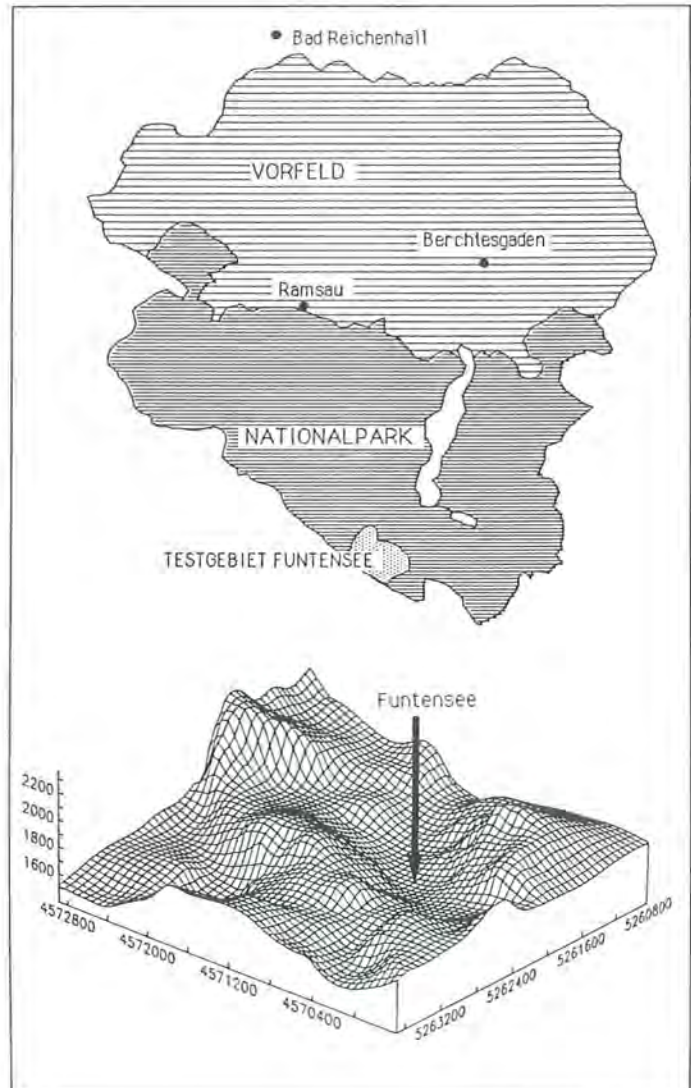
Das 470ha große Testgebiet Funtensee liegt auf der Hochfläche des Steinernen Meeres am Südrand des Nationalparks Berchtesgaden. Die Staatsgrenze zwi-

schen der Bundesrepublik Deutschland und Österreich quert die verkarstete Hochfläche des flächenmäßig größten Kalkstockes der Berchtesgadener Alpen ohne direkten Bezug zum Relief und bildet die Südgrenze des Testgebietes Funtensee. Im Osten verläuft die Testgebietsgrenze über das Stuhloch, im Norden begrenzt die Grünseealm das Untersuchungsgebiet. Die Ostgrenze verläuft auf der 1.800m-Höhenlinie.

Benannt ist das Testgebiet nach dem in seinem Zentrum gelegenen Funtensee.

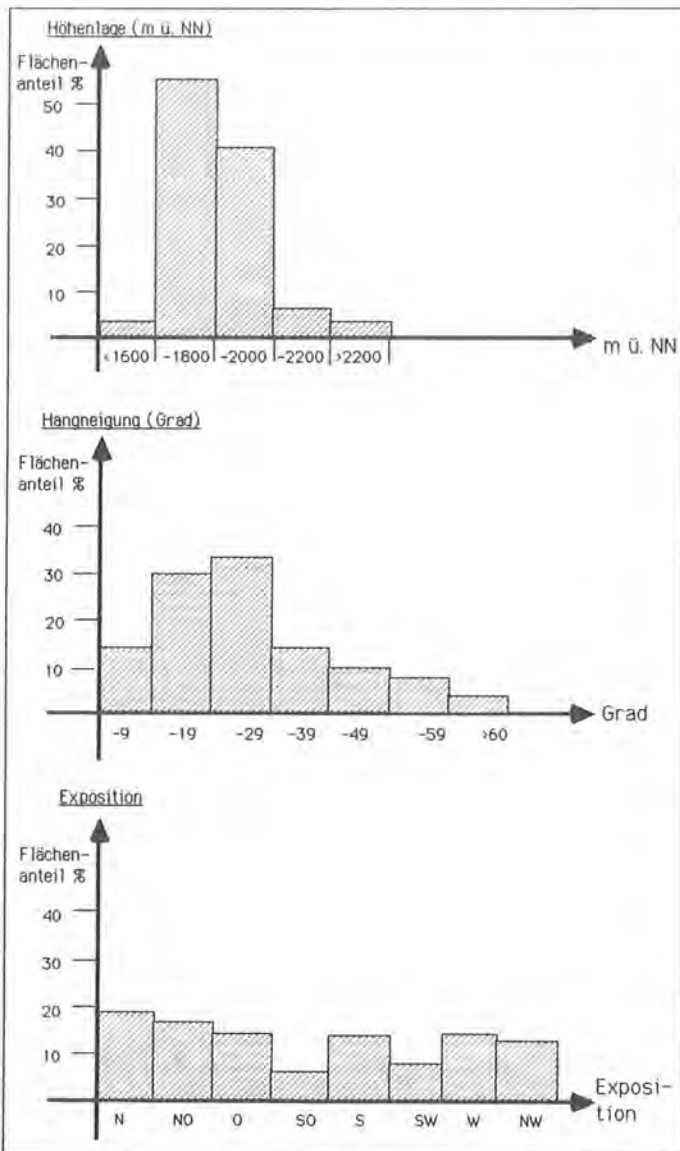
Nach AIGNER (1932) wird der Name „Funtensee“ auf zwei verschiedene Arten erklärt. Funtensee könnte von fontem fontana = die Quelle hergeleitet worden sein, also Quellensee. Dies wäre aber der einzige lateinische Name im Steinernen Meer. AIGNER (1932) geht aus diesem Grund davon aus, daß Funtensee von einer Forellenart, die als Funken bezeichnet wurde, abgeleitet wurde. Danach hätte der See früher Funkensee geheißen. Angeblich haben zur Zeit, als der Funtensee noch einen höheren Wasserspiegel hatte, Klosterbrüder Forellen (Funken) ausgesetzt.

Abb. 6.13: Geographische Lage und 3-dimensionale Darstellung des Testgebietes Funtensee



¹ Leider unterstützte die Jennerbahn AG die Untersuchungen nur bis zu diesem Zeitpunkt. Nach diesem Zeitraum stellte die Jennerbahn AG die notwendigen Daten nicht mehr zur Verfügung. Dem Verfasser wurde allerdings gestattet, die Daten einzusehen. Das Ergebnis dieser Einsichten ist, daß in den Sommermonaten bei gleichen Wetterbedingungen annähernd die gleichen Beförderungszahlen zu verzeichnen sind (Vergleich von 1982 – 1985), so daß der zur Auswertung herangezogene Monat repräsentativ für die Sommermonate angesehen werden kann.

Tab. 6.3: Verteilung von Reliefaktoren im Testgebiet Funtensee



Geomorphologisch gesehen ist das Funtenseegebiet charakteristisch für das verkarstete Plateaugebirge „Steinernes Meer“.

Die Bezeichnung Plateaugebirge steht hier nicht für eine den Gebirgsstock charakterisierende Hochfläche, sondern vielmehr für einen Gebirgsstock mit dem „Relief vom Typus eines Mittelgebirges überragt von einem Kargebirge“ (FISCHER, 1985). Zu den Erhebungen des „Kargebirges“ zählen im Testgebiet Funtensee z.B. der Viehkogel, der Feldkogel, der Stuhlgrabenkogel.

Die mehrfache Vergletscherung im Pleistozän hat zur Entstehung dieser Bergformen entscheidend beigetragen, indem vom Eis von mehreren Seiten Kare in die Vollformen eingearbeitet wurden oder aber die bewegten Eismassen an den Bergflanken einen kräftigen Schliff ausübten, Schliffkehlen aushobelten und so die steilwandigen hörnerartigen Bergformen entstehen ließen (FISCHER, 1985).

Neben diesen Bergformen entstanden aber auch große geschlossene Hohlformen, die in die Gebirgsstö-

cke eingesenkt sind. Die größte Hohlform mit über 2km Längserstreckung und etwa 750m Breite ist das Gebiet des Funtensees.

Der Wasserspiegel des Funtensees liegt bei 1.601 m ü. NN. Er ist 34.400m² groß und maximal 5,5m tief (NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1985).

Der maximale Höhenunterschied im Testgebiet Funtensee beträgt 557m (Funtensee 1.601m, Viehkogel 2.158m).

Hangneigungen von 10–19 und 20–29 Grad überwiegen und nehmen ca. 60% der Fläche des Testgebietes ein. Alle weiteren Hangneigungsstufen liegen unter 20% Flächenanteil und verteilen sich nahezu gleichmäßig über die Gruppen (s. Tab. 6.3).

Im Unterschied zum Testgebiet Jenner überwiegt im Testgebiet Funtensee keine Exposition, hier sind alle Expositionen mit nahezu gleichen Flächenanteilen vertreten.

6.2.1 Gesteine

Eine Beschreibung der Gesteine im Testgebiet Funtensee wurde von LANGENSCHIEDT (1986) erstellt, der dazu neben eigenen Kartierungen Arbeiten von FISCHER (1985), JASKOLLA et al. (1985) und SCHMOLIN (1978) ausgewertet hat.

Danach ist der Dachsteinkalk das vorherrschende Gestein im Funtenseegebiet. Durch Verkarstungsprozesse entstand ein reicher Karstformenschatz.

Die ältesten Gesteine der Triaszeit, die Werfener Schichten, treten im Funtenseegebiet nur kleinräumig auf, ebenso wie die Reichenhaller Schichten und der Ramsaudolomit.

Der Übergang von der Triaszeit zum Jura wird durch den Dachsteinkalk-Verwitterungshorizont gebildet (LANGENSCHIEDT, 1986). Dieser wird charakterisiert durch seine hohe Anfälligkeit gegenüber Verkarstungserscheinungen sowie das gehäufte Auftreten von Dolinen.

Die Gesteine des Jura (Rote Liaskalke, Rote Knollenkalke und Plassenkalk) lagern in geringer Mächtigkeit dem Dachsteinkalk auf. Auffällig ist vor allen Dingen die rote Farbe dieser Gesteine.

Sedimente des Quartär treten im wesentlichen in zwei Ausbildungen auf. Zum einen sind dies Moränenbildungen, zum anderen verschiedene Schuttkörper, wie Bergstürze, Hangschutt, Talschotter. Beherrschendes Gestein der Moränen und Schuttkörper ist wiederum der Dachsteinkalk. Die quartären Lockersedimente überdecken die Gesteine des Dachsteinkalkes und des Jura.

Karte 6.5 gibt einen Überblick über die Gesteine im Testgebiet Funtensee.

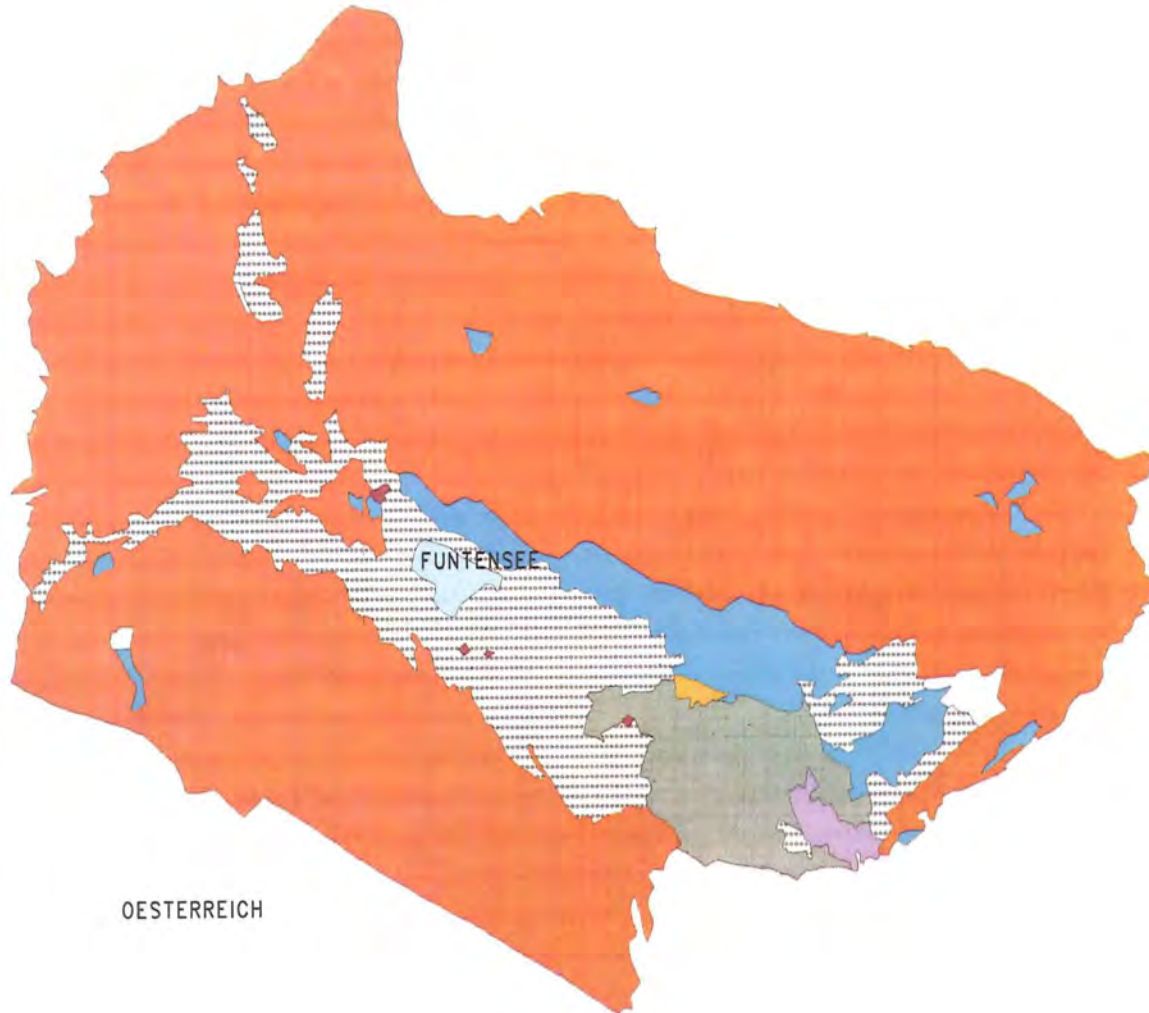
ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.5 Testgebiet Funtensee
Gesteine (aggregiert)

LEGENDE

-  Quartär:
Moraenen, Hangschutt, Talschotter
-  Jura:
Rote Liaskalke, Plassenkalk
-  Trias:
Dachsteinkalk
-  Trias:
Ramsaadolomit, Karnisch - Norischer Dolomit
-  Trias:
Gutensteiner und Reichenhaller Schichten
-  Trias:
Worfener Schichten
-  Berghuetten, Unterkunftsbaeuser
-  Keine Angabe



OESTERREICH



●▲ L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI. 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

6.2.2 Klima

Für das Testgebiet Funtensee sind keine klimatischen Messungen, mit Ausnahme der mittleren Monatssummen der Niederschläge von 1901–1925, verfügbar. Aus diesem Grund müssen Klimadaten vergleichbarer Lagen als Orientierungswerte herangezogen werden.

Die Klimastation Jenner ist die dem Testgebiet Funtensee am nächsten gelegene. Die Klimadaten der Jennerstation wurden als Orientierungswerte auf das Testgebiet Funtensee übertragen. Es kann davon ausgegangen werden, daß die klimatischen Verhältnisse hier ähnlich denen im Testgebiet Jenner sind.

Nach den Daten über die mittlere Monatssumme der Niederschläge für die Meßzeit 1901–1925 (s. Abb. 6.14) waren die höchsten Niederschlagswerte im Juli mit 330mm zu verzeichnen. Die Niederschlagskurven für die Testgebiete Jenner und Funtensee sind besonders in den Monaten von Januar bis April und von September bis Dezember ähnlich. In den Monaten Mai bis August allerdings ist die mittlere Monatssumme der Niederschläge im Testgebiet Funtensee höher als im Testgebiet Jenner (vgl. Abb. 6.5 und Abb. 6.14).

ENDERS (1979) errechnete für das Funtenseegebiet einen Jahresniederschlag von 2.100–2.500mm. Der Jahresniederschlag der beiden Testgebiete ist damit nahezu identisch (s. Kap. 6.1.2).

Als Jahrestemperaturmittel errechnete ENDERS (1979) für das Funtenseegebiet 1–3°C, während für die Jenner-Bergstation ein Jahresmittel von 2.3°C errechnet wurde.

Diese Werte verdeutlichen, daß die klimatischen Verhältnisse der Testgebiete Jenner und Funtensee ähnlich sind. Unterschiede dürften vor allem in den mikroklimatischen Eigenschaften zu verzeichnen sein, über die aber keine Daten vorliegen.

6.2.3 Böden

Für das Testgebiet Funtensee liegt keine Bodenkarte vor. Zur Beschreibung der möglichen großflächigen Verteilung der Böden im Funtenseegebiet wurden Angaben des BAYERISCHEN GEOLOGISCHEN LANDESAMTES (1975) über mögliche Bodenbildungen in Abhängigkeit vom Ausgangsgestein ausgewertet.

Danach dürften flachgründige, wenig entwickelte Karbonatrohböden über dem flächenmäßig verbreitetsten Gestein – dem Dachsteinkalk – sowie über Ramsadolomit und Reichenhaller Schichten überwiegen. Diese Karbonatrohböden können weiter spezifiziert werden: auf Nordhängen können über den o.a. Gesteinen Tangel- oder Moderrendzinen und auf den Südhängen Mullrendzinen entstehen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, 1975).

Größere Bereiche im Untersuchungsgebiet werden von Lockergesteinen des Quartär gebildet, auf denen sich vorwiegend flach- bis mittelgründige, steinige Lehme, wie z.B. Schotterrendzinen und Mullrendzinen entwickeln können.

Auf den jurassischen Gesteinen entwickeln sich potentiell Pararendzinen oder Braunerden, während über den mergelig verwitternden Werfener Schichten der Trias potentiell Mergelrendzinen entstehen (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, 1975).

Aufgrund der großen Flächenanteile, die der Dachsteinkalk als triassisches Gestein sowie Moränen, Hangschutt, Bergsturz und Talschotter als Gesteine des Quartär einnehmen, kann davon ausgegangen werden, daß die großflächig verbreiteten Böden Karbonatrohböden und aus flachgründigen, steinigen Lehmen gebildete Rendzinen sind.

Diese Beschreibung der Böden im Funtenseegebiet kann aber nur einen groben Überblick über die mögliche Verteilung der Böden vermitteln.

6.2.4 Verteilung der Landnutzungseinheiten

Auf der Grundlage einer Luftbildinterpretation wurden die Landnutzungseinheiten für das Funtenseegebiet erfaßt.

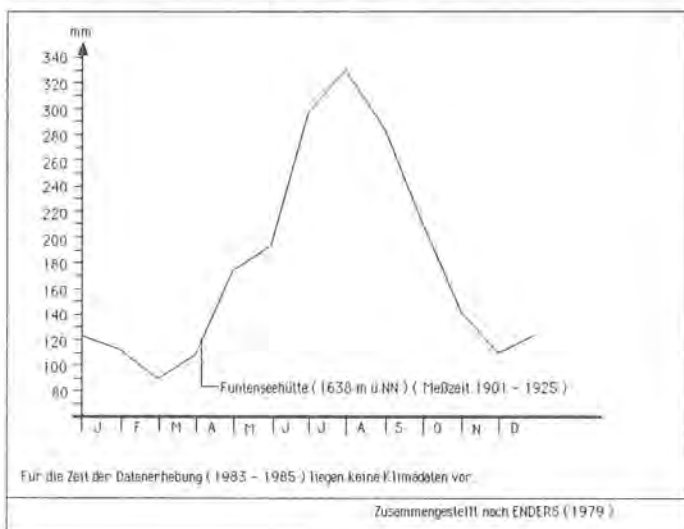
In Abb. 6.15 und Karte 6.6 ist die Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten dargestellt.

Die verschiedenen Ausprägungen der Lärchenwälder nehmen mit insgesamt 160.9ha die größten Flächenanteile ein. Überwiegend naturnahe Waldgesellschaften kommen auf 80.7ha vor.

Weitere Landnutzungseinheiten mit naturnahem Charakter im Testgebiet Funtensee sind:

Fels, Karrenfelder (96.6ha), Gesteinsschutt, Gesteinsschuttfuren (20.0ha), Alpine Rasen (48.7ha) Latschengebüsch, Zwergstrauchheiden (19.7ha) so-

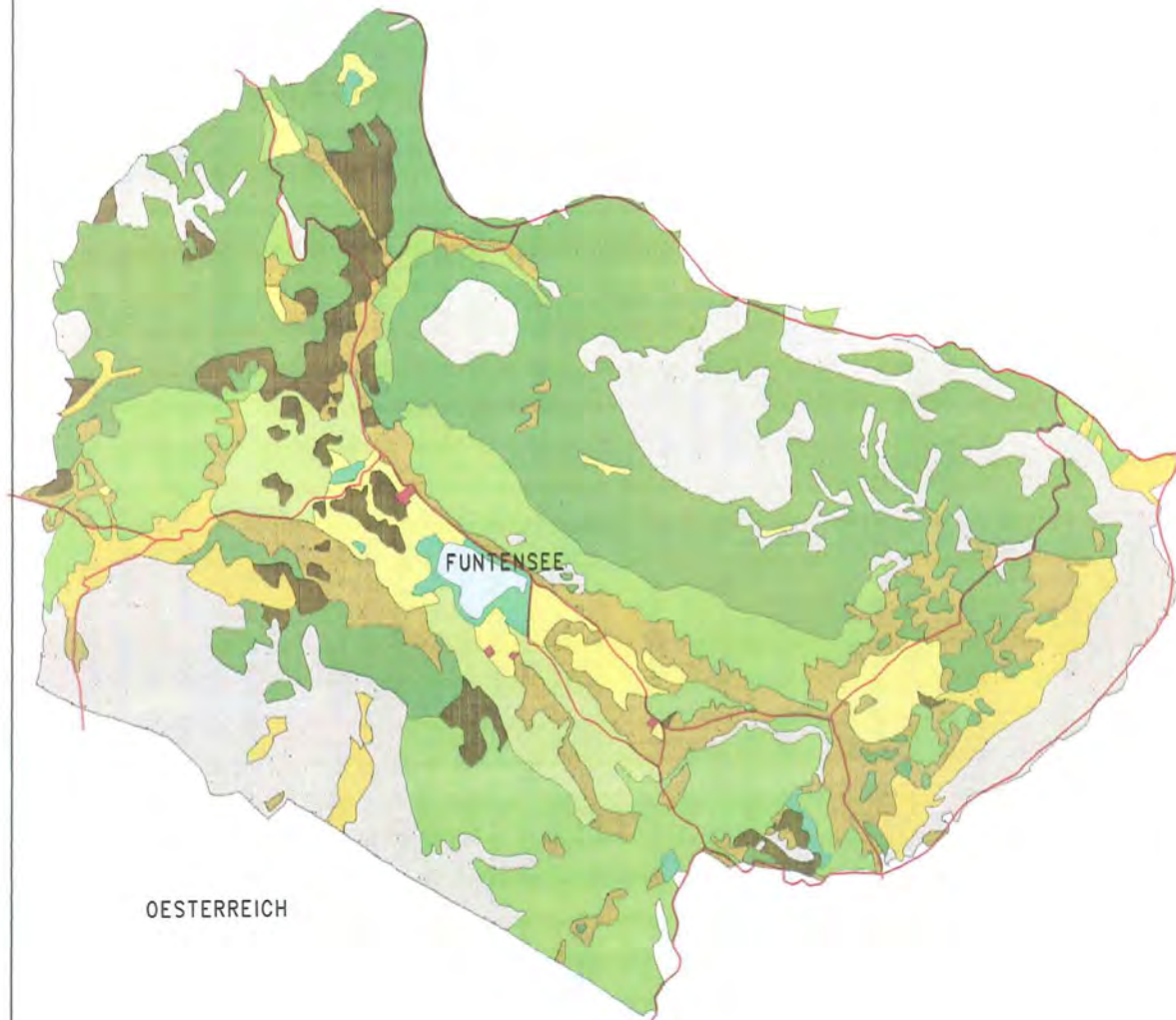
Abb. 6.14: Mittlere Monatssummen der Niederschläge in mm



ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.6 Testgebiet Funtensee
Landnutzungseinheiten (aggregiert)






LEGENDE

-  Fels, Karrenfelder z.T. mit einzelnen Baeumen, Latschen und alpinen Rasen
-  Gesteinschutt, Gesteinschuttfuren
-  Alpine Rasen
-  Latschengebusch, Zwergstrauchheiden
-  Gewaesser, Gewaesserbegleitende Vegetation, Quellfuren, Moore
-  Laerchenwaelder z.T. mit Zirben, Latschen und/oder Zwergstrauchern
-  Waldgesellschaften ueberwiegend naturnah
-  Almflaechen mit intensiven Weidgesellschaften
-  Almflaechen mit alpinen Rasen, verarmt, aufgelassen oder in Sukzession
-  Wanderwege
-  Berghuetten, Unterkunftshaeuser

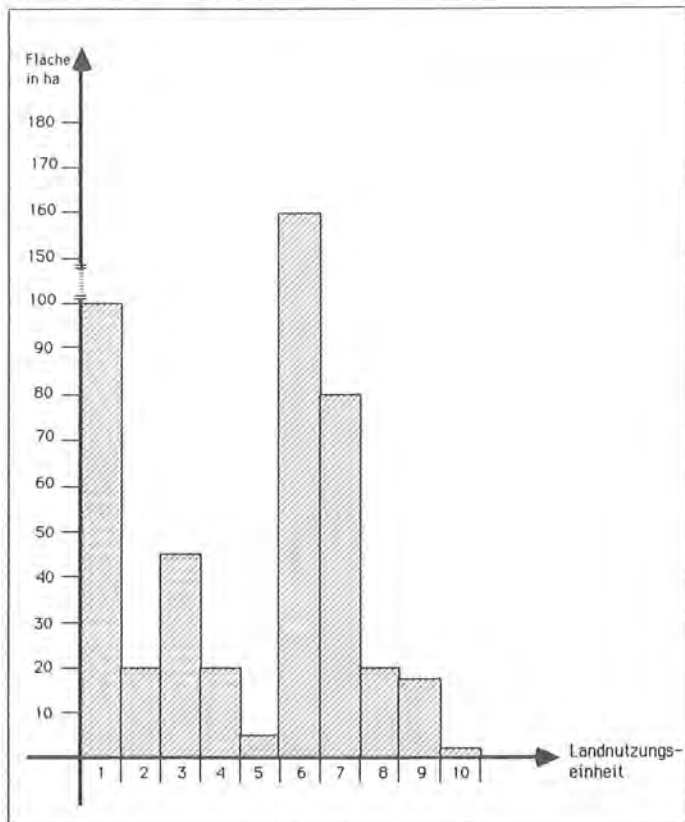
0m 250m 500m



  L.SPANDAU
 LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
 TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN
 EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

OESTERREICH

Abb. 6.15: Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Testgebiet Funtensee



LANDNUTZUNGSEINHEIT	ha
1 Fels, Karrenfelder z.T. mit einzelnen Bäumen, Latschen und alpinen Rasen	96,6
2 Gesteinsschutt, Gesteinsschuttfluren	20,0
3 Alpine Rasen	48,7
4 Latschengebüsch, Zwergstrauchheiden	19,7
5 Gewässer, Gewässerbegleitende Vegetation, Quellfluren, Moore	5,9
6 Lärchenwälder z.T. mit Zirben und Fichten	160,9
7 Weilere Waldgesellschaften, überwiegend naturnah	80,7
8 Almflächen mit intensiven Weidengesellschaften	19,3
9 Almflächen aufgelassen, verarmt in Sukzession	18,4
10 Berghütten, Unterkunftshäuser	0,3

wie die Gewässer, gewässerbegleitende Vegetation, Quellfluren und Moore (5.9ha).

Damit nehmen die natürlichen oder naturnahen Landnutzungseinheiten mit 432ha, 91.9% der Flächen im Testgebiet Funtensee ein.

Die Landnutzungseinheiten der Almgesellschaften werden als halbnatürliche Gesellschaften bezeichnet. Diese nehmen 37.7ha Fläche ein (Landnutzungseinheit 8 und 9 in Abb. 6.15).

Aufgrund der Lage ist hier ein geringerer anthropogener Nutzungseinfluß (speziell der Alm- und Forstwirtschaft) als im Testgebiet Jenner zu verzeichnen.

6.2.4.1 Verteilung der Vegetationseinheiten

Für das Testgebiet Funtensee liegen Vegetationskartierungen von FREIBERG (1980), SPRINGER et al., (1985) und von KÖPPEL et al., (1985) vor. Diese wurden ausgewertet, in das Landschafts-Informationssystem eingebracht und anschließend eine „Aggregierte Vegetationskarte“ erstellt.

Abb. 6.16 gibt einen Überblick über die Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Funtensee, in Karte 6.7 sind diese dargestellt.

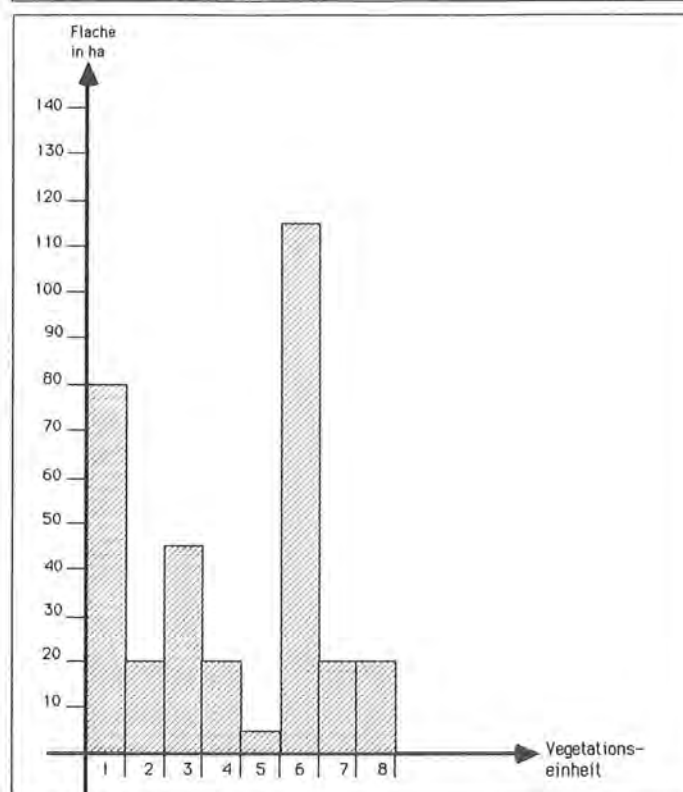
Die größten Flächenanteile nehmen Lärchenwälder, Lärchen-Zirbenwälder und die Karbonatfichtenwälder mit insgesamt 117.7ha ein. Diese Wälder sind bei FREIBERG (1980) ausführlich beschrieben.

Mit zunehmender Höhenstufe und auf besonders windausgesetzten Geländepartien werden diese von Latschen- und Alpenrosengebüsch – meist im Mosaik mit alpinen Rasen – verdrängt. Die Ausprägungen des Latschen-Alpenrosengebüsches nehmen im Testgebiet 19.6ha der Fläche ein.

Mit insgesamt 149.4ha treten die verschiedenen Ausprägungen der alpinen Rasen und der Schutthaldevegetation auf (Vegetationseinheiten 1, 2 und 3 in Abb. 6.16).

Alpine Milchkrutweiden als Vegetationseinheit der genutzten Almflächen kommen auf 18.9ha Fläche vor.

Abb. 6.16: Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Funtensee

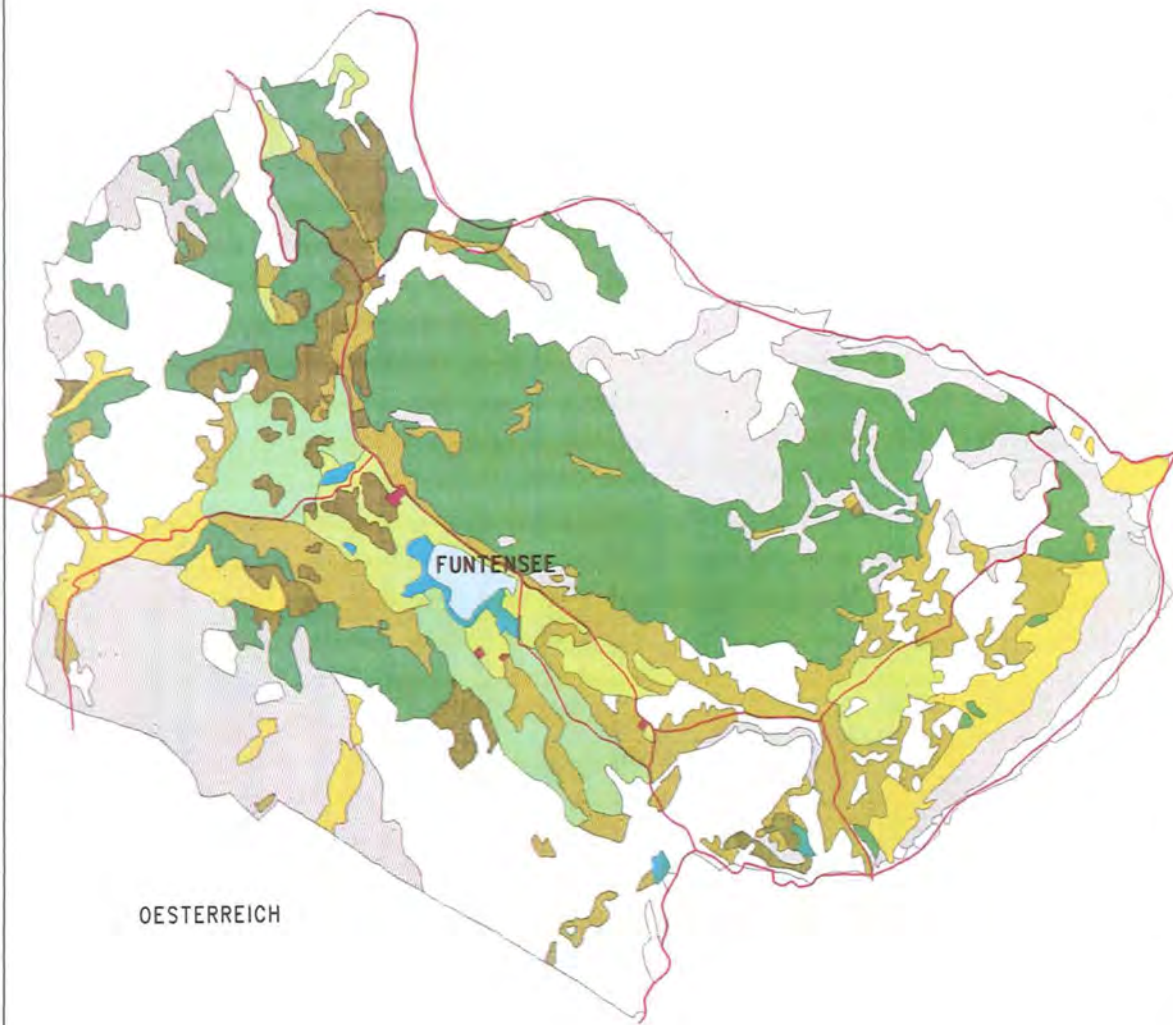


VEGETATIONSEINHEITEN	ha
1 Mosaik aus Polsterseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen mit einzelnen Latschen und Zwergstrauchern	80,2
2 Schutthaldevegetation, Blaugras-Horstseggenhalden, Rostseggenhalden sowie Hochstaudenfluren auf Gesteinsschutt	19,9
3 Rostseggenhalden, Blaugrashalden, Blaugras-Horstseggenhalden	49,3
4 Latschengebüsch z.T. im Mosaik mit Rostseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen und Alpenrosengebüsch	19,6
5 Moore (Braunseggensumpf)	2,5
6 Lärchenwald, Lärchen-Zirbenwald und Karbonatfichtenwald	117,7
7 Alpine Milchkrutweiden	18,9
8 Alpenampfer-Lägerfluren sowie Unkraut und Hochstaudenfluren	18,6
Einzelgebäude sowie Flächen ohne Angaben	143,9

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.7 Testgebiet Funtensee
Vegetationseinheiten (aggregiert)



LEGENDE

- Mosaik aus Polsterseggenrasen, Blaugras - Horstseggenrasen mit einzelnen Latschen und Zwergsträuchern
- Schutthaldenvegetation, Blaugras - Horstseggenhalden, Rostseggenhalden, Hochstaudenfluren auf Gesteinschutt
- Rostseggenhalden, Blaugrashalden, Blaugras - Horstseggenhalden
- Latschengebüsch z.T. im Mosaik mit Rostseggenrasen, Blaugras-Horstseggenrasen und Alpenrosengebüsch
- Moore
- Laerchenwald, Laerchen - Zirbenwald
- Alpine Milchkrautweiden
- Rasenschmielengesellschaft, Alpenampfer - Laegerflur sowie Unkraut- und Hochstaudenfluren
- Wanderwege
- Berghuetten, Unterkunfthaeuser
- Keine Angabe



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

OESTERREICH

Eine nahezu gleiche Flächengröße (18.6ha) ist für die Alpenampfer-Lägerfluren sowie die Unkraut- und Hochstaudenfluren zu verzeichnen. Daraus kann geschlossen werden, daß sich die Almwirtschaft aus dem Funtenseegebiet zurückzieht. Die geringsten Flächenanteile (2.5ha) werden im Testgebiet Funtensee von Mooren eingenommen.

6.2.5 Sommertouristische Nutzung

Das Testgebiet Funtensee unterscheidet sich hinsichtlich der sommertouristischen Nutzung vom Testgebiet Jenner durch fehlende technische Infrastruktureinrichtungen. Im Gegensatz zum Testgebiet Jenner, das durch eine Seilbahn und eine gut ausgebaute Straße erschlossen wird, ist das Testgebiet Funtensee nur durch einen mehrstündigen Fußmarsch zu erreichen.

Aus diesem Grund ist während der Hauptsaison von Juni bis September eine Wochenend- und schönwetterabhängige Schwankung der touristischen Nutzung zu verzeichnen.

Diese sommertouristische Nutzung steigerte sich allerdings von 1974–1985 um 50%. So verzeichnete das einzige Unterkunfts Haus im Testgebiet Funtensee, das Kärlingerhaus, 1974 10.000 Übernachtungen von Juni bis September (LANDSCHAFTSANALYSE ALPENPARK BERCHTESGADEN, 1981), 1985 dagegen 15.000 Übernachtungen (mdl. Auskunft des Hüttenwirtes). Diese Zahlen verdeutlichen, daß das Testgebiet Funtensee hinsichtlich des Besucherdrucks mit den nicht massentouristisch genutzten Bereichen im Testgebiet Jenner verglichen werden kann.

6.2.5.1 Verteilungsstrukturen der Sommertouristen

Das Testgebiet Funtensee wird als „Erholungsgebiet ohne Konzentrationstendenz“ eingestuft. Somit ist eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung der Besucherströme zu verzeichnen. Charakteristisch für diesen Grundtyp der Verteilungsstruktur ist weiterhin, daß mit zunehmender Entfernung von Teilzielpunkten, im Testgebiet Funtensee z.B. dem Kärlingerhaus, die Besucherströme abnehmen (vgl. a. Karte 6.8).

6.2.5.2 Untersuchungsmethode zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung im Testgebiet Funtensee

Zur Erfassung der sommertouristischen Nutzung wurden die Eintragungen im Hüttenbuch des Kärlingerhauses ausgewertet, sowie Touristenzählungen nach der in Kap. 6.1.5.2 geschilderten Methode des Verfassers durchgeführt.

Die Auswertungen des Hüttenbuches ergaben, daß die durchschnittliche Anzahl der Übernachtungen von Juni bis September etwa 12.000 beträgt. Weiterhin werden in dieser Zeit ca. 5.000 Touristen registriert, die das Kärlingerhaus aufsuchen, ohne dort zu übernachten (mdl. Auskunft des Hüttenwirtes, 1986). Stichprobenerhebungen ergaben, daß nahezu alle Wanderer im Testgebiet Funtensee das Kärlingerhaus aufsuchen. Aus der Gesamtzahl der Übernachtungen (12.000) und der „Durchzügler“ (5.000) ergeben sich bei der Addition von An- und Rückmarsch ca. 34.000 Nutzungen des Wegenetzes von Anfang Juni bis Ende September (Öffnungszeiten des Kärlingerhauses). Diese 34.000 Nutzungen wurden zur Ermittlung der durchschnittlichen Frequentierung des Wegenetzes durch die Anzahl der Saisontage (120) dividiert. Daraus errechnete sich eine mittlere Frequentierung von ca. 280 Touristen/Tag für das Funtenseegebiet.

Die Verteilung der mittleren Frequentierung auf die einzelnen Wegeabschnitte wurde aus den Eintragungen der Gäste im Kärlingerhaus zu Herkunft und Ziel der Bergwanderung ermittelt. Die danach errechnete durchschnittliche Frequentierung der Wege wurde durch Stichprobenerhebungen nach der Zählmethode des Verfassers abgesichert.

6.2.5.3 Verteilung der Sommertouristen

Die Auswertungen der Eintragungen im Hüttenbuch des Kärlingerhauses sowie durchgeführte Stichprobenerhebungen bestätigen, daß das Testgebiet Funtensee als „Erholungsgebiet ohne Konzentrationstendenz“ bezeichnet werden kann.

Der am stärksten frequentierte Weg ist der Weg von St. Bartholomä zum Kärlingerhaus. Dieser wird von durchschnittlich 180 Touristen/Tag frequentiert und ist damit der einzige Weg im Testgebiet, der in die Kategorie bis 200 Personen/Tag fällt. Ab dem Kärlingerhaus wird dieser Weg bis zum Riemannhaus (Österreich) noch mit durchschnittlich 120 Touristen/Tag frequentiert.

Neben diesem Hauptweg wurde für alle weiteren Wege eine durchschnittliche Frequentierung von 50–80 Personen/Tag ermittelt.

Damit konzentriert sich die sommertouristische Nutzung im Testgebiet Funtensee auf einen Hauptweg von St. Bartholomä über das Kärlingerhaus zum Riemannhaus.

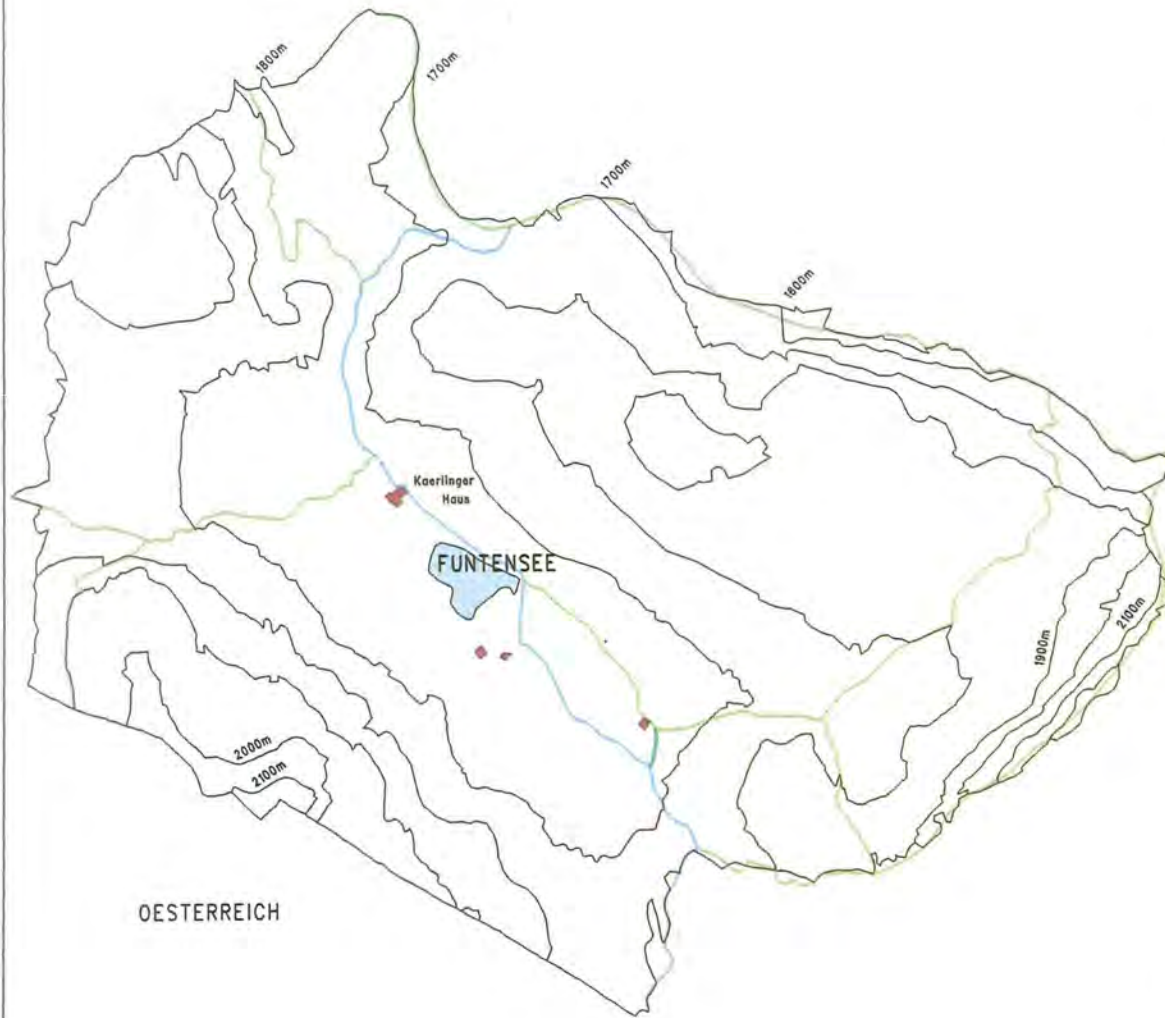
In Karte 6.8 wird die sommertouristische Nutzung, dargestellt an der durchschnittlichen Wegefrequenzierung im Sommer, gezeigt.

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 6.8 Testgebiet Funtensee
Sommertouristische Nutzung (Wegfrequenzierung)

LEGENDE



OESTERREICH



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

7 Validierung der Bewertung

7.1 Auswertung und Interpretation der Bewertung für das Testgebiet Jenner

Mit dem Landschafts-Informationssystem wurde für das Testgebiet Jenner eine statistische Auswertung und eine flächenbezogene Abbildung (s. Karte 7.1) der ökologisch bewerteten Landnutzungseinheiten durchgeführt.

Im Rahmen der statistischen Auswertung wurde für jede Klasse die Flächenanzahl, die Flächengröße in ha (absolute Angabe) und die prozentuale Verteilung der Flächengröße/Stufe (relative Werte) ermittelt.

Aus Tab. 7.1 geht hervor, daß für 28.7ha (0.9%) der bewerteten Landnutzungen eine sehr geringe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß zu erwarten ist. Hierzu zählen hauptsächlich die intensiv grünlandwirtschaftlich genutzten Flächen.

Für insgesamt 1.964,7ha (59.5%) der Landnutzungseinheiten ist eine geringe (Stufe 2) oder mäßige (Stufe 3) potentielle Veränderung durch Tritteinfluß zu erwarten. Diese relativ hohe Flächengröße wird durch den Anteil der Wälder im Testgebiet Jenner begründet (vgl. Kap. 6.1.4).

Bei insgesamt 952.0ha (29.0%) der Landnutzungseinheiten ist eine überdurchschnittliche (Stufe 5) bzw. hohe (Stufe 6) potentielle Veränderung durch Tritteinfluß zu erwarten. Hierzu zählen die meisten Landnutzungseinheiten oberhalb der alpinen Waldgrenze (alpine Rasen, Zwergstrauchheiden etc.).

Landnutzungen mit einer sehr hohen potentiellen Veränderung durch Tritteinfluß kommen auf 11.3ha (0.3%) der Fläche des Testgebietes Jenner vor.

34.4ha (1.1%) der vorkommenden Landnutzungen wurden nicht bewertet (z.B. Siedlungen und Verkehrsflächen).

Tab. 7.1: Statistik über Klassen der potentiellen Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß

Klasse	Flächenanzahl	Flächengröße in ha	Verteilung in %
0 nicht bewertet	168	34,4	1,1
1 sehr gering	135	28,7	0,9
2	1.442	620,5	18,8
3	3.101	1.344,2	40,7
4	811	301,3	9,2
5	929	274,8	8,4
6	1.874	677,2	20,6
7 sehr hoch	47	11,3	0,3
Summe	8.507	3.292,4	100,0

Eine hohe Datensicherheit der Bewertung (s. Feld 4 in Tab. 5.1) ist für die Obergruppe „Vegetation und Standorte oberhalb der alpinen Waldgrenze“ zu verzeichnen. Für diese Obergruppe standen eine große

Literatur und verschiedene Stichprobenerhebungen zur Verfügung.

Für die Obergruppe „Gewässerbegleitende Landnutzungseinheiten, Quellflure, Moore“ ist aufgrund der zur Verfügung stehenden Literaturangaben eine überdurchschnittliche Datensicherheit (Stufe 5) zu verzeichnen.

Die Bewertung der Obergruppe „Wald und Forstgesellschaften“ basiert aufgrund fehlender Literaturangaben auf einer Interpolation, ausgehend von den wenigen Waldeinheiten, für die abgesicherte Daten zur Verfügung standen. Daher ist nur eine mäßige Datensicherheit zu verzeichnen.

Die Datensicherheit für die Obergruppe „Land- und almwirtschaftliche Flächen“ kann im Durchschnitt mit Stufe 5 (überdurchschnittlich) angegeben werden. Es konnte eine hohe Anzahl von Literaturangaben, vor allen Dingen über die Festigkeit der Pflanzen gegen mechanische Belastungen, ausgewertet werden. Aus diesen Angaben konnten wichtige Hinweise zur Beurteilung der Trittempfindlichkeit der Pflanzen abgeleitet werden.

Aus Tab. 7.2 geht hervor, daß die Datensicherheit der Bewertung insgesamt überdurchschnittlich (4,7 gerundet auf Stufe 5) ist, so daß von einer realistischen Bewertung der Landnutzungseinheiten in bezug auf Trittbelastung ausgegangen werden kann.

Tab. 7.2: Datensicherheit der Bewertung für die Obergruppen

Obergruppe	Datensicherheit (Durchschnittswerte gerundet)
Vegetation und Standorte oberhalb der alpinen Waldgrenze	6 hoch
Gewässerbegleitende Landnutzungseinheiten, Quellflure, Moore	5 überdurchschnittlich
Wald- und Forstgesellschaften	3 mäßig
Land- und almwirtschaftliche Flächen	5 überdurchschnittlich
Datensicherheit über alle Obergruppen	5 überdurchschnittlich (gerundet)

Aufgrund der überdurchschnittlichen Datensicherheit und der ausgeprägten Differenzierung zwischen den verschiedenen Landnutzungen kann davon ausgegangen werden, daß die Bewertung eine nach dem augenblicklichen Kenntnisstand feinstmögliche Aufteilung mit für die Projektfragen ausreichender Aussagekraft darstellt (s.a. TOBIAS, 1987).

Gemäß dem Forschungsansatz wurde zur Absicherung dieser Auswertungen eine Stichprobenkartierung und -auswertung durchgeführt. Erst der Vergleich der potentiellen Einstufung mit den quantitativ und qualitativ erfaßten und belegten Kartierungsergebnissen ermöglicht die Absicherung und ggf. Optimierung der Vorgehensweise.

Die Stichprobenkartierung soll weiterhin Aufschluß darüber geben, ob die genannte Bewertung tatsächlich die feinstmögliche Aufteilung mit für die Projektfragen ausreichender Genauigkeit darstellt.

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 7.1 Testgebiet Jenner
Potentielle Veraenderung der Landnutzungseinheiten
durch Tritteinfluss

LEGENDE



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7



7.2 Auswirkungen des Tritteffektes auf ausgewählte Landnutzungseinheiten im Testgebiet Jenner

Im Zeitraum 1983–1985 wurden im Testgebiet Jenner Referenzkartierungen an ausgewählten Landnutzungseinheiten durchgeführt, um deren Veränderung durch Tritteffekte zu erfassen.

Im Rahmen dieser Geländearbeiten wurden die infolge Tritt entstandenen Schäden, ihre Ausdehnung und Zonation detailliert erfaßt.

Zur Erfassung der Trittzonation entlang der Wege wurden Kartierungen nach der Transektmethode durchgeführt. Die Auswahl der Transekte wurde nach der Eignung für die Projektfragen vorgenommen, ihre Abgrenzung erfolgte nach strukturellen Merkmalen der Vegetation, z.B. Änderung des Deckungsgrades, der Bestandeshöhe oder der Artenzusammensetzung.

Insgesamt wurden 46 Transekte festgelegt und 282 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Artmächtigkeiten wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (in WILMANNIS, 1973) geschätzt, die Nomenklatur der Arten folgt OBERDORFER (1983). Die genaue Darstellung der Vorgehensweise (Transektmethode), die ausführlichen Beschreibungen und die pflanzensoziologischen Tabellen der untersuchten Gesellschaften sind in KAHLHAMMER und SPANDAU (1987) dokumentiert.

Die Erhebungen wurden für die Landnutzungseinheit 08 (Alpine Rasen) und für die Landnutzungseinheit 37 (Beweidete, gepflegte Almfläche) durchgeführt.

Folgende Kriterien bedingten die Auswahl dieser Landnutzungseinheiten:

> Vegetationskundliche und physiognomische Kartierungen von KARAMERIS (1982) und SPANDAU (1983) ergaben nur unwesentliche Schäden durch sommertouristische Nutzungen in den Wäldern des Testgebietes Jenner. KARAMERIS (1982) begründet diese geringen Schäden in den Wäldern mit einer sommertouristischen Nutzung der vorwiegend waldfreien Standorte im Hochgebirge, während in siedlungsnahen Erholungsgebieten primär Wälder zur Erholung aufgesucht werden (Bsp. Forstenrieder Park bei München, KARAMERIS 1982). Aus diesem Grund wurden die Feldarbeiten zur Absicherung der Bewertung an waldfreien Landnutzungseinheiten durchgeführt.

> Die Bewertung der Landnutzungseinheiten (s. Tab. 5.1) ergab eine hohe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß (Stufe 6) für die Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ und eine geringe potentielle Veränderung (Stufe 2) für die Landnutzungseinheit „Beweidete, gepflegte Almfläche“. Durch die Überprüfung der Bewertung dieser beiden Landnutzungseinheiten sollten „Eckwerte“ der Bewertung abgesichert werden.

Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Landnutzungseinheiten zu gewährleisten, wurden die Transekte so festgelegt, daß ein gleicher Belastungsgrad, definiert durch Belastungsmenge (Wegefrequentierung) und eine gleiche Belastungsstärke (Wegeneigung) zu verzeichnen war. Diese Bedingung traf nur für die Landnutzungseinheiten „Alpine Rasen“ und „Beweidete, gepflegte Almfläche“ gleichermaßen zu.

> Zur Beschreibung der Landnutzungseinheiten wurde eine landnutzungsbezogene Vegetationskartierung durchgeführt. Damit konnten Sie hinsichtlich ihrer Zusammensetzung mit Vegetationseinheiten beschrieben werden.

Die Landnutzungseinheit 08 (Alpine Rasen) wird durch die Vegetationseinheiten der Rostseggen- und Blaugras-Horstseggen-Rasen charakterisiert.

Die Blaugrasrasen charakterisieren im Mosaik mit weiteren Vegetationseinheiten weiterhin die Landnutzungseinheit 02 (Fels mit alpinen Rasen), 04 (Fels mit einzelnen Bäumen und alpinen Rasen), 09 (Alpine Rasen, erosionsbeeinträchtigt) und 11 (Mosaik aus Latschen und alpinen Rasen) (vgl. a. Tab. 5.1).

Aus diesem Grund wurden die Auswirkungen des Tritteffektes auf die Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ an dem Beispiel der Blaugrasrasen untersucht, da dadurch neben der Landnutzungseinheit 08 (Alpine Rasen) auch die Bewertung der o.a. Landnutzungseinheiten **tendenziell** überprüft werden konnte.

> Die Landnutzungseinheit 37 (Beweidete, gepflegte Almfläche) wird durch die Vegetationseinheiten Kammgras- und Milchkraut-Weiden charakterisiert.

Für diese, die Landnutzungseinheit 37 charakterisierenden Vegetationseinheiten, wurden entsprechende Untersuchungen durchgeführt.

Neben diesen Erhebungen wurde weiterhin eine qualitative Wegschadenskartierung durchgeführt. Im Rahmen dieser Wegschadenskartierung wurden die einzelnen Wegeabschnitte in 5 Schadstufen unterschieden (s. Kap. 8. ff.).

Ein Modell zur Ermittlung von potentiellen Schäden in sommertouristisch genutzten Hochgebirgsregionen wurde durch die Verknüpfung dieser Wegschadenskartierung mit den Erhebungen zur Wegefrequentierung sowie weiterer im Landschafts-Informationssystem gespeicherten Daten erarbeitet.

Die Auswertungen der Vegetationsaufnahmen erfolgten auf der IBM-Rechenanlage des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit dem Programm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Die raumbezogenen Daten

wurden mit der Software ARC/INFO der Firma ESRI (Kranzberg) ausgewertet.

Mit dieser können geometrische Daten (Flächen, Linien, Punkte) im Programm ARC und die zugehörigen alphanumerischen Daten in der Datenbank INFO bearbeitet werden (vgl. SITTARD 1987 in: HABER 1987). Die Software ARC/INFO wurde zur überlagernden Auswertung der Daten und für die Übertragung der Daten auf das Testgebiet Funtensee angewandt.

7.3 Veränderungen der untersuchten Vegetationseinheiten durch Tritteinfluß

Für folgende Gesellschaften wurde die Veränderung durch den Tritteinfluß erfaßt:

- > Blaugrasrasen
- > Milchkraut-Weiden
- > Kammgras-Weiden.

Die Blaugrasrasen wurden unterschieden in eine Ausbildung der höheren und eine Ausbildung der tieferen Lagen. Die erstgenannte kommt zwischen 1.800 und 1.900m ü. NN vor und charakterisiert mit weiteren Vegetationseinheiten die Landnutzungseinheiten 02 (Fels mit alpinen Rasen) und 04 (Fels mit einzelnen Bäumen und alpinen Rasen).

Die Blaugrasrasen der tieferen Lagen treten zwischen 1.600 und 1.800m ü. NN auf. Sie charakterisieren – wiederum z.T. mit weiteren Vegetationseinheiten – die Landnutzungseinheit 08 (Alpine Rasen) und treten im Mosaik mit Latschengebüsch in der Landnutzungseinheit 11 auf. Die Blaugrasrasen der tieferen Lagen stellen den Übergang zu den Milchkraut-

Weiden dar, die in Höhen zwischen 1.500 und 1.700m ü. NN auftreten. In den etwas tieferen Lagen zwischen 1.200 und 1.300m ü. NN werden sie von der Kammgras-Weide abgelöst.

Die Milchkraut- und Kammgras-Weiden charakterisieren die Landnutzungseinheit 37 (Beweidete, gepflegte Almfläche).

Für diese Vegetationseinheiten wurde die Veränderung von Arteninventar und Deckungsgrad, bedingt durch den Tritteinfluß, untersucht. Diese trittbedingten Veränderungen ergaben eine Zonation der Vegetationseinheiten parallel der Wege.

Aufgrund dieser Zonation wurden in der trittorientierten tabellarischen Auswertung der untersuchten Vegetationseinheiten fünf Gruppen trittbelasteter Vegetation unterschieden (s. Tab. 7.3).

In den Tabellen 7.6, 7.8, 7.10 und 7.12 wird die Auswirkung des Tritteinflusses auf die Arten (artspezifische Empfindlichkeit) und den Deckungsgrad der untersuchten Gesellschaften dargestellt.

Weiterhin ist in diesen Tabellen eine Empfindlichkeitsstufe für jede Art aufgeführt. Es wurden 7 Empfindlichkeitsstufen unterschieden:

Stufe	Erläuterungen
1	Art ist weitgehend auf Trittvegetation beschränkt, Trittpflanze
2	Artmächtigkeit und/oder Stetigkeit sind in belasteten Beständen höher, trittbegünstigt
3	Einfluß der Trittbelastung optisch nicht erkennbar, Art ist unempfindlich
4	Art kommt auch noch in stark belasteten Flächen vor, nimmt dann aber in Artmächtigkeit und/oder Stetigkeit stark ab, wenig empfindlich
5	Art erträgt stärkeren Tritt, bedingt empfindlich
6	Art erträgt geringen Tritt, empfindlich
7	Art erträgt keinen Tritt, sehr empfindlich

Gruppe	Erläuterung
I	Unbelastete Vegetation Artenzahl und Deckungsgrad sind im Rahmen natürlicher Schwankungen hoch
II	Einsetzender Artenrückgang, abnehmender Deckungsgrad Geringe Wuchshöhe und beschädigte Pflanzen zeigen die Belastung durch den Tritteinfluß. Hochempfindliche Arten fallen aus, die Artenzahl sinkt. Der Deckungsgrad ist z.T. bei geringer Belastung noch hoch, weil z.T. trittrobustere Arten die veränderten Konkurrenzverhältnisse nutzen und einwandern. Bei zunehmender Belastung nimmt auch der Deckungsgrad ab. Entlang stark geneigter Wege, wo sehr häufig Bodenlockerung und -abtrag auf trittgeschädigten Flächen zu verzeichnen ist, kann der Deckungsgrad auch sehr gering sein.
III	Starker Rückgang ursprünglicher Arten, Auftreten trittangepaßter Arten Die Zahl ursprünglicher Arten ist weiter rückläufig, Verbleibende robuste Arten können u.U. ihren Deckungsgrad erhöhen und gelangen zur Dominanz. Es treten zunehmend "Trittspezialisten" auf. Der Deckungsgrad bleibt gleich oder steigt z.T. sogar leicht.
IV	Trittgemeinschaften Bis auf die eventuell vorkommenden trittbegünstigten Arten der ursprünglichen Vegetationseinheit wurden alle anderen Arten verdrängt. Es herrschen geringe Deckungsgrade vor. Lässt die mechanische Belastung eine Ausbildung typischer Trittrasen zu, können wieder hohe Deckungsgrade bei gleichzeitig niedriger Artenzahl erreicht werden. Bei hoher Trittbelastung können auch keine Trittrasen entstehen bzw. werden wenn vorhanden zerstört.
V	Vegetationslose Flächen Völlige Vernichtung der Vegetationseinheiten durch den Tritteinfluß Einsetzender Bodenabtrag bis zur Gesteinsfreilegung kann die Folge sein.

7.3.1 Trittzonation der Vegetation in Blaugrasrasen der Hochlagen

Die trittorientierte tabellarische Auswertung der Aufnahmen für die Blaugrasrasen der Hochlagen erbrachte folgendes Ergebnis (s.a. Tab. 7.5 und 7.6):

Im ersten, mit *Chamorchis alpina* beginnenden Block der Tab. 7.6 sind die Arten zusammengefaßt, die nicht oder nur vereinzelt und dann mit einem sehr niedrigen Deckungsgrad in trittbelasteten Bereichen auftreten. Einige Arten dieses Blockes (z.B. *Scabiosa lucida* oder *Selaginella selaginoides*) treten auch in den weiteren untersuchten Vegetationseinheiten auf, wo sie dieselbe empfindliche Reaktion auf den Tritteinfluß zeigen.

Die Arten des zweiten Blockes sind in Bereichen mit geringem Tritteinfluß (Gruppe II, s. Tab. 7.3) noch stetig vertreten. Einige dieser Arten treten auch in Berei-

daß diese Arten durch den Tritteinfluß Konkurrenzvorteile erlangen können.

Die Auswertung der vegetationspezifischen Empfindlichkeit der Arten (s. Tab. 7.7) ergab für die Blaugrasrasen der tieferen Lagen mit 36.6% den höchsten Anteil sehr trittempfindlicher Arten (Stufe 7). Addiert man den Anteil der trittempfindlichen (Stufe 6) hinzu, ergibt sich mit 51.6% ein etwas niedriger Wert als bei den Blaugrasrasen der höheren Lagen. Der Anteil trittverträglicher Arten und der Trittarten (Stufe 1, 2 und 3) liegt mit 24.5% etwa auf dem Niveau der Weidegesellschaften. Wie in Kap. 7.3 ausgeführt, stellen die Blaugrasrasen der tieferen Lagen den Übergang zu den Milchkrautweiden dar, was den etwa gleich hohen Anteil trittverträglicher Arten begründet.

7.3.3 Trittzonation der Vegetation in Milchkraut-Weiden

Der erste Block in Tab. 7.10, der mit *Anthoxanthum odoratum* beginnt, umfaßt die Arten, die aufgrund ihres hohen Wuchses (*Gentiana pannonica*) oder ihrer geringen Wuchskraft (*Anthoxanthum odoratum*) sehr empfindlich auf mechanische Belastung reagieren. Diese werden bereits durch geringen Tritteinfluß verdrängt.

Die Arten des zweiten Blockes sind etwas widerstandsfähiger, ertragen insgesamt aber auch nur geringen Tritteinfluß. Nimmt der Tritteinfluß zu, fallen sie sehr rasch aus.

Tab. 7.7: Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen

	Stufe	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Blaugrasrasen der tieferen Lagen	Artenzahl	2	3	5	1	9	6	15	41
	Prozent	4.9	7.3	12.3	2.4	21.9	14.6	36.6	100

Tab. 7.9: Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen

	Stufe	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Milchkraut-Weiden	Artenzahl	2	2	4	4	9	6	9	36
	Prozent	5.6	5.6	11.1	11.1	25.0	16.6	25.0	100

Tab. 7.10 Trittzonation der Vegetation in Milchkraut-Weiden

AUFNAHME- NUMMER	1 1 0 0 0 0 1	1 1 0 0 1 0 0	0 0 1 0 0	0 1 1 1 0 0	0	0	0	0	0
	2 3 0 0 7 7 2	2 3 7 0 2 7 7	0 7 3 0 7	2 2 2 2 7 7	2	2	2	2	7
	8 2 1 5 6 5 7	5 0 8 2 3 9 7	4 4 1 3	3 9 4 6 2 1	3	9	4	6	2
TRANSEKT	2 2 0 0 1 1 2	2 2 1 0 2 1 1	0 1 2 0	1 2 2 2 1 1	1	2	2	2	1
	4 4 1 1 2 1 3	3 4 2 1 3 2 2	1 1 4 1	1 4 3 3 1 1	1	4	3	3	1
AUFNAHMEFLÄCHE	2 2 2 2 2 2 2	2 1 1 2 1 0 1	0 1 0 0	0 1 1 0 0 0	0	1	1	0	0
	3 3 3 3 3 3 3	3 5 1 3 5 8 5	5 0 8 5	5 1 5 8 5 5	5	1	5	8	5
DECKUNGSGRAD	9 9 9 8 9 8 9	9 9 9 7 8 7 7	7 7 6 5	4 8 8 3 2 2	2	2	2	2	2
	5 0 5 0 0 0 5	0 0 0 5 0 0 5	5 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0	0	0	0	0
ARTENZAHL	2 2 3 2 2 2 2	2 1 2 1 2 1 2	1 1 2 1	1 1 0 0 1 0	1	0	0	1	0
	2 5 0 5 7 9 3	5 8 4 9 1 9 0	2 7 0 0	5 1 9 9 0 5	5	1	9	9	0
AUFNAHMEN- GRUPE	I	I	II	III	IV	!S	!T!		
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	. . 1 1 + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 3!7!	
<i>Primula veris</i>	. r + + . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 3!7!	
<i>Selaginella selaginoides</i>	. + + . . + .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 3!7!	
<i>Luzula campestris</i>	. + + 1 1 + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 7!7!	
<i>Carex pallescens</i>	. r . + + + .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 5!7!	
<i>Carlina acaulis</i>	. 1 1 + . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 5!7!	
<i>Crepis aurea</i>	. 1 + . . . 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 4!7!	
<i>Gentiana pannonica</i>	. 2a . . + 1 .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 4!7!	
<i>Trollius europaeus</i>	. . . . + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 3!7!	
<i>Veratrum album</i>	. . . r + + + .	. . . + + . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 6!6!	
<i>Briza media</i>	. 1 1 2a + + .	. 1 1 1 . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 10!6!	
<i>Lotus corniculatus</i>	. 1 1 + . . 1	. 1 + . . 1 .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 8!6!	
<i>Campanula scheuchzeri</i>	. 1 . . + + 1 +	. . + + . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 10!6!	
<i>Potentilla erecta</i>	. 1 1 1 1 1 1	. 1 1 . 1 1 +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 13!6!	
<i>Soldanella alpina</i>	. 1 1 1 1 1 1	. 1 1 1 1 1 +	. 1 . . r	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 15!6!	
<i>Euphrasia rostkoviana</i>	. 1 2m2m2m2m1	. + . . . .	. 1 1 2m.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 11!5!	
<i>Nardus stricta</i>	. 2b. 1 + 2b. 2a	. 1 . 1 . + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 11!5!	
<i>Agrostis capillaris</i>	. 1 . + 1 1 . .	. 1 + . 1 . 1 .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 10!5!	
<i>Carex sempervirens</i>	. . + + . 1 1 .	. . . + + . + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 10!5!	
<i>Carex flacca</i>	. . 2a+ 1 . . .	. . . 1 . . 2a.	. 1 . . 2a.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 7!5!	
<i>Ligusticum mutellina</i>	. . . . 1 1 . .	. . . + . . 1 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 6!5!	
<i>Achillea millefolium</i>	. . . r 1 1 + .	. . . + . . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 11!5!	
<i>Poa alpina</i>	. 1 1 + . + + .	. + 1 1 + 1 + 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 15!5!	
<i>Ranunculus montanus</i>	. + . + + 1 + .	. . 1 + + + 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 16!5!	
<i>Festuca rubra</i>	. 2a2a1 1 1 1 1	. 2a2a1 . . + 1	. + 2a1 .	. 2a . . . +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 17!4!	
<i>Trifolium pratense</i>	. 1 2a1 2a1 1 1 1	. 1 2a. 1 + . .	. 2a1 . .	. 1 + . + .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 16!4!	
<i>Leontodon hispidus</i>	. 1 1 2b2a2b2a2a	. 2b2a1 2a3 1 1	. 2a2a+ 1 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 21!4!	
<i>Leontodon autumnalis</i>	. 1 2a2a+ . 1 2a	. 2a2a2a2a2a2a.	. + 1 1 .	. + + . + +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 19!4!	
<i>Plantago atrata</i>	. 1 2a+ 1 1 1 2a	. 2a2a1 2a1 1 2a	. 1 + 1 2a	. 1 1 + 1 1 +	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 24!3!	
<i>Cynosurus cristatus</i>	. . 1 2a2a . 1 1 1	. 1 1 . 1 1 .	. 2a. 1 2a	. 1 1 1 .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 14!3!	
<i>Deschampsia caespitosa</i>	. . . r + + . .	. . . 1 . + 1 1	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 14!3!	
<i>Alchemilla vulgaris</i>	. . . + 1 2a .	. . . 1 . . 2a+	. 2a .	. + + . + .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 10!3!	
<i>Trifolium repens</i>	. 1 1 . . 1 1 1	. 1 1 . . 2a1	. 2a . .	. 2a1 2m. + .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 15!2!	
<i>Agrostis stolonifera</i>	. . . . . 1 1	. . . 1 + 1 . 1	. . + + +	. + . 1 1 .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 13!2!	
<i>Plantago major</i>	. . . . .	. . . . . 2a	. . . . .	. + r 2a+ .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 6!1!	
<i>Poa annua</i>	. . . . .	. . . 1 . + 1	. 1 + 1	. 1 4 4 2b2a2b!	. . . . .	. . . . .	. . . . .	! 12!1!	

Erläuterung zu Tab. 7.10
Die vier Aufnahmegruppen entsprechen der in Tab. 7.3 erläuterten Trittzonation. Die Zahlen in der Spalte S stehen für die absolute Stetigkeit der Art in der Tabelle. Die Zahlen in der Spalte T stehen für die in Tab. 7.4 erläuterte Trittempfindlichkeit der jeweiligen Art.

Die Arten des dritten Blockes, der mit *Euphrasia rostkoviana* beginnt, fallen erst in den Trittrasen vollends aus. Dieser Block wird durch einen hohen Anteil robuster grasartiger Pflanzen charakterisiert. Diese (z.B. *Agrostis capillaris*) können aufgrund ihrer günstigen Eigenschaften (kurze Rhizome, Bildung dichter Rasen, Anpassungsfähigkeit an Feuchteveränderungen und Bodenverdichtung etc.) z.T. in höherem Maße Belastungen ertragen.

Die Blöcke vier und fünf in Tab. 7.10. fassen die Arten zusammen, die durch den Tritteinfluß nicht beeinträchtigt (Block vier) oder durch ihn gefördert werden (Block fünf). Letztere erlangen in den Milchkraut-Weiden die höchsten Anteile der untersuchten Vegetationseinheiten. In diesem Block treten typische Trittrasen-Arten (*Plantago major*, *Poa annua*) auf.

Die vegetationspezifische Verteilung der Arten auf die Empfindlichkeitsstufen zeigt, daß der Anteil sehr empfindlicher Arten (Stufe 6 und 7 in Tab. 7.9) mit 41.6% deutlich niedriger ist als bei den Ausprägungen der Blaugrasrasen. Die trittbegünstigten Arten (Stufe 1,2 und 3 in Tab. 7.9) sind mit 22.3% deutlich höher als in den Blaugrasrasen der höheren Lagen, während diese Zahl annähernd gleich der Anzahl der trittbegünstigten Arten der Blaugrasrasen der tieferen Lagen ist.

Die Ausprägungen der Blaugrasrasen und der Milchkraut-Weiden unterscheiden sich damit in der unterschiedlich hohen Anzahl trittgefährdeter Pflanzen.

7.3.4 Trittzonation der Vegetation in Kammgras-Weiden

Bei den Kammgras-Weiden zeigt sich eine für Weidengesellschaften typische Zonation. Bei kontinuierlicher Abnahme der Artenzahl kann nach einer Auflockerung der ursprünglichen Pflanzendecke der Deckungsgrad durch das Auftreten trittbegünstigter Arten wieder erhöht werden. In diesen trittbeeinflussten Bereichen können – wenn die mechanische Belastung es zuläßt – u.U. Trittrasen entstehen.

Der erste Block in Tab. 7.12, der mit *Geranium sylvaticum* beginnt, enthält die Arten, die bereits nach geringem Tritteinfluß nicht mehr anzutreffen sind. In diesem Block treten schwachwüchsige Gräser (*Briza media*), hochwüchsige Stauden (*Heracleum austriacum*) und schwachwüchsige, kleine Kräuter (*Potentilla erecta*) auf.

An diese schließen die Arten des zweiten Blockes an, die eine geringe Trittbelastung aushalten. Sie treten aber bei mittlerer Trittbelastung bereits nicht mehr auf.

Der dritte Block umfaßt diejenigen Arten, die erst bei starkem Tritteinfluß ausfallen. Einige sind in gering trittbelasteten Bereichen sogar etwas steter als in unbelasteten Bereichen (Bsp. *Carum carvi*).

Die Arten des vierten Blockes, der mit *Trifolium pratense* beginnt, treten auch bei stärkerer Belastung noch regelmäßig auf. Einige verlieren aber mit zunehmendem Tritteinfluß deutlich an Vitalität (Bsp. *Leontodon autumnalis*).

Im fünften Block der Tab. 7.12 sind die trittbegünstigten Arten zusammengefaßt. Manche der trittbegünstigten Gräser sind zwar in der ursprünglichen Vegetation ebenfalls vorhanden, erreichen aber bei mittlerer bis hoher Trittbelastung (Gruppe III und IV) erst ihr Optimum.

Die vegetationspezifische Verteilung der Arten auf die Empfindlichkeitsstufen ergibt für die Kammgras-Weiden folgendes Ergebnis:

Der Anteil sehr empfindlicher und empfindlicher Arten (Stufe 7 und 6 in Tab. 7.11) ist mit 43.7% nahezu gleich der Zahl dieser Arten der Milchkraut-Weiden (vgl. Tab. 7.9). Diese Zahl liegt damit ebenfalls deutlich unter der Anzahl der Ausprägungen der Blaugrasrasen. In trittbeeinflussten Bereichen bzw. in Trittrasen (Stufe 3, 2 und 1 in Tab. 7.11) treten 22.0% der gewerteten Arten auf

Tab. 7.11: Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen

	Stufe	1	2	3	4	5	6	7	Summe
Kammgras-Weiden	Artenzahl	2	2	3	5	6	5	9	32
	Prozent	6.3	6.3	9.4	15.6	18.7	15.6	28.1	100

7.4 Auswertung der Stichprobenkartierung zur Validierung der Bewertung

Wie in Kap. 7.3 ausgeführt, wurden die Stichprobenkartierungen zur Validierung der Bewertung der Landnutzungseinheiten „Alpine Rasen“ und „Beweidete, gepflegte Almfläche“ durchgeführt und ausgewertet.

Die Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ wurde mit einer „hohen potentiellen Veränderung“ durch Tritteinfluß (Stufe 6) und die Landnutzungseinheit „Beweidete, gepflegte Almfläche“ mit einer „geringen potentiellen Veränderung durch Tritteinfluß“ (Stufe 2) bewertet. Damit bilden diese beiden Einheiten „Eckwerte“ der Bewertung.

Zur Validierung der Bewertung dieser Landnutzungseinheiten wurden die Vegetationskartierungen miteinander verglichen. Dazu wurde für jede Vegetationseinheit der relative Wert der Artenzahl/Empfindlichkeitsstufe im Verhältnis zu der höchsten Artenzahl dieser vier Vegetationseinheiten errechnet.

Die Blaugrasrasen der tieferen Lagen haben mit 41 bewerteten Arten die höchste Artenzahl der untersuchten Vegetationseinheiten. Die Anzahl der Arten/Empfindlichkeitsstufe der weiteren Vegetationseinheiten wurde nun als relativer Wert im Verhältnis zu dieser maximal bewerteten Artenzahl von 41 Arten errechnet (s. Tab. 7.13).

Tab. 7.14: Anzahl Arten (in %)/Empfindlichkeitsstufe der Landnutzungseinheiten

Empfindlichkeitsstufe		1	2	3	4	5	6	7
Alpine Rasen	Anzahl Arten in %	4.9	4.9	8.6	6.1	19.5	22.0	31.7
Beweidele, gepflegte Almfläche	Anzahl Arten in %	4.9	4.9	8.6	11.0	18.3	13.4	22.0

Tab. 7.15: Schwellenwerte/Empfindlichkeitsstufe

Empfindlichkeitsstufe	1	2	3	4	5	6	7
Anzahl sehr empfindlicher (Stufe 7) und empfindlicher Arten (Stufe 6) in %	bis 10	bis 20	bis 30	bis 40	bis 50	bis 60	>60

Aus Tab. 7.14 geht hervor, daß bei der Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ der Anteil der sehr empfindlichen und empfindlichen Arten (Stufe 7 und 6) deutlich höher ist, als in der Landnutzungseinheit „Beweidele, gepflegte Almfläche“.

Die Anteile der bedingt empfindlichen Arten (Stufe 5) sind nahezu identisch. Dagegen ist der Anteil der wenig empfindlichen Arten (Stufe 4) in der Landnutzungseinheit „Beweidele, gepflegte Almfläche“ deutlich höher als in der Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“. Die Anteile trittbegünstigter Arten (Stufe 3 und 2) und der Trittarten (Stufe 1) sind in beiden gleich groß. Die gleichen Anteile in Stufe 3, 2 und 1 sind wohl darauf zurückzuführen, daß bei der Festlegung der Transekte ein gleicher Belastungsgrad und eine gleiche Belastungsstärke zugrunde gelegt wurde. Die mechanische Belastung bedingte, daß eine Nivellierung bei den trittbegünstigten Arten für die Landnutzungen zu verzeichnen war.

Die beiden Landnutzungseinheiten unterscheiden sich aber deutlich durch die unterschiedlich hohen Anteile sehr empfindlicher und empfindlicher Arten. Die Veränderung der Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ durch den Tritteinfluß ist bei gleichem Belastungsgrad und gleicher Belastungsstärke deutlich größer als bei den „Beweideten, gepflegten Almflächen“. Aufgrund dieser Unterschiede ist es gerechtfertigt, sie bei der Bewertung bezüglich ihrer potentiellen Veränderung durch den Tritteinfluß zu unterscheiden.

Die Bewertung der Landnutzungseinheit „Alpine Rasen“ mit einer hohen potentiellen Veränderung durch den Tritteinfluß (Stufe 6) wird durch einen Anteil von

53.7% sehr empfindlicher und empfindlicher Arten bestätigt (s. Tab. 7.15).

Wie in Kap. 7.3 ausgeführt, charakterisieren die Blaugrasrasen mit weiteren Vegetationseinheiten auch die Landnutzungseinheiten 02 (Fels mit alpinen Rasen), 04 (Fels mit einzelnen Bäumen und alpinen Rasen), 09 (Alpine Rasen erosionsbeeinträchtigt) und 11 (Mosaik aus Latschen und alpinen Rasen). Die Landnutzungseinheiten 02 und 09 wurden mit einer hohen potentiellen Veränderung (Stufe 6) und die Landnutzungseinheiten 04 und 11 mit einer überdurchschnittlichen Veränderung durch den Tritteinfluß (Stufe 5) bewertet. Die Bewertung dieser Landnutzungseinheiten konnte durch den Nachweis von 53.7% trittempfindlicher Arten allein in den Blaugrasrasen **tendenziell** abgesichert werden.

Die Auswertung der Untersuchungen für die Landnutzungseinheit „Beweidele, gepflegte Almfläche“ ergab, daß aufgrund der Anzahl von 35.4% sehr empfindlicher und empfindlicher Arten (s. Tab. 7.14) die Bewertung dieser Landnutzungseinheit von bisher Stufe 2 (geringe potentielle Veränderung durch Tritteinfluß) in Stufe 4 (durchschnittliche potentielle Veränderung durch Tritteinfluß) korrigiert werden muß (vgl. a. Tab. 7.15).

Die Standorteigenschaften und die Höhenstufe bedingen eine relativ hohe Zahl trittempfindlicher Arten. Dies wurde bei der Bewertung nicht genügend berücksichtigt und begründet damit die Korrektur.

Trotz dieser Korrektur zeigen die Ergebnisse der stichprobenhaften Überprüfung, daß die Tendenz der Bewertung auf der Basis von Literaturauswertungen, synthetischen oder interpolierten Daten als insgesamt abgesichert bezeichnet werden kann.

Weiterhin wird durch die Stichprobenerhebungen am Beispiel der Almflächen aufgezeigt, daß sich Korrekturen der Bewertung in einem Bereich von zwei Stufen bewegen können.

Dies ist bei einer 7-stufigen Bewertung ein vertretbarer Toleranzbereich.

Das Ergebnis bestätigt die Vorgehensweise, eine flächendeckende Bewertung durch Stichprobenerhebungen zu validieren.

Weiterhin kann aus dem Ergebnis der Stichprobenerhebungen abgeleitet werden, daß für die durchgeführte Bewertung insgesamt eine überdurchschnittliche Datensicherheit verzeichnet werden kann.



8 Qualitative Schadenserhebung und Ermittlung von schadensrelevanten Größen im Testgebiet Jenner

Für die Kap. 7.3 ff. erläuterte Stichprobenkartierung wurden die Transekte so festgelegt, daß ein gleicher Belastungsgrad, definiert durch die Belastungsmenge (Wegfrequenz) und Belastungsstärke (Wegeneigung), zu verzeichnen war. Durch diese Erhebungen konnte ein sehr detailliertes und vergleichbares, aber nur punktuell gültiges Bild der Reaktion der Landnutzungseinheiten auf touristischen Tritteinfluß erarbeitet werden. Diese Erhebungen wurden – wie geschildert – zur Validierung der Bewertung ausgewertet.

Um die eigentlichen die Schäden bedingenden Faktoren und die Beziehungen zum Schadensausmaß zu ermitteln, wurde eine qualitative Kartierung trittbedingter Schäden parallel der Wanderwege durchgeführt.

Als wichtigste die Schäden bedingende Faktoren sind die Hang- und Wegeneigung, die Frequentierung und die Empfindlichkeit der Landnutzungseinheiten zu nennen.

Wegen der großen Anzahl von Kombinationsmöglichkeiten konnte die Schadensentwicklung in Abhängigkeit dieser Faktoren nicht anhand der Transektmethode ermittelt werden. Daher wurde eine qualitative Schadenskartierung zur Ermittlung dieser Abhängigkeiten durchgeführt und ausgewertet.

8.1 Datenerhebung und -aufbereitung

Im Rahmen der Wegschadenskartierung wurden parallel der Wege auftretende Schadflächen nach 5 Schadstufen unterschieden (s. a. Tab. 8.1 u. Karte 8.1).

Die Hang- und Wegeneigung als topographische Faktoren, die Wegfrequenz als Belastungsmenge sowie die Empfindlichkeit der Landnutzungseinheiten gegenüber Tritteinfluß scheinen wichtige den Schaden bedingende Faktoren zu sein. Die Wegschadenskartierung ist ein wichtiges Datum zur Ermittlung der Abhängigkeiten dieser Faktoren.

Die unterschiedliche Trittempfindlichkeit der Landnutzungseinheiten wurde bereits ausführlich dargestellt.

Bezüglich der Hang- und Wegeneigung ist festzuhalten, daß in steilem Gelände Hangabtriebs-, Rei-

Tab. 8.1: Schadstufen der qualitativen Wegschadenskartierung

Schadstufe	Erläuterung
1	keine Schäden an der wegbegleitenden Vegetation
2	sporadisch Trampelpfade neben dem Weg
3	1-3 Trampelpfade parallel der Wege
4	4 oder mehr Trampelpfade oder flächiger Schaden \leq 5 m Breite
5	flächiger Schaden \geq 5 m Breite

bungs- und Scherkräfte auftreten, die den Boden lockern und damit Erosionsvorgänge fördern können. Zudem ist die mechanische Beanspruchung der Pflanzen größer als in ebenem Gelände. Weiterhin spielt bei der Ermittlung der schadensrelevanten Größen das Verhältnis Hangneigung zur Wegeneigung eine entscheidende Rolle.

Die Schäden entlang gering geneigter Wege an steilen Hängen sind durch die schadensbegrenzende Disposition wesentlich geringer, als die Schäden entlang stark geneigter Wege an steilen Hängen. Mit der Auswertung der Daten zur Hang- und Wegeneigung sowie der Ergebnisse der Schadenskartierung werden kritische Schwellenwerte im Verhältnis von Hang- und Wegeneigung erarbeitet.

In der Merkmalsdatei des Landschafts-Informationssystems (s. Kap. 3.4.2.) wurden dazu die in Tab. 8.2 aufgeführten Ausprägungen von Hang- und Wegeneigung zur Ermittlung der Schwellenwerte unterschieden.

Die Hang- und Wegeneigung wurde mit einer Neigungsharfe aus einer photogrammetrischen Höhenschichtenkarte im M 1:10.000 abgemessen (detaillierte Vorgehensweise in SPANDAU et al. 1985).

Die Frequentierung des Wegenetzes wurde, wie in Kap. 6.1.5 ff. ausgeführt, detailliert erhoben. Sie ist das Maß der Belastungsmenge pro Zeiteinheit. In Abhängigkeit der topographischen Faktoren kann u.U. die Wegfrequenz den Schadensumfang wesentlich mitbestimmen. Zur Ermittlung der schadensrelevanten Größen wurden die detaillierten Erhebungen zur Wegfrequenz in die Merkmalsdatei des Landschafts-Informationssystems eingebracht.

Tab. 8.2: Ausprägungen von Hang- und Wegeneigung im Landschafts-Informationssystem

Hangneigung in Grad		Wegeneigung in Grad	
Stufe	Ausprägung	Stufe	Ausprägung
1	0-9	1	0-5
2	10-19	2	6-10
3	20-29	3	11-15
4	30-39	4	16-20
5	40-49	5	21-25
6	50-59	6	26-30
7	\geq 60	7	\geq 30

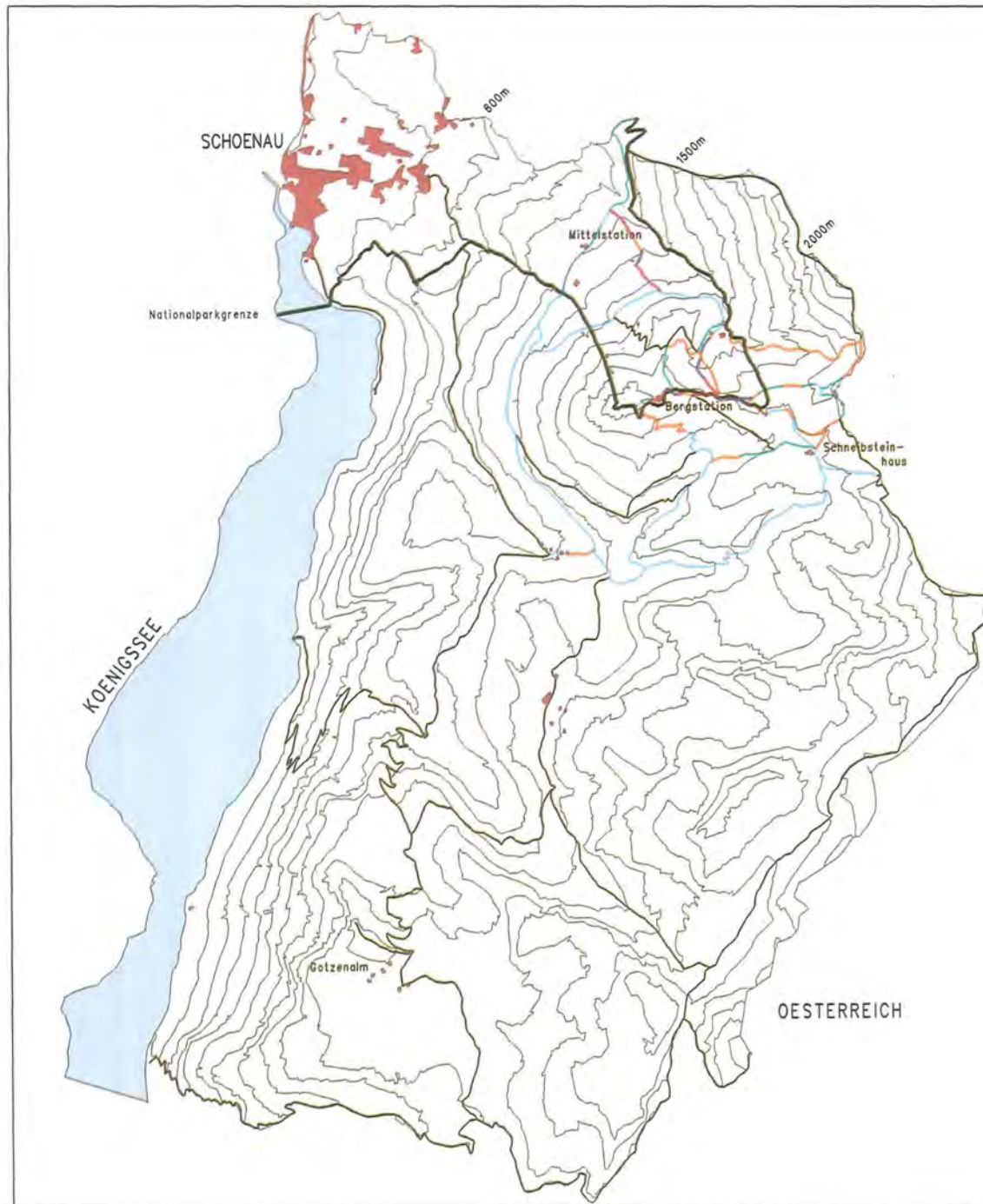
ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Trittbedingte Schaeden
Karte 8.1 Testgebiet Jenner

LEGENDE

-  ohne Angabe
-  Schadstufe 1 Vegetation ungeschoedigt
-  Schadstufe 2 sporadisch Trampelpfade
-  Schadstufe 3 1-3 Trampelpfade parallel der Wege
-  Schadstufe 4 >3 Trampelpfade oder flaechiger Schaden <5m
-  Schadstufe 5 flaechiger Schaden >5m
-  Siedlungen, Einzelgebäude



0m 250m 500m 1000m

L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

Tab. 8.3: Merkmalsdatei für die digitalisierten Wegeabschnitte (schematisch)

Wegeabschnitts-Nr.	Wegeneigung/Grad	Frequenzierung	Schadstufe
1	6-10	150-200	3
2	6-10	150-200	3
3	11-15	150-200	4
4	21-25	200-250	5
5	21-25	250-300	5

Weiterhin wurde das Wegenetz des Untersuchungsgebietes EDV-gerecht aufbereitet und digitalisiert (vgl. a. Kap. 3.4.1).

Für diese digitalisierte Lineargeometrie wurde eine Merkmalsdatei mit den in Tab. 8.3 aufgeführten Variablen erstellt.

Die erstellte „Lineargeometrie“ wurde nun mit der „Flächengeometrie“ überlagert (s.a. Abb. 3.4).

Für die Ermittlung der schadensrelevanten Größen standen somit die Informationen Wegeneigung, Wegfrequenzierung und Schadstufe aus der Merkmalsdatei der „Lineargeometrie“ sowie Informationen über die Landnutzungseinheit und die Hangneigung aus der Merkmalsdatei der „Flächengeometrie“ zur Verfügung.

8.2 Schadensrelevante Größen und deren gegenseitige Beeinflussung

Zur Erarbeitung von Schwellenwerten wurden mit den im Landschafts-Informationssystem enthaltenen Daten überlagernde Auswertungen durchgeführt. Im folgenden werden die Ergebnisse dieser Auswertungen und die daraus ermittelten Schwellenwerte dargestellt.

> Überlagerung der Wegfrequenzierung und der Schadstufen

Es konnte keine Korrelation von Wegfrequenzierung und Schadstufe ermittelt werden. Bei der geringsten Wegfrequenzierung von 50–100 Pers./Tag trat, ebenso wie bei der höchsten Frequenzierung bis 700 Pers./Tag, das gesamte Spektrum der vorkommenden Schadstufen auf. Dieses Ergebnis ist ein Hinweis, daß die topographischen Faktoren die entscheidenden schadensrelevanten Größen sein müssen.

> Überlagerung der Hangneigung und der Schadstufen

Die Hangneigung wurde aus der Merkmalsdatei der „Flächengeometrie“ entnommen und in 10°-Stufen unterteilt. Ab einer Neigungsstufe >20° konnte aus der Überlagerung der Hangneigung und der Schadstufen keine Differenzierung ermittelt werden, so daß für die weiteren Auswertungen die Hangneigungsstufen >20° zu einer Stufe aggregiert wurden. Unterscheidungen in der Verteilung der Schadstufen konnten für die Hangneigungsstufe <10° und die Stufe 11–20° ermittelt werden. Für die weitere Bearbeitung werden die Hangneigungsstufen ≤10°, 11–20° und >20° unterschieden.

> Überlagerung der Wegeneigung und der Schadstufen

Die Überlagerung der Wegeneigung und der Schadstufen ergab, daß drei Ausprägungen der Wegeneigung zu unterscheiden sind: Wegeneigung ≤10° (meist niedrige, z.T. mittlere Schadstufe), Wegeneigung 11–15° (meist mittlere, z.T. hohe Schadstufe), Wegeneigung >15° (hohe Schadstufe).

Als weiterer Auswertungsschritt zur Ermittlung der schadensrelevanten Größen und deren gegenseitiger Beeinflussung wurden die Hangneigung, die Wegeneigung und die Schadstufen überlagert.

Dazu wurden sechs Kombinationen von Hang- und Wegeneigung unterschieden:

> Gering geneigte Wege (<10°) an steilen Hängen (>20°)

Entlang dieser Wegeabschnitte wurden die geringsten Schäden kartiert.

Durch eine flache, bequem zu begehende Wegeführung bei angrenzenden steilem Gelände, ist die Bereitschaft, die Wege zu verlassen, sehr gering. Einige sporadisch neben den Wegen auftretende Trampelpfade entstehen z.T. bei geringer Wegbreite durch notwendige Ausweichmanöver bei hoher Frequenzierung.

Die Disposition ist bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung der entscheidende schadensbegrenzende Faktor.

> Gering geneigte Wege (<10°) an Hängen mittlerer Neigung (10–20°)

Bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung ist ein großes Spektrum der auftretenden Schäden zu verzeichnen. Dies liegt darin begründet, daß bei dieser Abstufung der Hangneigung die Wege sowohl hangparallel durch relativ steiles Gelände, als auch in Falllinie bei 10° geneigten Hängen verlaufen können.

In einem Fall kann die Disposition schadensbegrenzend wirken, in dem anderen Fall wird die Schadensentstehung durch Hangabtriebs- und

Scherkräfte gefördert. Am häufigsten trat bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung Schadstufe 3 (1–3 Trampelpfade parallel der Wege) auf, so daß von einer mittleren Schadstufe bei dieser Kombination ausgegangen wird.

- > Gering geneigte Wege ($<10^\circ$) in flachem Gelände ($<10^\circ$)

Die Disposition kann bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung nicht mehr schadensbegrenzend wirksam werden. Diese Kombination lässt eine diffuse Verteilung der Touristen zu, was zu einer extensiven, dafür aber großflächigen Belastung der Pflanzen führt. Diese diffuse Belastung bedingt z.T. eine Verdichtung der Böden, so daß sich nach Regenfällen oft Pfützen bilden, die wiederum umgangen werden. Dadurch entstehen z.T. neue Trampelpfade.

- > Mittel geneigte Wege ($10-15^\circ$) an steilen Hängen ($>20^\circ$)

Bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung wirkt die Disposition z.T. noch hemmend auf die Bereitschaft, den Weg zu verlassen. Durch die stärkere Wegeneigung waren aber bereits 1–3 Trampelpfade (Schadstufe 3) parallel der Wege zu verzeichnen.

- > Wege in Falllinie an mittel geneigten Hängen ($10-20^\circ$)

Parallel dieser Wege sind Schäden der Schadstufe 3 und 4 zu verzeichnen. Die Belastungsstärke an mittel geneigten Hängen ist noch nicht so groß, daß Maximalschäden zu verzeichnen sind.

- > Wege in Falllinie an stark geneigten Hängen ($>20^\circ$)

Diese Kombination von Hang- und Wegeneigung bedingt Maximalschäden (Schadstufe 5). Neigungsbedingt ist die Belastungsstärke so groß, daß immer Maximalschäden entstehen.

Die Trittbelastung führt bei dieser Kombination von Hang- und Wegeneigung schnell zu einer völligen Vernichtung der Pflanzen und damit zur Bodenfreilegung. Auf diesen geschädigten Flächen besteht bei Lockergesteinen, aber auch auf nassem Oberboden, erhebliche Rutschgefahr. Dies führt dazu, daß die geschädigten Flächen umgangen werden, weitere Trampelpfade entstehen, bis letztlich ein flächiger Schaden zu verzeichnen ist.

Nach der Überlagerung der Hang- und Wegeneigung mit den kartierten Schäden wurden die Kombinationen mit der Wegefrequenz überlagert. Diese Auswertung sollte Aufschlüsse darüber geben, ob die Wegefrequenz als Belastungsmenge ein wichtiger Parameter zur Ermittlung der schadensrelevanten Größen ist.

Das Ergebnis dieser Überlagerung ergab keine Korrelation von Hang-, Wegeneigung und der Wegefrequenz, für die meisten Kombinationen war ein breites Spektrum der auftretenden Schäden zu verzeichnen.

Damit scheint die Wegefrequenz nicht der entscheidende Parameter zur Erfassung trittbedingter Schäden zu sein.

Dieses Ergebnis deutete sich bereits bei der Überlagerung der Wegefrequenz mit den erfaßten Schäden an. Lediglich für zwei Kombinationen von Hang- und Wegeneigung konnte mit der Überlagerung der Wegefrequenz die ermittelte Abhängigkeit bestätigt werden:

- > bei gering geneigten Wegen an steilen Hängen wirkt die Disposition selbst bei den höchsten Wegefrequenzen schadensbegrenzend
- > bei steilen Wegen in Falllinie ist die zerstörerische Wirkung des Tretes so groß, daß bereits bei geringster Frequenz Schadstufe 5 zu verzeichnen war.

Neben der Trittempfindlichkeit der Landnutzungseinheiten ist das Verhältnis von Hangneigung zur Wegeneigung der entscheidende Parameter zur Erfassung der durch sommertouristische Aktivitäten bedingten Schäden.

Überraschend ist, daß die Wegefrequenz insgesamt nur eine untergeordnete schadensrelevante Größe ist. Selbst bei höchsten Frequenzen waren bei gering geneigten Wegen an steilen Hängen keine oder nur geringe Schäden festzustellen, während bei geringsten Frequenzen bei steilen Wegen an steilen Hängen Schadstufe 5 zu verzeichnen war.

Mit den schadensrelevanten Größen sowie der durch Stichprobenkartierungen validierten Bewertung wurden die notwendigen Daten für die Formulierung eines Modells zur Ermittlung trittbedingter Schäden erarbeitet.

Nach der Modellentwicklung werden die Modellergebnisse mit dem Landschafts-Informationssystem in Statistiken und als „Synthetische Karten“ dargestellt.

8.3 Modellformulierung und Validierung der Modellergebnisse im Testgebiet Funtensee

Da die notwendigen Daten zur Modellformulierung im Testgebiet Jenner erarbeitet wurden, müssen die Modellergebnisse für das Testgebiet Funtensee dargestellt werden. Die Übertragung der im Testgebiet Jenner ermittelten schadensrelevanten Größen auf das Testgebiet Funtensee und der Vergleich der Modellergebnisse – dargestellt in Statistiken und in Potentialkarten – mit detailliert erhobenen Daten ermöglicht die Validierung bzw. eine evtl. notwendige Optimierung des Modellansatzes.

Dazu waren folgende Schritte durchzuführen:

- > Formulierung eines Modells zur Ermittlung potentieller Trittschäden im Testgebiet Funtensee.
- > Flächenbezogene und statistische Darstellung der Modellergebnisse.
- > Detaillierte qualitative Datenerhebung.
- > Vergleich der Modellergebnisse mit den qualitativ erhobenen Daten.
- > Validierung der Modellergebnisse.

8.3.1 Modellformulierung, statistische und flächenbezogene Darstellung der Modellergebnisse

Zur Formulierung eines Modells für die Ermittlung potentieller Trittschäden im Testgebiet Funtensee wurden folgende Parameter berücksichtigt:

- > Bewertung der Landnutzungseinheiten
- > Hangneigung
- > Wegeneigung

Es wird davon ausgegangen, daß dies die entscheidenden Parameter zur Ermittlung potentieller Trittschäden sind.

In Abb. 8.1 ist das entwickelte Modell zur Ermittlung potentieller Trittschäden im Testgebiet Funtensee dargestellt.

Ausgehend von den in Abb. 8.1 dargestellten Abhängigkeiten der bewerteten Landnutzungseinheiten, der Wege- und Hangneigung und der daraus resultierenden potentiellen Schäden, wurden nun mit den entsprechenden Daten des Landschafts-Informationssystems die Ergebnisse der Modellläufe statistisch dargestellt und flächenbezogen abgebildet.

In Karte 8.2 sind die potentiellen Schäden sommergebietlicher Nutzung für das Testgebiet Funtensee dargestellt.

Insgesamt wurden für 293 Wegeabschnitte im Testgebiet Funtensee potentielle Schadstufen ermittelt.

Abb. 8.1: Modell zur Ermittlung potentieller Trittschäden

Kombination Hang- zur Wegeneigung	Bewertung der Landnutzungseinheiten							Erläuterung
	1	2	3	4	5	6	7	
gering geneigte Wege (< 10°) an steilen Hängen (> 20°)	1	1	1	1	1	2	2	1= keine Schäden an den wegbegleitenden Landnutzungseinheiten 2= sporadisch Trampelpfade parallel der Wege 3= 1-3 Trampelpfade parallel der Wege 4= 4 oder mehr Trampelpfade oder flächiger Schaden < 5m 5= flächiger Schaden > 5m
gering geneigte Wege (< 10°) an Hängen mittlerer Neigung (10-20°)	1	1	1	2	2	3	3	
gering geneigte Wege (< 10°) an gering geneigten Hängen (< 10°)	1	1	1	2	3	3	4	
mittel geneigte Wege (10-15°) an steilen Hängen (> 20°)	1	1	2	3	3	4	5	
Wege ± in Falllinie an mittel geneigten Hängen (10-20°)	2	2	3	3	4	4	5	
Wege ± in Falllinie an steil geneigten Hängen (> 20°)	3	3	4	4	5	5	5	

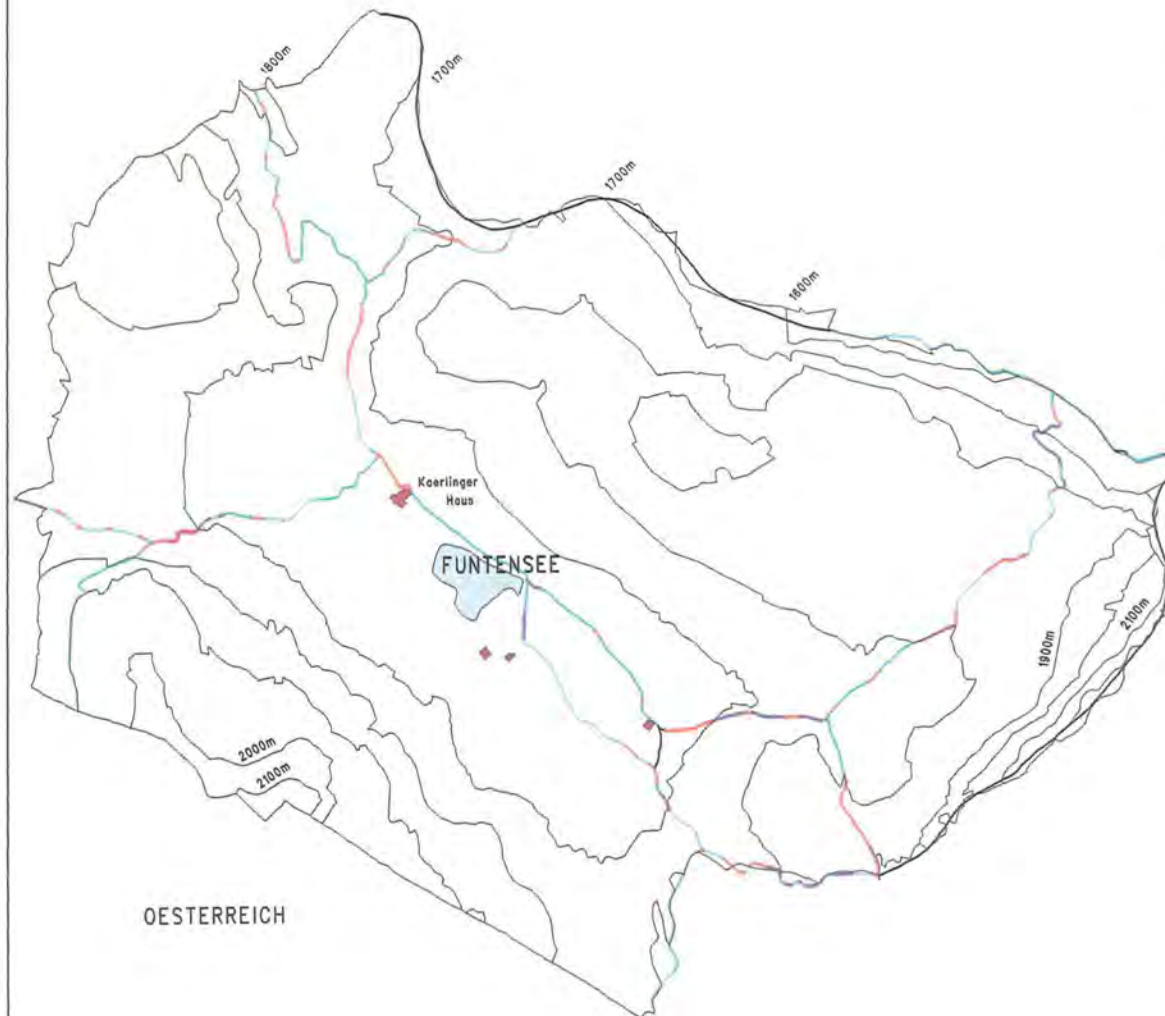
ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 8.2 Testgebiet Funtensee
Potentielle trittbedingte Schaeden

LEGENDE

- ohne Angabe
- Schadstufe 1 Vegetation ungeschodigt
- Schadstufe 2 sporadisch Trampelpfade
- Schadstufe 3 1-3 Trampelpfade parallel der Wege
- Schadstufe 4 >3 Trampelpfade parallel der Wege
oder flaechiger Schaden <5 m
- Schadstufe 5 flaechiger Schaden >5m
- Berghuetten, Unterkunftschauser



0m 250m 500m



●▲ L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

OESTERREICH

Tab. 8.4: Verteilung der potentiellen Schadstufen auf die Wegeabschnitte

Schadstufe	1	2	3	4	5
Anzahl der Wegeabschnitte (Σ 293)	105	58	62	24	44

Tab. 8.4 zeigt, wie sich die potentiellen Schadstufen auf die 293 Wegeabschnitte verteilen.

Danach sind für 105 Wegeabschnitte keine Schäden an den wegbegleitenden Landnutzungseinheiten (Stufe 1), für 58 Wegeabschnitte sporadisch Trampelpfade parallel der Wege (Stufe 2) und für 62 Wegeabschnitte 1–3 Trampelpfade parallel der Wege (Stufe 3) potentiell zu verzeichnen.

Für 24 Wegeabschnitte werden 4 oder mehr Trampelpfade oder ein flächiger Schaden <5m (Stufe 4) und für 44 Wegeabschnitte wird ein flächiger Schaden >5m potentiell ermittelt.

Zur Überprüfung und Validierung der potentiellen Schadensverteilung wurden die Modellergebnisse mit qualitativen Erhebungen verglichen.

8.3.2 Qualitative Schadenskartierung im Testgebiet Funtensee

Analog zur qualitativen Wegschadenskartierung im Testgebiet Jenner wurden im Testgebiet Funtensee die parallel der Wege auftretenden Schadflächen nach 5 Schadstufen unterschieden (s. hierzu Tab. 8.1).

Die Daten dieser Erhebung wurden in das Landschafts-Informationssystem überführt, indem jedem der 293 Wegeabschnitte mit potentiell Schaden eine entsprechende reale Schadstufe zugeordnet wurde. Danach konnte die Wegschadenskartierung flächenbezogen dargestellt werden (s. Karte 8.3). Als weitere Auswertung wurde die Verteilung der realen Schäden auf die 293 Wegeabschnitte mit potentiellen Schäden ermittelt.

Tab. 8.5: Verteilung der realen Schadstufen auf die Wegeabschnitte

Schadstufe	1	2	3	4	5
Anzahl der Wegeabschnitte Σ 293	108	54	119	9	3

Zur Validierung der Modellergebnisse wurde nun die Übereinstimmung der realen Schadstufen und der potentiellen Schadstufen ermittelt.

8.3.3 Vergleich der Modellergebnisse mit den qualitativ erhobenen Daten

Aus der Gegenüberstellung der potentiellen und der realen Schäden parallel der Wege können der Modellansatz und die Übertragungsvorschrift validiert werden. In Tab. 8.6 werden die potentiellen Schäden den realen Schäden gegenübergestellt. In Karte 8.4 werden die Ergebnisse flächenbezogen dargestellt.

Aus Tab. 8.6 geht hervor, daß für 47.1% der untersuchten Wegeabschnitte über alle Schadstufen der potentielle Schaden dem realen Schaden entspricht.

Für 24.5% der untersuchten Wegeabschnitte wurde der potentielle Schaden eine Schadstufe höher und für 15.3% eine Schadstufe niedriger als der reale Schaden prognostiziert.

Für insgesamt 13.1% der untersuchten Wegeabschnitte wurde der potentielle Schaden um zwei Schadstufen höher bzw. niedriger als der reale Schaden ermittelt.

Eine Abweichung von 3 oder mehr Schadstufen zwischen potentiellen und realen Schäden war nicht zu verzeichnen.

Damit können mit dem entwickelten Modell für 47.1% der Fälle die tatsächlichen Schäden ermittelt und für 40.8% der Fälle der potentielle Schaden um eine Schadstufe über bzw. unter dem realen Schaden prognostiziert werden.

Werden diese beiden Zahlen zusammengefaßt, können mit dem entwickelten Modell für 86.5% der untersuchten Wegeabschnitte die Trittschäden mit möglicher Abweichung um eine Schadstufe prognostiziert werden.

Damit dürfte das aufgestellte Modell zur Ermittlung der potentiellen sommertouristischen Schäden im hohen Maße geeignet sein.

Dieses Ergebnis bestätigt weiterhin, daß die bewerteten Landnutzungseinheiten sowie die Hang- und Wegegung die das Schadensausmaß beeinflussenden Parameter sind.

Das validierte Modell wird im folgenden zur Ermittlung der potentiellen Trittschäden im gesamten Nationalpark eingesetzt.

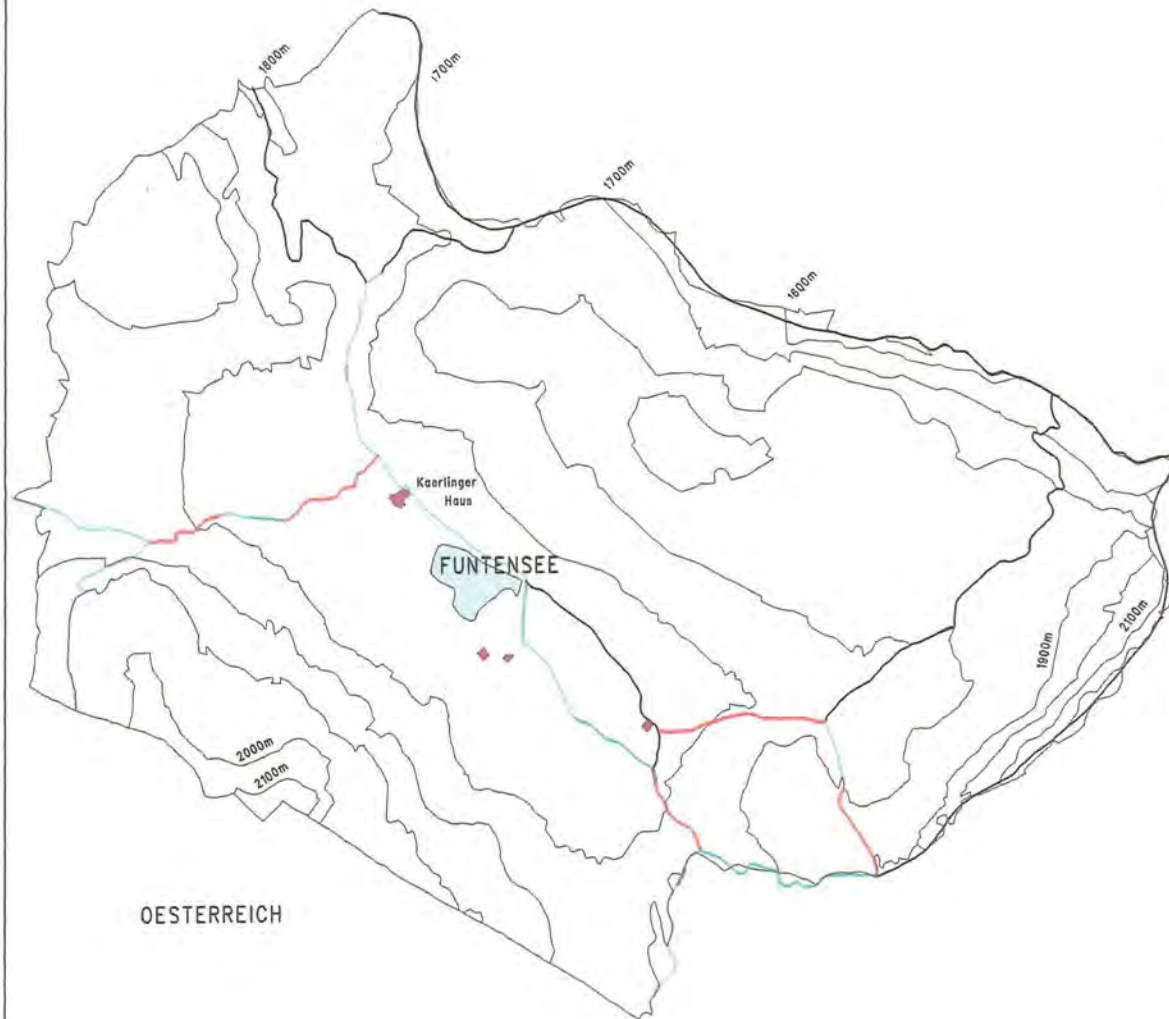
ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 8.3 Testgebiet Funtensee
Trittbedingte Schaeden

LEGENDE

- ohne Angabe
- Schadstufe 1 Vegetation ungeschadigt
- Schadstufe 2 sporadisch Trampelpfade
- Schadstufe 3 1-3 Trampelpfade parallel der Wege
- Schadstufe 4 >3 Trampelpfade parallel der Wege
oder flaechiger Schaden <5 m
- Schadstufe 5 flaechiger Schaden >5m
- Berghuetten, Unterkunftshauser



OESTERREICH

0m 250m 500m



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

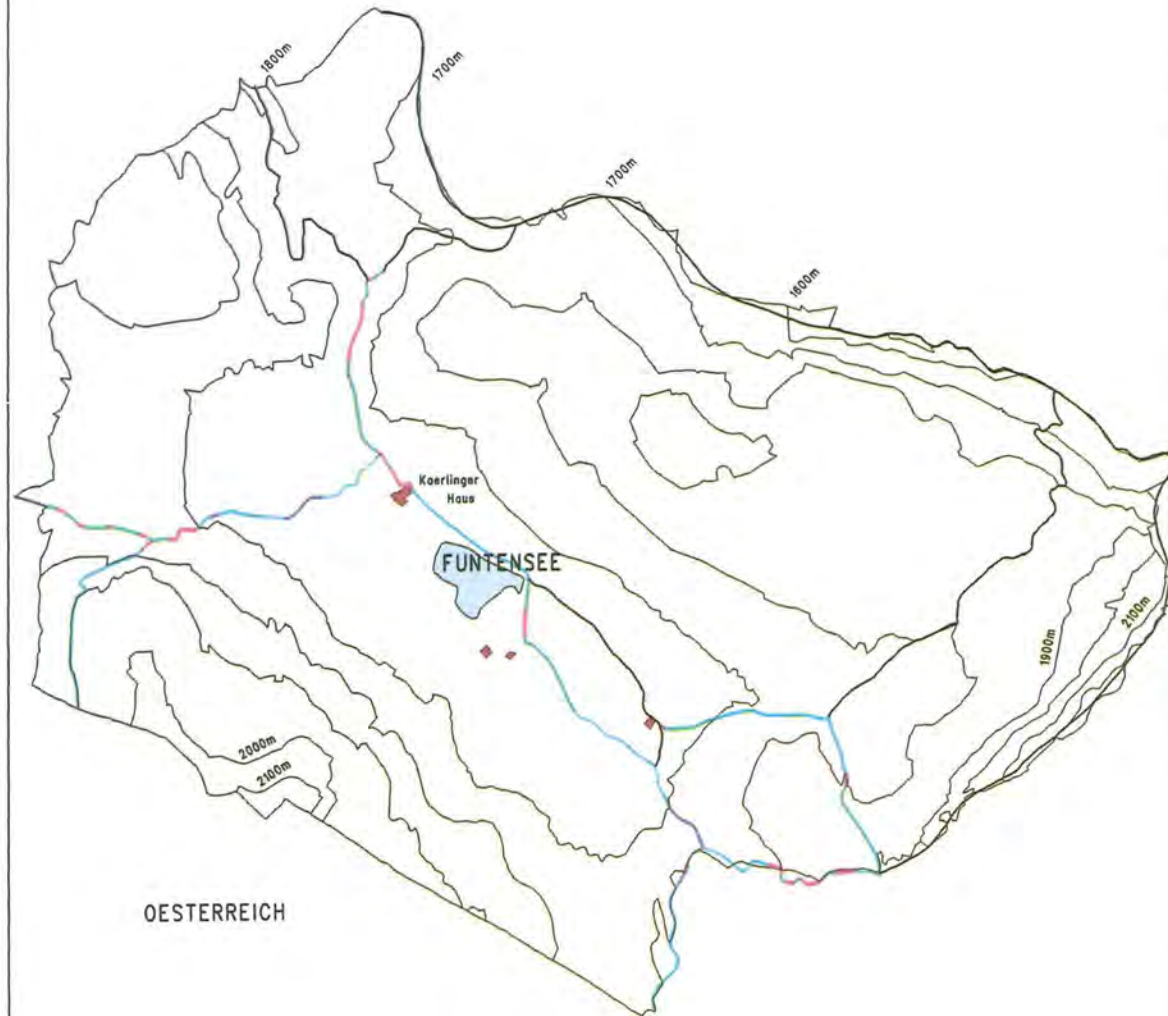
Tab. 8.6: Vergleich potentieller und realer Schäden

Schadstufe	1	2	3	4	5	Σ %
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden = realer Schaden	86	9	36	5	2	47.1
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden eine Schadstufe höher als der reale Schaden	0	23	26	18	5	24.5
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden eine Schad- stufe niedriger als realer Schaden	17	28	0	0	0	15.3
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden zwei Schadstufen höher als realer Schaden	0	0	0	1	37	12.8
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden zwei Schadstufen niedriger als realer Schaden	1	0	0	0	0	0.3
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden \geq drei Schadstufen höher als realer Schaden	0	0	0	0	0	0
Anzahl Wegeabschnitte: pot. Schaden \geq drei Schadstufen niedriger als realer Schaden	0	0	0	0	0	0

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 8.4 Testgebiet Funtensee
Differenz von potentiellen und realen Schaeden



LEGENDE

- ohne Angabe
- Pot. Schaden = realer Schaden
- Pot. Schaden ist eine Schadstufe < als realer Schaden
- Pot. Schaden ist eine Schadstufe > als realer Schaden
- Pot. Schaden ist zwei Schadstufen < als realer Schaden
- Pot. Schaden ist zwei Schadstufen > als realer Schaden
- Pot. Schaden ist drei Schadstufen < oder > als realer Schaden
- Berghuetten, Unterkunfthaeuser

0m 250m 500m



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

9 Auswirkungen sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark Berchtesgaden

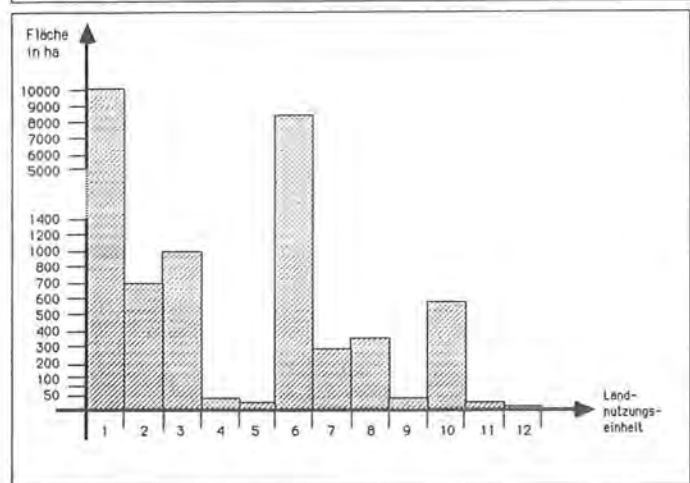
Basis für die Übertragung des in den Testgebieten entwickelten Modells zur Ermittlung potentieller Trittschäden für den gesamten Nationalpark sind die im Landschafts-Informationssystem geführten Geometrien und Informationen (s. Abb. 3.5).

Bevor im folgenden potentielle Schäden sommertouristischer Trittbelastung im gesamten Nationalpark ermittelt werden, werden zum besseren Verständnis und Nachvollziehbarkeit der Modellergebnisse die aggregierten Landnutzungseinheiten und das Ergebnis ihrer Bewertung dargestellt.

9.1 Verteilung der (aggregierten) Landnutzungseinheiten

Wie in Kap. 3.4.1 erläutert, wurde auf der Basis von Infrarot-Falschfarben-Luftbildern sowie Orthophotos im M 1:10.000 mit einem entsprechenden Kartierungsschlüssel (s. SPANDAU et al. 1985) eine flächendeckende Erfassung der Landnutzungseinheiten im gesamten Nationalpark durchgeführt. In-

Abb. 9.1: Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Nationalpark Berchtesgaden



LANDNUTZUNGSEINHEITEN	ha
1 Fels, Gesteinsschutt z.T. mit einzelnen Bäumen, Latschen oder alpinen Rasen	10.204
2 Alpine Rasen	629
3 Zwergstraucheiden, Latschen- und Grünerlengebüsche	961
4 Gewässerbegleitende Vegetation, Quellfluren, Floore	43
5 Baumgruppen, Feldgehölze	23
6 Wälder	8842
7 Almflächen mit intensiven Weidegesellschaften	292
8 Almflächen aufgelassen oder in Sukzession	330
9 Wiesen-, Mäh- und Dauerweiden	24
10 Gewässer	587
11 Sonderstandorte	9
12 Einzelgebäude, Berghütten, Unterkunfts Häuser	1

samt wurden für das Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden 63 unterschiedliche Landnutzungen erfaßt.

Ihre Verteilung auf das Gebiet des Nationalparks ist in Abb. 9.1 statistisch und in Karte 9.1 flächenbezogen dargestellt.

Aus diesen geht hervor, daß die naturnahen Landnutzungseinheiten die weitaus größten Flächenanteile im Nationalpark einnehmen.

Besonders hervorzuheben sind hier die Landnutzungseinheit 1 (Fels, Gesteinsschutt z.T. mit einzelnen Bäumen, Latschen oder alpinen Rasen) mit 10.204ha.

Landnutzungen, die durch intensiven Nutzungseinfluß charakterisiert werden, nehmen im Vergleich zu den naturnahen Landnutzungseinheiten nur relativ geringe Flächenanteile ein (Almflächen mit intensiven Weidegesellschaften 292ha, Wiesen-, Mäh- und Dauerweiden 24ha).

9.2 Risiko potentieller Veränderungen der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß

Zur Ermittlung potentieller Schäden sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark Berchtesgaden wurden die davon betroffenen Landnutzungseinheiten (41 von 63) hinsichtlich ihrer potentiellen Veränderung durch den Tritteinfluß bewertet (s. Tab. 5.1).

Die 22 nicht bewerteten Landnutzungseinheiten nehmen insgesamt nur eine Fläche von 627.5ha (2.8%) ein. Dabei entfallen allein 587.0ha auf die verschiedenen Gewässer im Nationalpark (s. Abb. 9.1).

Mit dem Landschafts-Informationssystem wurde eine statistische Auswertung (Tab. 9.1) und eine flächenbezogene Darstellung der Bewertungsergebnisse (Karte 9.2) für den gesamten Nationalpark erarbeitet. Im Rahmen der statistischen Auswertung wurde wiederum mit einem additiven Ansatz für jede klassifizierte Stufe die Flächengröße in ha (absolute Angabe) und die prozentuale Verteilung der Flächengröße/Stufe (relative Werte) ermittelt.

Aus Tab. 9.1 geht hervor, daß für insgesamt 8247.6ha (37.5%) der Landnutzungseinheiten eine hohe (Stufe 6) und für 2179.9 (9.9%) eine über-

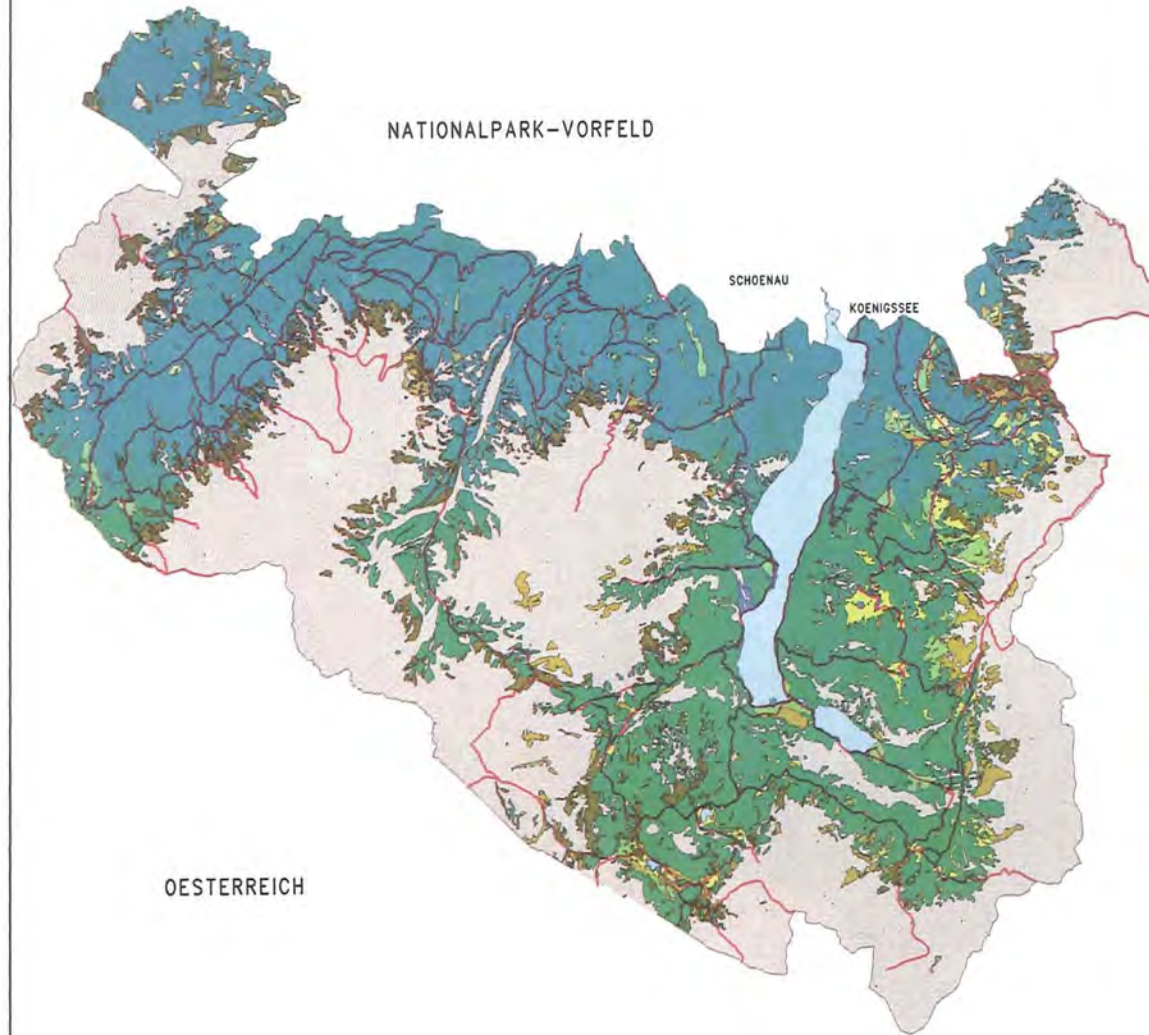
Tab. 9.1: Statistik über Klassen der potentiellen Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß

Klasse	Flächengröße in ha	Verteilung in %
0 nicht bewertet	627.5	2.8
1 sehr gering	382.7	1.7
2	2148.5	9.8
3	6009.3	27.3
4	2390.4	10.9
5	2179.9	9.9
6	8247.6	37.5
7 sehr hoch	23.2	0.1
Summe	22.009.1	100,0

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 9.1 Nationalpark
Landnutzungseinheiten (aggregiert)



LEGENDE

-  Fels, Karrenfelder z.T. mit einzelnen Baeumen, Latschen und alpinen Rosen
-  Alpine Rosen
-  Zwergstrauchheiden, Latschen- und Gruenerlengebuesch
-  Gewaesserbegleitende Vegetation, Quellfluren, Moore
-  Baumgruppen, Feldgehoeelze
-  Waelder
-  Almflaeachen mit intensiven Weidegesellschaften
-  Almflaeachen mit alpinen Rosen, verarmt, aufgegeben oder in Sukzession
-  Wiesen, Maeh- und Dauerweiden
-  Gewaesser
-  Sonderatandorte
-  Einzelbaeueude, Berghuetten, Unterkunfthaeuser
-  Wanderwege

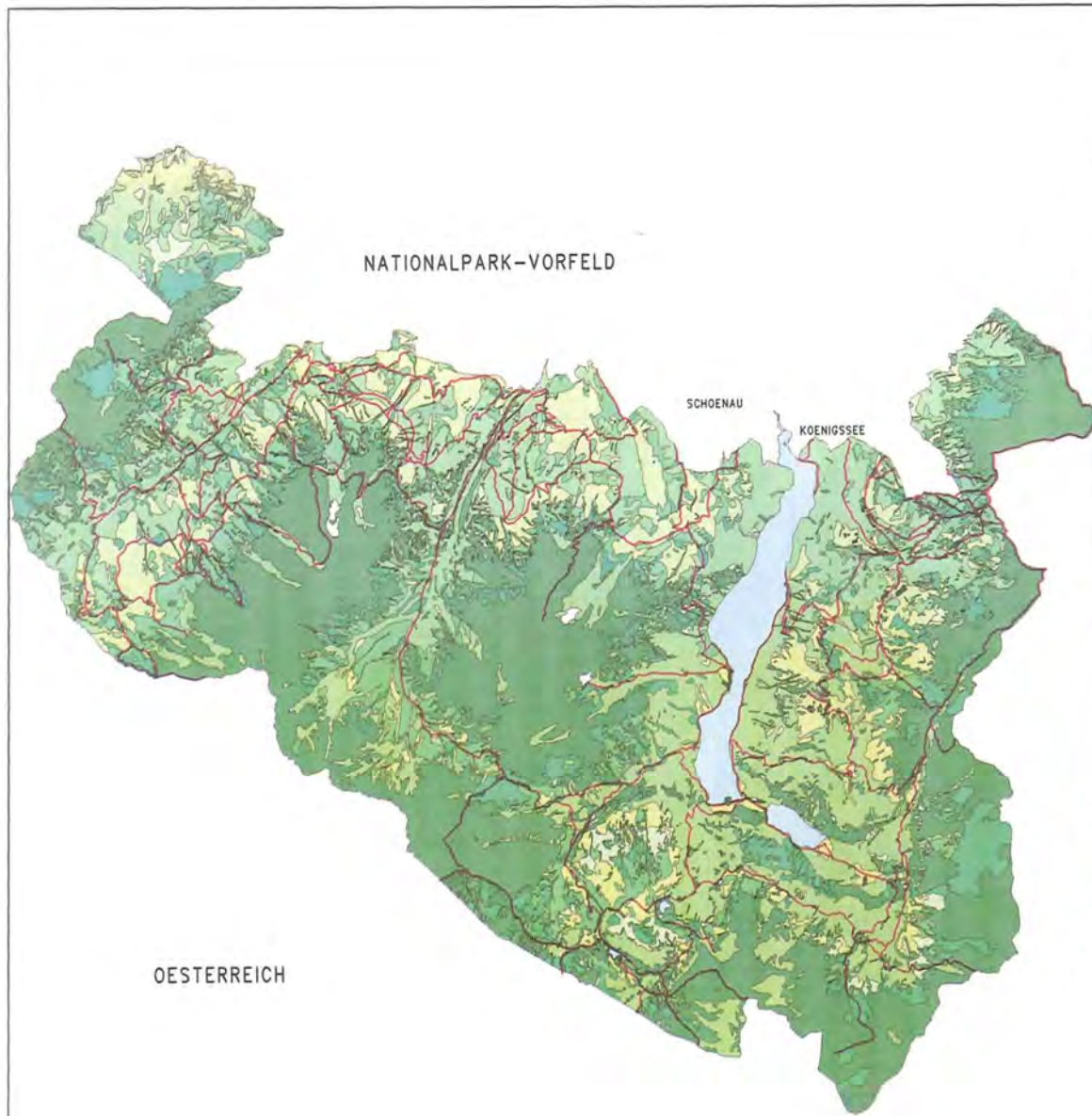
0m 1000m 2500m



L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN



EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7



ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 9.2 Nationalpark
Potentielle Veranderung der Landnutzungseinheiten
durch Tritteinfluss

LEGENDE

- nicht bewertet
- sehr gering
- gering
- maessig
- durchschnittlich
- ueberdurchschnittlich
- hoch
- sehr hoch
- Gewaesser
- Einzelbaeude, Berghuetten, Unterkunftsbaeuser
- Wanderwege



L.SPANDAU
 LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
 TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN
 EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

durchschnittliche (Stufe 5) potentielle Veränderung durch den Tritteinfluß zu erwarten ist.

Diese Zahl begründet sich durch die hohe Zahl der alpinen und hochalpinen Landnutzungseinheiten im Nationalpark (s. Abb. 9.1).

Eine mäßige (Stufe 3) und eine geringe (Stufe 2) potentielle Veränderung der Landnutzungseinheiten durch den Tritteinfluß wurde für insgesamt 8157.8ha (37.1 %) ermittelt. Hierzu zählen u.a. die Waldeinheiten.

Eine sehr geringe potentielle Veränderung durch den Tritteinfluß (Stufe 1) ist für die intensiv genutzten Landnutzungseinheiten zu erwarten. Diese nehmen mit 382.7ha (1.7%) nur geringe Flächenanteile ein (s. a. Kap. 9.1).

Noch geringer ist – aufgrund der geringen Anteile der Moore und Feuchtgebiete – die Flächengröße der Landnutzungseinheiten mit einer sehr hohen potentiellen Veränderung durch Tritteinfluß (Stufe 7; 23.2ha, 0.1 %).

Das Ergebnis der Bewertung hat für die weitere Nationalparkplanung – besonders bei weiteren Erschließungsmaßnahmen für Sommertouristen – eine erhebliche Bedeutung. Es ist ein weiterer Wegebau durch potentiell sehr empfindlich (Stufe 7) und empfindlich (Stufe 6) auf Tritteinfluß reagierende Landnutzungseinheiten zu vermeiden. Damit kann sichergestellt werden, daß nicht vorhersehbare indirekte Folgewirkungen von vornherein verhindert werden.

9.3 Ermittlung potentieller Schäden sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark und Interpretation der Ergebnisse

Das entwickelte und validierte Modell (s. Abb. 8.1) wird im folgenden zur Ermittlung potentieller Schäden sommertouristischer Trittbelastung im Nationalpark eingesetzt.

Wie in Kap. 8.3.3 erläutert, kann mit diesem Modell für ca. 86 % der erfassten Wegeabschnitte die potentielle Schadstufe um maximal eine Schadstufe abweichend prognostiziert werden.

Zur Ermittlung der Schäden wurde das Wegenetz des Nationalparks digitalisiert und in die Lineargeometrie überführt (s. a. Kap. 3.4.1 ff.).

Die Summe aller erfaßten Wegeabschnitte ergab eine Strecke von 25.517m Länge.

Den Wegeabschnitten dieser Lineargeometrie wurde die Information „Wegeneigung“ zugeordnet und danach die Lineargeometrie mit der Flächengeometrie überlagert.

Durch diese Überlagerung konnten die Informationen der Flächengeometrie (Hangneigung, Landnutzungseinheiten etc.) mit denen der Lineargeometrie kombiniert und nach entsprechenden Rechenvorschriften ausgewertet werden.

In Tab. 9.2 sind die Modellergebnisse statistisch und in Karte 9.3 kartographisch für den gesamten Nationalpark dargestellt.

Zur Interpretation wurden die einzelnen Wegeabschnitte/Schadstufe addiert und die Gesamtlänge der Wegeabschnitte/Schadstufe dargestellt. Der Karte 9.3 kann die räumliche Verteilung der Schadstufen auf die Wegeabschnitte im Nationalpark entnommen werden.

Aus Tab. 9.2 geht hervor, daß für 47.6% des untersuchten Wegenetzes keine Schäden an den weggleitenden Landnutzungseinheiten ermittelt wurden.

Da das Modell die potentiellen Schäden um maximal eine Schadstufe abweichend ermittelt, müßte im ungünstigsten Fall die Schadstufe 2 (sporadisch Trampelpfade parallel der Wege) angenommen werden.

Die Interpretation der Ergebnisse wird durch diese Ungenauigkeit jedoch nicht verfälscht.

Flächige Schäden durch sommertouristische Aktivitäten (Schadstufe 4 und 5) wurden für 14.1 % des Wegenetzes ermittelt.

Die große Differenz zwischen Wegeabschnitten ohne Schäden und Wegeabschnitten mit flächigen Schäden durch sommertouristische Aktivitäten war überraschend.

Aus diesem Grund wurde nochmals eine Stichprobenüberprüfung der Modellergebnisse durchgeführt. Dazu wurden Luftbilder aus den Jahren 1953 und 1983 daraufhin analysiert, ob eine Zunahme von Schäden parallel der Wanderwege seit 1953 zu verzeichnen ist.

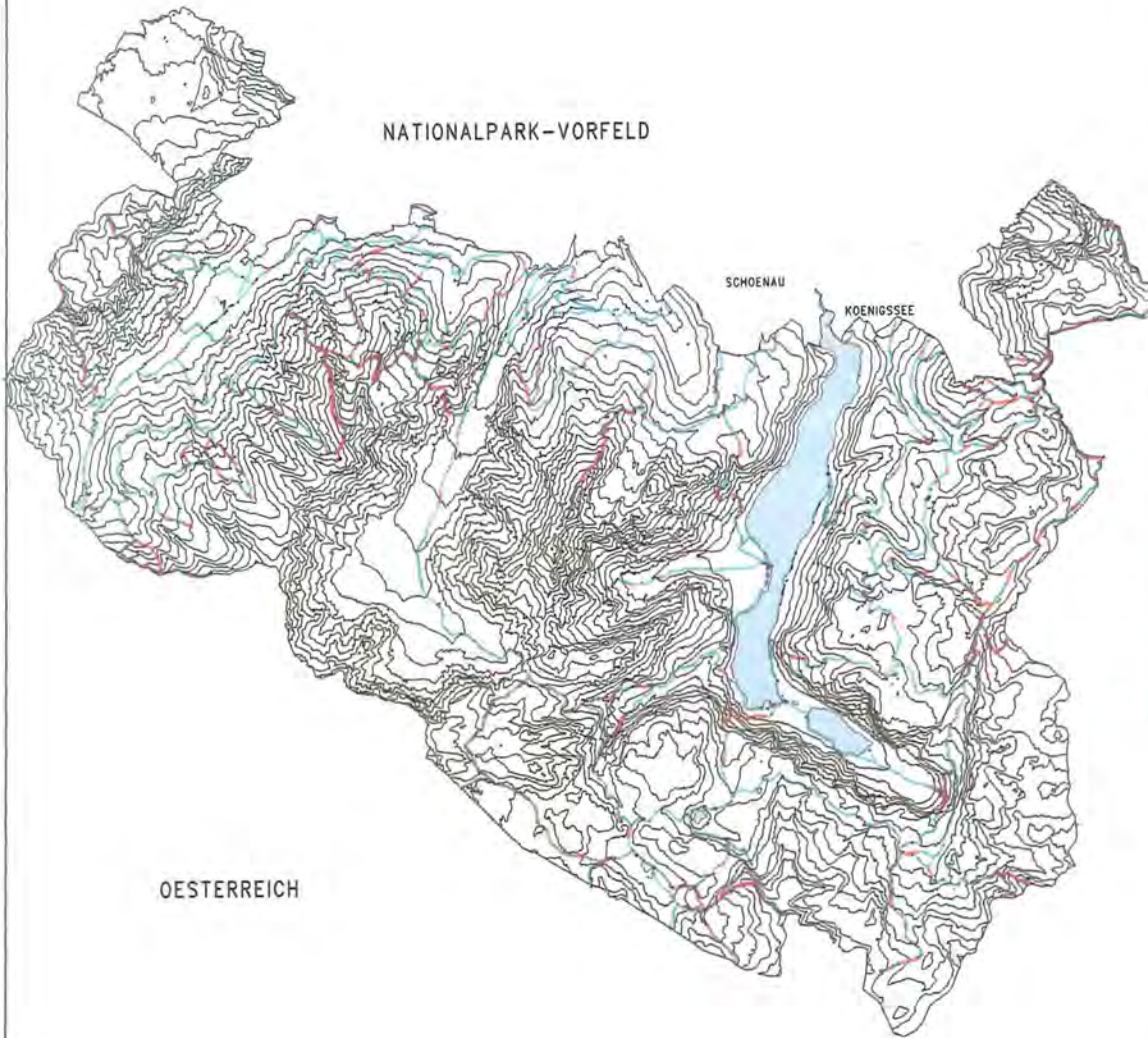
Tab. 9.2: Gesamtlänge der Wegeabschnitte/Schadstufe

Schadstufe	Wegeabschnitte m	Wegeabschnitte %	Erläuterung
1	12.140	47.6	keine Schäden
2	5.086	19.9	sporadisch Trampelpfade
3	4.690	18.4	1-3 Trampelpfade
4	2.165	8.5	> 4 Trampelpfade oder flächiger Schaden < 5 m
5	1.436	5.6	flächiger Schaden > 5 m
Σ	25.517	100	

ANGEWANDTE OEKOSYSTEMFORSCHUNG IM NATIONALPARK BERCHTESGADEN

FALLSTUDIE:
SOMMERTOURISMUS IM NATIONALPARK

Karte 9.3 Nationalpark
Potentielle trittbedingte Schaeden



LEGENDE

- ohne Angabe
- Schadstufe 1 Vegetation ungeschadigt
- Schadstufe 2 sporadisch Trampelpfade
- Schadstufe 3 1-3 Trampelpfade parallel der Wege
- Schadstufe 4 >3 Trampelpfade parallel der Wege oder flaechiger Schaden <5 m
- Schadstufe 5 flaechiger Schaden >5m
- Berghuerten, Unterkunftsaeuser



●▲ L.SPANDAU
LEHRSTUHL FUER LANDSCHAFTSOEKOLOGIE
TU MUENCHEN WEIHENSTEPHAN

EDV: FA. ESRI, 8051 KRANZBERG, RINGSTR.7

Das Ergebnis war, daß nur in Teilbereichen ein geringfügiger Anstieg von Schäden parallel der Wanderwege zu verzeichnen ist.

Diese Ergebnis wird dadurch erhärtet, daß das heutige Wegenetz im Nationalpark nahezu identisch mit dem von 1953 ist. Es ist an alte Pfade und Steige der Almbauern, Holzarbeiter und Jäger angelehnt, dadurch sehr gut in die Landschaft eingefügt und dem Höhenlinienverlauf angepaßt, so daß keine, oder nur geringfügige Schäden parallel der Wege zu verzeichnen sind.

Aufgrund der „landschaftsgerechten“ Wegführung kann davon ausgegangen werden, daß tatsächlich bei 47.6% des Wegenetzes keine Schäden parallel der Wege zu verzeichnen sind.

In Karte 9.3 ist die Verteilung der potentiellen Schadstufen auf das Wegenetz im Nationalpark dargestellt.

Dieser Karte kann entnommen werden, wo flächige Schäden zu erwarten sind (Schadstufe 4 und 5, s. a. Kap. 10.2).

Es erscheint äußerst wichtig, die Flächen mit potentiellen flächigen Schäden durch sommertouristische Aktivitäten in ein Dauerbeobachtungskonzept einzu-

bringen. Durch eine genaue und wiederholende Kartierung dieser Flächen können Veränderungen durch eine sommertouristische Nutzung rechtzeitig erkannt und entsprechende Maßnahmen ergriffen werden.

Danach ist zu entscheiden, ob restriktive Maßnahmen zu ergreifen sind (z.B. Verlegung der Wege, Wiederbegrünungen geschädigter Flächen, Absperungen, optische Barrieren etc., s. a. SPANDAU 1983).

Die Ergebnisse der durchgeführten Erhebungen zeigen aber auch auf, daß der Nationalpark den momentan zu verzeichnenden sommertouristischen Nutzungseinfluß „verkräftet“.

Der in der Nationalparkverordnung festgeschriebene Schutzzweck wird durch die momentan zu verzeichnenden Erholungsaktivitäten wohl nicht gravierend eingeschränkt.

Daraus ergibt sich, daß z.Z. auf restriktive Maßnahmen zur Einschränkung der sommertouristischen Aktivitäten im Nationalpark verzichtet werden kann und nur punktuelle Maßnahmen auf bereits flächig geschädigten Flächen, ohne Reglementierung der Erholungssuchenden, durchgeführt werden müssen.

10 Schlußfolgerungen und kritische Reflexion

Im folgenden werden nicht die erarbeiteten Ergebnisse wiederholt, sondern es wird die Auseinandersetzung mit dem methodischen, konzeptionellen und instrumentellen Vorgehen, sowie die Darstellung des Verallgemeinerbaren und Übertragbaren in den Mittelpunkt der Schlußfolgerungen und kritischen Reflexion gestellt.

Dies erscheint insofern wichtig, als es Folgerungen für die weitere Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden zu ziehen gilt.

Was sollte mit der vorliegenden Arbeit erreicht werden?

Ein Ziel war, einen methodischen Beitrag zur angewandten Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden zu leisten.

Dazu wurde die entwickelte Methodik an einer konkreten Fallstudie über die Auswirkungen sommertouristischer Nutzung auf die Gebirgsvegetation demonstriert.

Die Fallstudie leitet sich u.a. aus einem erheblichen methodischen Defizit bei der Formulierung von Bestimmungsgrößen für die ökologische Tragfähigkeit (carrying capacity) von touristisch genutzten Gebieten ab.

MESSERLI (1986) führt dazu aus: „In der gegenwärtig sehr intensiv geführten Diskussion um alternative Entwicklungen im und zum Tourismus, über qualitatives Wachstum, fehlt es nicht an Ideologisierung, reinem Wunschdenken oder allzu starkem Sachzwangdenken“.

Dies zeigt auf, daß überzeugende Antworten auf eine viel diskutierte Frage („Besteht ein ökologisches Risiko überhaupt?“) mit einem breiten Spektrum von Meinungen und Hypothesen nur mit flächenbezogenen Aussagen gegeben werden können.

Die Entwicklung und Anwendung eines übertragbaren methodischen Instrumentariums ist damit der zentrale Beitrag für die weitere angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden.

10.1 Zusammenfassung und kritische Reflexion der inhaltlich-methodischen Vorgehensweise

Grundlage des methodischen Ansatzes war die von HABER et al. (1983) entwickelte „Hierarchische Informationsverarbeitung in mehreren Betrachtungsebenen“ (vgl. Abb. 3.3).

Danach war zur Bearbeitung der Projektfragen sowohl eine induktive als auch eine deduktive Vorgehensweise erforderlich.

Der induktiven Vorgehensweise liegt eine strukturelle Betrachtung der Ökosystemzusammenhänge zugrunde. Es ist das substantielle Inventar zu erfassen und die für die Projektfragen relevanten Größen sind zu benennen, um Störungen bzw. Veränderungen im Naturhaushalt objektiv nachzuweisen (vgl. Kap. 3.3).

Der deduktiven Vorgehensweise liegt eine funktionale Betrachtung zugrunde. Hier sind die Wirkungsbeziehungen zu analysieren. Dies ist die Grundlage sowohl für eine flächendeckende Erfassung und Bewertung der untersuchten Landnutzungseinheiten als auch für die Entwicklung eines (statischen) Modells zur Übertragung der Bewertungsergebnisse.

In der vorliegenden Arbeit wurden auf den untersten zwei Ebenen der hierarchischen Informationsverarbeitung (vgl. Abb. 3.3) beide Vorgehensweisen angewendet und zur Validierung der Ergebnisse miteinander verknüpft.

Im Rahmen des deduktiven Vorgehens wurden die Landnutzungen hinsichtlich ihrer potentiellen Veränderung durch den Tritteinfluß bewertet.

Die Ergebnisse der induktiven Vorgehensweise, erarbeitet durch detaillierte, quantifizierende Kartierungen, wurden zur Plausibilisierung und zur Validierung der Ergebnisse der deduktiven Vorgehensweise ausgewertet.

Nicht erwartet worden war, daß trotz der verschiedenen methodischen Vorgehensweisen die Ergebnisse des deduktiven Vorgehens durch die des induktiven Vorgehens in hohem Maße bestätigt wurden (s. Kap. 7.4).

Der den Untersuchungen zugrunde liegende pragmatische Weg zeigt, daß man ein Idealziel – nämlich die flächenbezogene Ergebnisdarstellung auf ein über Testgebiete hinausgehendes Untersuchungsgebiet – erreichen kann.

Mit dem dazu eingesetzten Instrumentarium, dem Landschafts-Informationssystem, kann ein interdisziplinäres, überlagerndes „Funktionsverständnis“ erarbeitet werden. Die raumbezogene Darstellung dieses „Funktionsverständnisses“ erfordert einen unerbittlichen formalen Zwang zur expliziten und präzisen Benennung der relevanten Größen und deren Verknüpfung und ist damit die Basis für ein von Problemen im Status quo hinausgehendes Aufzeigen von zukünftigen Konfliktpotentialen (vgl. a. MESSERLI 1986).

Mit der entwickelten Methodik und dem eingesetzten Instrumentarium wird demonstriert, daß eine angewandte Forschung Ergebnisse erzeugen kann, die von unterschiedlichen Entscheidungsträgern bei Bedarf jederzeit abgerufen werden können.

So wird mit dieser Fallstudie gezeigt, wie ein wesentliches Ziel angewandter Ökosystemforschung erreicht werden kann (vgl. a. Kap. 3).

Die modellhafte Vorgehensweise wird im folgenden noch einmal stichpunkthaft aufgeführt:

- > Festlegung der Projektfragen
- > Abgrenzung des(r) Untersuchungsgebiete(s), Klärung der Maßstabsfrage
- > Erfassung und Bewertung der vorkommenden Landnutzungseinheiten in Bezug auf die Fragestellung
- > Validierung der Bewertung durch stichprobenhafte Überprüfung und Ableitung von Parametern in Testgebieten
- > Formulierung eines Modells für die Erzeugung von Prognosekarten
- > Validierung der Modellergebnisse
- > Flächenbezogene Abbildung der Modellergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet.

10.2 Entwicklung eines Konzeptes für die angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden

Eine kritische Reflexion über den Beitrag der Fallstudie zur Entwicklung eines Konzeptes für eine angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden sollte folgende Frage in den Mittelpunkt der Diskussion stellen:

Leistet die Fallstudie einen methodischen Beitrag für die Fortführung bzw. Fortschreibung der angewandten Forschung im Nationalpark?

Als erster Arbeitsschritt wurde für das gesamte Untersuchungsgebiet (Nationalpark) eine flächendeckende, mit objektiven und nachvollziehbaren Methoden erhobene Datenbasis erstellt (vgl. SPANDAU et al. 1985). Parallel zu diesem Arbeitsschritt wurden repräsentative Testgebiete festgelegt (für diese Fallstudie: Testgebiet Jenner und Funtensee).

In diesen wurden Aufnahmeflächen und Transekte zur detaillierten Datenerhebung für die Projektfragen ausgewiesen.

Nach der detaillierten Datenerhebung, der Bewertung der Landnutzungen sowie der Erarbeitung der Parameter, wurden mit dem Landschafts-Informationssystem Prognosekarten über den zu erwartenden Ressourcenzustand erstellt.

Durch Stichprobenerhebungen in den Testgebieten wurden die Parameter und die Übertragungsvorschriften validiert. Dieser Arbeitsschritt war die Basis

für die Darstellung des Ressourcenzustandes für den gesamten Nationalpark.

Die Ausführungen über den Stellenwert der vorliegenden Fallstudie für ein Ökosystemforschungskonzept für den Nationalpark Berchtesgaden sind eine konsequente Umsetzung des gewählten pragmatischen Weges, der sich oft als ein Balanceakt zwischen theorie- und datengeleiteter Vorgehensweise erwies (s.a. MESSERLI 1986).

Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, daß die entwickelte Methode auf weitere Fragestellungen übertragbar ist.

Es kann ein allgemeingültiges Konzept für die Forschung im Nationalpark Berchtesgaden aus dieser Fallstudie entwickelt werden (s. Abb. 10.1). Für dieses Konzept werden 4 Ebenen mit unterschiedlichen Gebietsbezug, Forschungsprogrammen, Maßstabsebenen, Datenquellen und Forschungsmethoden unterschieden:

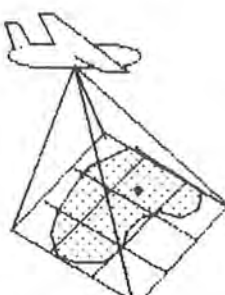


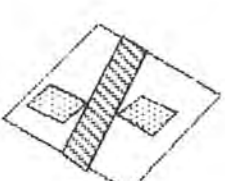
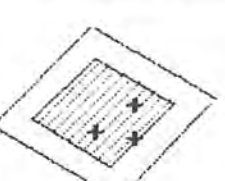
Die räumliche Bezugsbasis für die erste Ebene ist der Nationalpark. Hier sollte interdisziplinär Ökosystemforschung (Bsp. MAB-Projekt 6) im Maßstab 1 : 25.000 – 1 : 10.000 durchgeführt werden. Datenquellen können Satellitendaten, Luftbilder etc. sein. Als Forschungsmethoden werden globale Modelle, Prognosekarten etc. eingesetzt.

Im Nationalpark wiederum werden Testgebiete ausgewiesen, die die zweite Ebene darstellen, in denen Aufnahmeflächen und Transekte festgelegt werden, welche die dritte Ebene darstellen. Hier werden auf einer mittleren (1 : 5.000) bis zu einer großen Maßstabsebene (1 : 100) quantitative terrestrische Daten mit unterschiedlichen Forschungsmethoden erhoben. Auf einer vierten Ebene werden dann Messungen und Probenahmen in Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt. Im Rahmen einer angewandten Ökosystemforschung sind die induktiv und deduktiv erarbeiteten Ergebnisse zu verknüpfen und interdisziplinär auszuwerten.

Aus der vorliegenden Fallstudie können folgende Anforderungen formuliert werden, die auf den verschiedenen Ebenen dieser Forschungskonzeption zu bearbeiten sind:

- > Optimierung der Datenqualität und Datensicherheit der Bewertung für diejenigen Landnutzungseinheiten, für die nur gering abgesicherte Daten zur Verfügung standen (vgl. Tab. 5.1 und Kap. 7.1).
- > Weitere Validierung der erarbeiteten Parameter durch großmaßstäbliche Erhebungen (M 1 : 100 – 1 : 1.000).
- > Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen auf den ermittelten Schadflächen für eine quantitative terrestrische Datenerhebung.

Abb. 10.1: Konzeption für die Nationalparkforschung

GEBIETSBEZUG		FORSCHUNGSPROGRAMME	MASSTABSEBENE	DATENQUELLEN	FORSCHUNGSMETHODEN
<p>1 Nationalpark</p> 		MAB Ökosystemforschung, Wiederholungsprojekte (Interdisziplinär)	Kleinmaßstäblich 1:25.000 bis 1:10.000	Satellitendaten Luftbilddaten Flugzeugscannerdaten, flächenbezogene Ressourcen- u. Nutzungsdaten,	Szenarien, Globale Modelle, Prognosekarten
<p>2 Testgebiete im Nationalpark</p> 		Ökosystemforschung, Nationalparkforschung, Wiederholungsprojekte	mittlere Maßstabsebene bis 1:5.000	Luftbilder, Orthophotos, flächendeckende Ressourcen- u. Nutzungsdaten aus Forschungsprogrammen	Übertragungsmodell, Bilanzmodelle, Zeitkarten, Risikokarten
<p>3 Aufnahmeflächen und Transekte in Testgebieten</p> 		Nationalparkforschung, Dauerbeobachtungsprogramme, quantitative terrestrische Datenerhebung	Großmaßstäblich 1:5.000 bis 1: 100	Luftbilder, Photos, Transektkartierungen, wiederholte Kartierungen während der Vegetationsper., Tierbeobachtungen, -fänge etc.	Parametergruppen, Dauerbeobachtungsmethoden, Variogrammanalysen, Ableitung von Schlüsselindikatoren, Probenahmen
<p>4 Messungen und Probenahmen in Dauerbeobachtungsflächen</p> 		ökologische Beweissicherungen, Schadstoffkaster, Umweltmeßprogramme, Dauerbeobachtungsprogramme, Zeitreihen etc.	Großmaßstäblich 1:5.000 bis 1: 100	Meßstationen (Klima etc.), phys., chem. Meßwerte (Gewässer, Boden, Luft, Grundwasser), Proben, Bioindikatoren	Methoden der Indikatorbildung, Prozessanalysen, Trendanalysen, Korrelationen, Probenahmen (Umweltprobenbank) Zeitreihen

Quelle: In Anlehnung an SCHALLER (1987), stark verändert

- > Einbringung dieser Daten in das Landschafts-Informationssystem für ein kleinmaßstäbliches Kontrollprojekt (M1:10.000 – 1:25.000) nach Jahren, welches als räumliche Bezugsbasis wiederum auf den gesamten Nationalpark zugreift.

Diese Anforderungen basieren wiederum auf der Verknüpfung von induktiver und deduktiver Forschung (vgl. a. Kap. 10.1). Durch diese Verknüpfung kann interdisziplinär Ökosystemforschung wohl erfolgreich betrieben werden.

MESSERLI (1986) führt in diesem Sinne aus:

„Wir brauchen die analytische Schärfe der Einzeldisziplinen zur Erzeugung einer verlässlichen und ak-

zeptierten Daten- und Informationsbasis ebenso, wie die ganzheitliche Unschärfe einer Synthese, die nach dem Prinzip der 'holistischen Komplexerkennung' ein Gesamtbild und -verständnis unseres Untersuchungsobjektes liefert“.

Durch die Umsetzung des Konzeptes kann auch der gesetzliche Auftrag „... **die natürlichen und naturnahen Lebensgemeinschaften sowie einen möglichst artenreichen heimischen Tier- und Pflanzenbestand zu erhalten, wissenschaftlich zu beobachten, zu erforschen und ... einer natürlichen Entwicklung zuzuführen**“ (§6 der Verordnung über den Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden, s. Nationalparkverwaltung 1981) erfüllt werden.

11 Zusammenfassung

Neben dem Schutz der Natur und der Umweltbildung ist dem Nationalpark Berchtesgaden die Aufgabe gestellt, Ökosystemforschung zu betreiben.

Im Rahmen des UNESCO-Forschungsprojektes MAB-6 „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgs-ökosysteme – Ökosystemforschung Berchtesgaden“ werden die bisher vorhandenen Grundinformationen interdisziplinär im Sinne einer angewandten Ökosystemforschung ausgewertet.

Die vorliegende Arbeit verfeinert und ergänzt den Modellansatz des MAB-Projektes 6 durch eine spezielle Methodik und wendet diese im Rahmen einer Fallstudie an, die der ökologischen Problematik des sommerlichen Besucherverkehrs im Nationalpark gewidmet ist. Die Beanspruchung durch Besucher hat in Teilbereichen des Nationalparks die Form einer massentouristischen Nutzung erreicht, zum anderen fehlt es in der gegenwärtig sehr intensiv geführten Diskussion um alternative Entwicklungen im und zum Tourismus nicht an Ideologisierung, reinem Wunsdenken oder allzu starkem Sachzwangdenken (MES-SERLI, 1986).

Dies zeigt auf, daß überzeugende Antworten auf eine viel diskutierte Frage („Besteht ein ökologisches Risiko überhaupt?“) nur mit flächenbezogenen Aussagen gegeben werden können.

Deshalb war es notwendig, eine Methodik zu entwickeln, mit der die ökologische Tragfähigkeit der touristisch genutzten Gebiete im Nationalpark ermittelt werden kann, um ihre Funktion im Sinne der Nationalparkverordnung sicherzustellen.

Die entwickelte und eingesetzte Methodik stellt eine ökologische Bewertung auf der Basis der in einem Landschafts-Informationssystem geführten Daten dar. Diese wurde an der Fallstudie über die Auswirkungen sommertouristischer Trittbelastung auf die Gebirgsvegetation demonstriert.

Im Rahmen dieser Fallstudie wurde folgendermaßen vorgegangen:

Nach der Aufbereitung und Digitalisierung der geometrischen Datenbasis (Flächen- und Lineardaten) wurden diesen Geometrien die landschaftsökologischen Informationen (Höhenlage, Hangneigung, Exposition, Landnutzungseinheit etc.) zugeordnet.

Die räumliche Bezugsbasis für die Bewertung hinsichtlich der potentiellen Veränderungen durch die Trittbelastung stellen die Landnutzungseinheiten dar.

Mit dem Landschafts-Informationssystem wurde das Ergebnis der Bewertung zuerst für einen Teil des Nationalparks – für das Testgebiet Jenner – statistisch und flächenbezogen dargestellt. Die Bewertung wurde durch Stichprobenerhebungen und Transektkartierungen im Testgebiet Jenner validiert, indem Eckwerte – Landnutzungseinheiten mit einer sehr hohen bzw. geringen potentiellen Veränderung durch den Tritteinfluß – überprüft wurden.

Die Überprüfung ergab, daß die Bewertung der Landnutzungen als tendenziell abgesichert bezeichnet werden kann.

Weiterhin wurden mit dem Landschafts-Informationssystem die relevanten schadensbeeinflussenden Parameter ermittelt.

Es stellte sich heraus, daß das Verhältnis von Wege-neigung zu Hangneigung, bezogen auf die potentielle Trittempfindlichkeit der Landnutzungseinheiten, der entscheidende, den Schaden bedingende Parameter ist.

Überraschend war, daß die Wegesfrequenz nur eine untergeordnete Rolle spielt. So wurden z.B. entlang der Wege mit den höchsten Frequenzierungen keine Schäden, im Gegensatz aber entlang der Wege mit geringen Frequenzierungen Maximalschäden festgestellt.

Zur Überprüfung, ob die bewerteten Landnutzungseinheiten, die Wege- und die Hangneigung tatsächlich die entscheidenden schadensbedingenden Parameter sind, wurde ein Modell entwickelt und mit dem Landschafts-Informationssystem Prognosekarten über die potentiellen Auswirkungen sommertouristischer Aktivitäten für ein zweites Testgebiet – das Testgebiet Funtensee – erstellt.

Der Vergleich der Modellergebnisse mit genau erfaßten und kartierten Schadflächen ergab, daß für ca. 48% der Fälle die prognostizierte Schadstufe der tatsächlichen Schadstufe entsprach und für ca. 41% der Fälle die potentielle Schadstufe nur eine Stufe unter bzw. über der tatsächlichen Schadstufe lag.

Auf der Basis des damit validierten Modells wurden mit dem Landschafts-Informationssystem Prognosekarten über die Auswirkungen sommertouristischer Trittwirkung für den gesamten Nationalpark Berchtesgaden erstellt.

Damit konnten die Flächen ermittelt werden, auf welchen durch eine sommertouristische Nutzung flächige Schäden potentiell zu erwarten sind.

Diese Flächen sollten – wenn nicht punktuell Sofortmaßnahmen notwendig sind (z. B. Absperren, Begrünen, Verlegung der Wege etc.) – in ein ökologisches Dauerbeobachtungsprogramm einfließen.

Dadurch kann ein wesentliches Ziel der Nationalparkverordnung „... das Gebiet der Bevölkerung zu Bildungs- und Erholungszwecken zu erschließen, so-

weit es der Schutzzweck erlaubt" (§6 der Nationalparkverordnung), umgesetzt werden.

In der abschließenden kritischen Reflexion der Fallstudie wird die Auseinandersetzung mit dem metho-

dischen, konzeptionellen und instrumentellen Vorgehen, sowie die Darstellung des Verallgemeinerbaren und Übertragbaren in den Mittelpunkt gestellt. Daraus wird ein Konzept für eine angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden entwickelt.

Abstract

In addition to the protection of nature and environmental education, an important task in the Berchtesgaden National Park is to conduct ecosystem research.

Within the framework of the UNESCO Research Project MAB-6 „The Influence of Man on High Mountain Ecosystems - Ecosystem Research Berchtesgaden“, the hitherto available information has been evaluated in the form of an applied ecosystem research.

The present work refines and complements the MAB-6 Project model approach through a special methodology, and applies this in the form of a case study. This study is devoted to the ecological problems caused by summer tourism in the National Park. In some areas of the Park, tourist use has reached mass proportions. For others, there has in the past been a lack of intensive discussion over alternatives for tourism, other than that involving idealizing, wishful thinking, and strongly restrictive measures (MESSERLI, 1986).

This implies that convincing answers to a much discussed question - „Is there overall an ecological risk?“ - can only be given with area-related statements.

It was necessary therefore to develop a method that can be used to determine the ecological tolerance of tourist use in the National Park. In this way, the function of ecological tolerance in the overall National Park management can be determined.

The techniques that have been developed and applied have lead to an ecological assessment on the basis of data stored in a land information system. The use of this system has been demonstrated in a case study concerning the effects of summer tourism trampling on the alpine vegetation.

To conduct this study, the geometric data base (including areal and linear data) was prepared and digitized, and information relevant to landscape ecology (altitude, slope, aspect, land use units, etc.) integrated.

The spatial reference for the assessment, related to potential changes through trampling, is represented by the land use units.

Using the land information system, assessment results for an area of the National Park - the Jenner Test Area - were produced statistically and graphically.

The assessment in the Jenner Test Area was validated through random sampling and transect mapping, while extreme values - land use units with very high or low potential change through trampling - were scrutinized. This indicated that assessment of land uses can be characterized by trends.

The land information system also evaluated the relevant damaging factors. This showed that the relationship of a (walking) track to its adjacent slope, related to the potential sensitivity to trampling of the land use units, is the decisive factor in the damage.

It was surprising that track use frequency played only a minor role. For example, there was actually less damage along intensively used as along those seldom used.

A model was developed to ascertain whether the assessed land use units, tracks, and adjacent slopes are actually the critical damaging factors. It was used with land use information system prognosis maps concerning the potential effects of summer tourism activities in a second test area - at Funtensee.

The comparison of the model results with precisely recorded and mapped areas of damage showed that in about 48% of cases, the predicted levels of damage corresponded with actual levels. In about another 41% of cases, the discrepancy between predicted and actual damage was only one value step in the assessment.

On the basis of the models thereby validated, prognosis maps for the effects of summer tourism trampling were produced for the entire Berchtesgaden National Park. It was then possible to determine where damage through summer tourist use could be expected.

When immediate measures are not necessary (eg., closing off areas, revegetation, relaying of tracks, etc.), these should be included in an ecological monitoring programme. In this way, an essential aim of the National Park prescription can be addressed, specifically 6: „... for the population, to develop aims of education and recreation, so far as conservation aims allow“.

In a final reflection on the case study, a separation of factors with methodical, conceptual and instrumental procedures, as well as the representation of simplified and transferred results, was essential. From this, a concept for an applied ecosystem research in the Berchtesgaden National Park has been developed.

12 Literaturverzeichnis

- AIGNER, K.: Die Namen im Berchtesgadenerland. In: „Heimat und Volkstum“, 10. Jg., Heft 9-32 (1932).
- BATES, G.H.: The vegetation of footpaths, sidewalks, cart-tracks and gateways. In: *Journal of applied Ecology*, Vol. 23, pp. 470–487 (1935).
- BATES, G.H.: The vegetation of wayside and hedgerow. In: *Journal of applied Ecology*, Vol. 25, pp. 469–481 (1937).
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT: Gutachten zur Erosionsanfälligkeit von Böden aus verschiedenen Ausgangsgesteinen im Alpenpark. München (1975).
- BAYFIELD, N.: A simple method for detecting variations in walker pressure laterally across paths. In: *Journal of applied Ecology*, Vol. 8, pp. 533–536 (1971).
- BAYFIELD, N.: Burial of vegetation by erosion material near chair lifts on Cairngorm. In: *Biological Conservation* 6, pp. 246–251 (1974).
- BAYFIELD, N.: Recovery of four montane heath communities on Cairngorm, Scotland from disturbance by trampling. In: *Biological Conservation* 15, pp. 165–179 (1979).
- BELL, K.L., BLISS, L.C.: Alpine disturbance studies: Olympic National Park, USA. In: *Biological Conservation* 5, pp. 25–32 (1973).
- BERG, R.: Einfluß des Menschen auf die Vegetation der alpinen Stufe im Jennergebiet (Nationalpark Berchtesgaden). Diplomarbeit am Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 100 S., Freising (1981).
- BIEHLER, H., KUNZ, A., RICHTER, U., TJADEN, K.H.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Sozioökonomische Modellansätze im ökologisch-ökonomischen Regionalsystem Berchtesgaden. IMU-Institut für Medienforschung und Urbanistik e.V., 170 S., München (1984).
- BLOM, C.W.P.M.: Effects of trampling and soil compaction on the occurrence of some *Plantago* species in coastal sand dunes. In: *Ecol. Plant.* 12 (4), pp. 363–381 (1977).
- BOCHTER, R., NEUERBURG, W., ZECH, W.: Humus und Humuschwund im Gebirge. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.): *Forschungsberichte* 2, 110 S., Berchtesgaden (1981).
- BRANDES, H.G.: Belastung der Landschaft durch Sportanlagen und Sportaktivitäten am Wasser. In: *Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege* 38, Ss. 99–112, Bonn (1986).
- BRÜGGER, E.A., FURRER, G., MESSERLI, B., MESSERLI, P. (HRSG.): Umbruch im Berggebiet, 1100 S., Bern: Haupt (1984).
- BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDESKUNDE UND RAUMORDNUNG (Hrsg.): Informationen zur Raumentwicklung: Belastungen im Alpenraum. Heft 10, Ss. 767–876, Bonn (1978).
- BURDEN, R., RANDERSON, P.: Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation and as an aid to the management of semi-natural areas. In: *Journal of applied Ecology*, Vol. 9, pp. 439–457 (1972).
- CERNUSCA, A.: Auswirkungen von Wintersporterschließungen auf alpine Ökosysteme. Untersuchungsergebnisse der MAB-Arbeitsgruppe Innsbruck. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 21, Ss. 140–164 (1985).
- CHAPPEL, H., AINSWORTH, J., CAMERON, R., REDFERN, M.: The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. In: *Journal of applied Ecology*, Vol. 8, pp. 869–882 (1971).
- CIELINSKI, T.A., WAGAR, J.A.: Predicting the durability of forest recreation sites in Northern Utah. Preliminary results. In: U.S.D.A. For. Ser. Res. Note, INT. 117 (1970).
- CIPRA-SCHRIFTEN: Sanfter Tourismus: Schlagwort oder Chance für den Alpenraum? Schlussbericht mit Referaten, schriftlichen Beiträgen, Nachlese sowie Bibliographie der CIPRA-Jahresfachtagung vom 05./06. Oktober 1984 in Chur/Schweiz. 341 S., Vaduz (1985).
- CRAWFORD, A.K., LIDDLE, M.J.: The effect of trampling on neutral grassland. In: *Biological Conservation* 12, pp. 135–142, (1977).
- DADKAH, M., GIFFORD, G.F.: Influence of vegetation, rock cover and trampling on infiltration rates and sediment production. In: *Water Resources Bulletin*, Vol. 16, No. 6, pp. 979–987 (1980).
- DANZ, W.: Ökonomie und Ökologie im Widerstreit am Beispiel Fremdenverkehr. In: Georg-von-Vollmar-Akademie (Hrsg.): *Ökonomie und Ökologie im Widerstreit am Beispiel Fremdenverkehr*. 21.–23. Sept. 1979 in Seefeld, Ss. 63-83 (1979).
- DANZ, W.: Länderbericht Bundesrepublik Deutschland. In: CIPRA-Schriften '85, Ss. 103–118, Vaduz (1985).
- DEGENHARDT, B.: Das touristische Potential des Hochgebirges und seine Nutzung (am Beispiel des Gurgler Tales; Ötztal/Tirol). Diss. Freie Universität Berlin, FB Geowissenschaften, Berlin (1980).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Ziele, Fragestellungen und Methoden. MAB-Mitteilungen Nr. 16, 153 S., Bonn (1983).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Szenarien und Auswertungsbeispiele aus dem Testgebiet Jenner. MAB-Mitteilungen Nr. 17, 239 S., Bonn (1983).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Analyse eines umfassenden Forschungsprogramms. MAB-Mitteilungen NR. 18, 197 S., Bonn (1984).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): „The Impact of Human Activities on High Mountain Ecosystems of the Alpine and National Park Berchtesgaden“. III. MAB-6- Seminar. MAB-Mitteilungen Nr. 19, 163 S., Bonn (1984).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme im Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden. IV. MAB-6- Seminar. MAB-Mitteilungen Nr. 21, 259 S., Bonn (1985).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Mögliche Auswirkungen der geplanten Olympischen Winterspiele 1992 auf das Regionale System Berchtesgaden. MAB-Mitteilungen Nr. 22, V12+220 S., Bonn (1986).
- DEUTSCHES NATIONALKOMITEE MAB (HRSG.): Landschaftsbildbewertung im Alpenpark Berchtesgaden. Umweltpsychologische Untersuchungen zur Landschaftsästhetik. MAB-Mitteilungen Nr. 23, 153 S., Bonn (1986).
- ELLENBERG, H.: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 2. Aufl., 981 S., Stuttgart: Ulmer Verlag (1978).
- ELLENBERG, H.: *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. Scripta Geobotanica, Vol. 9, 2. Aufl., 122 S., Göttingen (1979).
- ENDERS, G.: Theoretische Topoklimatologie. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.): *Forschungsberichte* 1, 90 S., Berchtesgaden (1979).
- FALINSKI, J.B.: Die Reaktion der Waldbodenvegetation auf Trittwirkung im Lichte experimenteller Forschung. In: *Phytocoenologia* 2, pp. 451–465 (1975).

- FISCHER, K.: Das Funtensee-Uvala im Steinernen Meer. In: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.): Forschungsbericht 7: Der Funtensee, Ss. 23–36, Berchtesgaden (1985).
- FRANZ, H.P.: Analyse eines umfassenden Forschungsprogramms. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 18, 197 S., Bonn (1984).
- FREIBERG, H.M.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Bereich der alpinen Baumgrenze am Glunkerer im Funtenseegebiet. Diplomarbeit, Forstwiss. Fak. Univ. München, 43 S. (1980).
- FREIBERG, H.M.: Pflanzensoziologische Untersuchungen im Bereich der alpinen Baumgrenze im Funtenseegebiet unter Berücksichtigung des anthropogenen Einflusses. In: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.), Forschungsbericht 7, Ss. 37–50, Berchtesgaden (1985).
- FREYER, K.: Forstliche Standortskartierung im Hochgebirge. Dargestellt an dem für den Nationalpark Berchtesgaden entwickelten Verfahren. In: Allgemeine Forstzeitschrift 39, Ss. 967–969 (1986).
- GANSS, O., GRÜNFELDER, S.: Geologie der Berchtesgadener und Reichenhaller Alpen, 152 S. Berchtesgaden (1974).
- GIGON, A.: Ökologische Stabilität; Typologie und Realisierung. Fachbeiträge zur Schweiz. MAB-Information Nr. 7, Univ. Bern (1981).
- GIGON, A.: Typologie und Erfassung der ökologischen Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Gebirgsökosystemen. Verhandlungen Gesellschaft für Ökologie 12, Ss. 13–29 (1984).
- GOLDSMITH, F.B., MUNTON, J.C., WARREN, A.: The impact of recreation on the ecology and amenity of semi-natural areas: methods of investigation used in the isles of Scilly. In: Biological Journal Linn. Soc. 2, No. 4, pp. 287–306 (1970).
- GRABHERR, G.: Der Einfluß von Sommer- und Wintertourismus auf die hochalpine Vegetation. Institut für Botanik der Univ. Innsbruck, unveröff. Manuskript (1978).
- GRABHERR, G.: The impact of trampling by tourists on a high altitudinal grassland in the Tyrolean Alps, Austria. In: Vegetatio, Vol. No. 3, pp. 209–217 (1982).
- GÜNTER, TH.: Landnutzungsänderungen in einem alpinen Tourismusort. Schlussber. Schweiz. MAB-Programm Nr. 13, 170 S., Univ. Bern (1985).
- HABER, W.: Nationalparke – Wunsch und Wirklichkeit. In: Garten und Landschaft, 84(3), Ss. 97–99 (1974).
- HABER, W.: Naturparkplanung in Theorie und Praxis. In: Naturschutz- und Naturparke 79, Ss. 7–10 (1975).
- HABER, W.: Nationalpark Bayerischer Wald. Entwicklungsplan. 62 + 10 S., 21 Karten. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan: Selbstverlag (1976).
- HABER, W.: Expectations and requirements of ecological research. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 19, Bonn, Ss. 41–55 (1985).
- HABER, W.: Zur Umsetzung ökologischer Forschungsergebnisse in politisches Handeln. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 21, Bonn, Ss. 16–31 (1985).
- HABER, W.: National Parks. In: Ecology and design in landscape (24th Symposium Brit. Ecol. Soc., Manchester 1983). Ed.: A.D. Bradshaw, D.A. Goode & E.H.P. Thorp, pp. 341–353, Oxford: Blackwell (1986).
- HABER, W. (Hrsg.): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Methodenentwicklung für die Ökosystemforschung. Werkstattbericht der Projektleitung, unveröffentlicht. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 171 S., Freising (1987).
- HABER, W. (Hrsg.) SPANDAU, L., SCHALLER, J. (Red.): Mögliche Auswirkungen der geplanten Olympischen Winterspiele 1992 auf das Regionale System Berchtesgaden. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 22, V12 + 220 S., Bonn (1986).
- HABER, W., GROSSMANN, W.D., KERNER, H., KUNZ, A., RICHTER, U., SCHALLER, J., SITTARD, M., SPANDAU, L.: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Durchführung des MAB-Projektes „Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme“ Ziele, Fragestellungen und Methoden. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 16, 153 S., Bonn (1983).
- HARFST, W.: Ansätze einer ökologisch orientierten Fremdenverkehrsplanung - Ergebnisse einer empirischen Analyse. In: Landschaft und Stadt (1/2), Ss. 55–65, Stuttgart (1984).
- HASSLACHER, P.: Der „sanfte“ Tourismus - eine Möglichkeit der Regionalentwicklung. In: Allgemeine Forstzeitschrift 93, F. 4, Ss. 93–94 (1982a).
- HASSLACHER, P.: Sanfter Tourismus - Virgental. 48 S., Innsbruck (1984).
- INFRATEST INDUSTRIA: Ökologisch orientierter Tourismus. Skizze der Pilotstudie im Nordschwarzwald. Gefördert von „Alpirsbacher Naturhilfe“, 25 S., München (1983).
- JASKOLLA, F., KOHLHAMMER, G., SCHMOLIN, J.: Zur Geologie des Funtenseegebietes. In: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.): Forschungsbericht 7: Der Funtensee, Ss. 7–22, Berchtesgaden (1985).
- JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. Geologische Rundschau 58, S. 465–501, Stuttgart (1969).
- KAHLHAMMER, H., SPANDAU, L.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Trittbelastung alpiner Vegetation im Nationalpark Berchtesgaden. Unv. Manuskript. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, Freising (1987).
- KARAMERIS, A.: Analyse und Prognose der Erholungsnachfrage in Wäldern als forstlicher Beitrag zur Raumplanung. Schriftenreihe der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt. 262 S., München (1982).
- KASPERIDUS, H.D., SPANDAU, L.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Mögliche Auswirkungen unterschiedlicher almwirtschaftlicher Nutzungseinflüsse auf die Ökosysteme der Almflächen im Jennergebiet. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 114 S. (1986).
- KELLOMÄKI, S.: Tallaamisen vaikutus mustikkatypin kuusikon pintakas villisuuteen. In: LIDDLE, M.J.: A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. In: Biological Conservation, Vol. 7, pp. 18–37 (1975).
- KÖPPEL, J.G., HERRMANN, TH., PFADENHAUER, J.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Fachbereichsbericht FB 02 Vegetationskunde. Forschungsvorhaben: Vegetation der Nichtalmflächen. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Lehrgebiet Geobotanik, TU München-Weihenstephan, 148 S., Freising (1985).
- KÖPPEL, J.G., SCHALLER, J., SPANDAU, L.: UNESCO MAB-Projects on Tourism and Conversation: A German Example. A European Heritage Conference, Losehill Hall, Peak National Park Centre. Ed.: B. Sluman, Sheffield; Loxeley OA., pp. 49–56 (1985).
- KÖSTLER, J.N., MAYER, H.: Wälder im Berchtesgadener Land. München (1974).

- KÖRNER, C.: Zur anthropogenen Belastbarkeit der alpinen Vegetation. In: Das MAB-6-Pilotprojekt „Alpine Ökosysteme“. Beitrag der Arbeitsgruppe Innsbruck zum österreichischen MAB-Hochgebirgsprogramm, (1980).
- KRAMER, D.: Der sanfte Tourismus - Umwelt- und sozialverträglicher Tourismus in den Alpen. 208 S., Wien (1983).
- KRIPPENDORF, J.: Die Landschaftsfresser. Tourismus und Erholungslandschaft - Verderben oder Segen? Hallwag Verlag, Bern und Stuttgart, 160 S. (1975).
- KRIPPENDORF, J.: Die Ferienmenschen. Für ein neues Verständnis von Freizeit und Reisen. Zürich/Schwäbisch Hall (1984).
- KRIPPENDORF, J.: Alpsegen, Alptraum. Für eine Tourismus-Entwicklung in Einklang mit Mensch und Natur. 88 S., Kümmerly und Frey (1986).
- LANDSCHAFTSANALYSE ALPENPARK BERCHTESGADEN: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 179 S., Berchtesgaden (1981).
- LAMMEL, C.: Grünland im Vorfeld des Nationalparks Berchtesgaden - eine Betrachtung aus ökologischer und landwirtschaftlicher Sicht. Dipl. Arb. am Lehrstuhl für Grünlandlehre und Futterbau, TU München-Weihenstephan, 110 S., Freising (1983).
- LANGENSCHIEDT, E.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Kurzbeschreibung der verbreitetsten geologischen Einheiten im Alpenpark Berchtesgaden. Freising, unveröff. (1985).
- LANGENSCHIEDT, E.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Geologische Karte mit Erläuterungen zum MAB-6-Testgebiet Funtensee. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden. 34 S., Berchtesgaden (1986).
- LIDDLE, M.J.: The effects of trampling and vehicles on natural vegetation. Ph.D. thesis, University of Wales, Bangor (1973).
- LIDDLE, M.J.: A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. In: Biological Conservation 7, pp. 17-36 (1975).
- LIDDLE, M.J.: A theoretical relationship between the primary productivity of vegetation and its ability to tolerate trampling. In: Biological Conservation 8, pp. 251-255 (1975a).
- LIPPERT, W.: Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. In: Berichte der Bayer. Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der einheimischen Flora, Band XXXIX, Ss. 67-122, München (1966).
- LIPPERT, W.: Veränderungen der Pflanzenwelt durch Bergsteigen und Fremdenverkehr im Hochgebirge. München (1972).
- MANGHABATI, A.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Einfluß des Tourismus auf Flora und Fauna im Hochgebirge am Beispiel des Nationalparks Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 28 S., Berchtesgaden (1983).
- MANGHABATI, A.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Einfluß des Tourismus auf die Vegetation im Hochgebirge am Beispiel des Nationalparks Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 22 S., Berchtesgaden (1984).
- MATTIG, F., ZEITER, H.P.: Der touristische Wachstumsprozess im MAB-Testgebiet Aletsch, seine räumliche Ausprägung und seine Auswirkung auf Bevölkerung, Arbeitsmarkt und Gemeindefinanzen. 379 S., Fiesch/Schweiz (1984).
- MAYER, H.: Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes. In: Beih.z.Forstwiss. Cbl. 22, Hamburg (1966).
- MESSERLI, P.: Modelle und Methoden zur Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen im alpinen Lebens- und Erholungsraum. Erkenntnisse und Folgerungen aus dem schweizerischen MAB-Programm 1979-1985. Schlussber. Schweiz. MAB-Programm Nr. 25, 172 S., Univ. Bern (1986).
- MESSERLI, B., MESSERLI, P.: Wirtschaftliche Entwicklung und ökologische Belastbarkeit im Berggebiet. In: Fachbeiträge zur schweizer. MAB-Information, Nr. 1, 20 S. (1979).
- MUELLER, H.R.: Tourismus in Berggemeinden: Nutzen und Schaden. Eine Synthese der MAB-Forschungsarbeiten aus tourismuspolitischer Sicht. Schlussber. Schweiz. MAB-Programm Nr. 19, 297 S., Univ. Bern (1986).
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN: Infrarot-Falschfarben-Luftbilder. Befliegung vom 23.07.1980. Freigegeben von der Regierung von Oberbayern G7/88995. Berchtesgaden (1980).
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN (Hrsg.): Landschaftsanalyse Alpenpark Berchtesgaden. 179 S., Berchtesgaden (1981).
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN (Hrsg.): Orthophotos. Befliegung vom 15.09.1982. Freigegeben von der Regierung von Oberbayern G7/89316. Berchtesgaden (1982).
- NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN (Hrsg.): Der Funtensee - Naturkundliches Portrait eines subalpinen Sees. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Forschungsberichte 7, 105 S. (1985).
- NOHL, W., NEUMANN, K. D.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Landschaftsbildbewertung im Alpenpark Berchtesgaden - Umweltpsychologische Untersuchungen zur Landschaftsästhetik. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 153 S. (1985).
- OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III (1983), 2. Aufl. Stuttgart (1983).
- d'OLEIRE-OLTMANN, W.: Habitatbewertung und potentielle Verbreitung von Tierarten unter touristischem Einfluß. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Graz 1985), Band XV, 145-152, 1987.
- PFADENHAUER, J., OBERGFÖLL, F.: Untersuchungen zur Trittbelastung von Halbtrockenrasen am Beispiel des Naturschutzgebietes Eichenhain, Stuttgart. In: Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 23, Ss. 306-317, Berlin (1982).
- PFADENHAUER, J., KÖPPEL, J., HERRMANN, TH.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Fachbereichsbericht FB 02 Vegetationskunde, Forschungsvorhaben: Vegetation der Nichtalmflächen - Lehrgebiet Geobotanik. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 148 S., Freising (1985).
- REITH, W. J.: Umwelt- und sozialverträglicher Tourismus - eigentlich eine Selbstverständlichkeit. In: CIPRA-Schriften '85, Ss. 17-54, Vaduz (1985).
- RICHTER, U., KUNZ, A.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Teilstudie: Sozioökonomisches System. Touristische Aktionsräume als Beitrag zur MAB-Forschung. IMU-Institut für Medienforschung und Urbanistik e.V., München. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 50 S. (1984).
- RIEDEL, B.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Der Wintertourismus im MAB-Testgebiet Jenner. Untersuchung der Auswirkungen des Wintertourismus auf die Realnutzungstypen. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 115 S. Freising (1986).
- RINGLER, A.: Veränderungen der Pflanzenwelt im Gebirge durch Bergsteigen und Fremdenverkehr. In: Akad. f. Natursch. u. Landschaftspflege, Laufener Seminarbeiträge 4/83, Ss. 25-84, Laufen/Salzach (1983).

- SCHALLER, J.: Anwendung geographischer Informationssysteme an Beispielen Landschaftsökologischer Forschung und Lehre. *Verh. Ges. f. Ökologie* 13, Ss. 443–464 (1985).
- SCHALLER, J.: The modelling concept for the MAB-6 project Berchtesgaden. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 19, pp. 77–92, Bonn (1985).
- SCHALLER, J.: Projektmanagement - Synthese interdisziplinärer Ökosystemforschung - Fragestellungen, Anforderungen und Lösungswege. In: HABER, W. (Hrsg.): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Methodenentwicklung für die Ökosystemforschung. Werkstattbericht der Projektleitung, unveröffentlicht. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, Ss. 2–34, Freising (1987).
- SCHALLER, J., SPANAU, L.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Der Einfluß des Menschen auf Hochgebirgsökosysteme – Integrierte Methoden und Auswertungsansätze zu den Ergebnissen der Ökosystemforschung Berchtesgaden. *Gesellschaft für Ökologie, Verhandlungen Band XV, 15. Jahrestagung Graz 1985*, 38 S. In Vorbereitung (1985).
- SCHEMEL, H.J., RUHL, G.: Umweltverträgliche Planung im Alpenraum. Arbeitshilfen zur Beachtung ökologischer Gesichtspunkte bei raumrelevanten Planungen im Alpenbereich. 263 S., Alpeninstitut, München (1980).
- SCHMOLIN, J.: Zur Geologie des Gebietes südlich des Grünsees (Steinernes Meer). Unveröff. Dipl. Arb., TU München, 100 S., München (1978).
- SEEFELDER, E.: Salzburg und seine Landschaften: eine geographische Landeskunde. Salzburg (1961).
- SEIBERT, P.: Die Belastung der Pflanzendecke durch den Erholungsverkehr. In: *Forstwirtschaftliches Centralblatt*, Ss. 33–43, Paray Verlag, Hamburg (1974).
- SEIBERT, P., STORCH, M.: Vegetationskundliche Kartierung der Wälder im Alpenpark Berchtesgaden unter dem Aspekt der Waldnutzung. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 15 S., Berchtesgaden (1984).
- SITTARD, M.: Projektinformationssystem – Das Datenmodell und seine Anwendung. In: HABER, W. (Hrsg.): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Methodenentwicklung für die Ökosystemforschung. Werkstattbericht der Projektleitung, unveröffentlicht. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, Ss. 88–111, Freising (1987).
- SOMSAK, L., KUBICEK, F., HABEROVA, I., MAJZLANOVA, E.: The influence of tourism upon the vegetation of the high tatra. In: *Biologica* 34 (7), pp. 571–582 (1979).
- SPANAU, L.: Der Einfluß des Sommertourismus auf alpine Ökosysteme. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 17, Ss. 5.01–5.37, Bonn, (1983).
- SPANAU, L.: The impact of summer tourism on natural resources demonstrated for the MAB test-site Jenner. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 19, Ss. 144–151, Bonn (1985).
- SPANAU, L.: Mögliche Auswirkungen der geplanten Olympischen Winterspiele in Berchtesgaden auf Natur und Landschaft. In: *Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege* 38, 1986, Ss. 49–68, Bonn (1986).
- SPANAU, L.: Geographisches Informationssystem (GIS). In: HABER, W. (Hrsg.): MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Methodenentwicklung für die Ökosystemforschung. Werkstattbericht der Projektleitung, unveröffentlicht. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, Ss. 72–87, Freising (1987).
- SPANAU, L., SIUDA, C.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Das Geographische Informationssystem (GIS) im MAB-Projekt 6. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU-München-Weihenstephan, 117 S., Freising (1985).
- SPATZ, G., SPRINGER, S., SPANAU, L.: Vegetation development of alpine pastures in the region of the Jenner under the aspect of human utilization. Deutsches Nationalkomitee MAB. MAB-Mitteilungen Nr. 19, Bonn, Ss. 121–137, Bonn (1984).
- SPRINGER, S.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Liste der Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks Berchtesgaden. Stand Mai 1984. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 16 S. (1984).
- SPRINGER, S., SPATZ, G.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Grünlandkartierung auf Almen im Alpenpark Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 131 S., Berchtesgaden (1983).
- SPRINGER, S., SPATZ, G.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Grünlandkartierung auf Almen im Alpenpark Berchtesgaden. Abschlußbericht. Lehrstuhl für Grünlandlehre und Futterbau, TU München-Weihenstephan, Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 165 S., Berchtesgaden (1985).
- STORCH, M.: Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihrer Abhängigkeit vom Standort und der Einwirkungen des Menschen. München (1984).
- STORCH, M.: Untersuchungen der Waldvegetation im Alpenpark Berchtesgaden. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, 40 S., Berchtesgaden (1987).
- TOBIAS, K.: MAB-Projekt 6: Ökosystemforschung Berchtesgaden. Diskussionspapier über die Methodik zur Festlegung von Schwefeldioxidgrenzwerten für die Realnutzungstypen im Untersuchungsgebiet des MAB-Projektes 6. Lehrstuhl für Landschaftsökologie, TU München-Weihenstephan, 31 S., Freising (1987).
- UNESCO-MAB: International Co-ordinating council of the programme on Man and Biosphere (MAB). Ninth Session. Final Report. MAB report series No. 60, 20.-25.10.1986, Paris, 113 S. (1986).
- UNESCO-MAB: Implementation of the Action Plan for Biosphere Reserves. Proceedings - European MAB Conference on Biosphere Reserves and Ecological Monitoring. 24.–28.03.1986, Ceske Budejovice, Czechoslovakia, 280 S. (1986).
- WAGAR, J.A.: The carrying capacity of wild lands for recreation. In: *Forest Sci. Monogr.* 7, pp. 1–24 (1964).
- WESTHOFF, V.: The ecological impact of pedestrian, equestrian and vehicular traffic on vegetation. In: *UICN - Union Internationale pour conservation de la Nature et des ses Ressources*, Part 1, Ss. 218–223 (1967).
- WIESMANN, U.: Wirtschaftliche, gesellschaftliche und räumliche Bedeutung des Fremdenverkehrs in Grindelwald. Schlussber. Schweiz. MAB-Programm Nr. 24, 180 S., Univ. Bern (1986).
- WILLARD, B., MARR, J.: Recovery of alpine tundra under protection after damage by human activity in the Rocky Mountains of Colorado. In: *Biological Conservation* 3, pp. 131–190 (1971).
- WILMANN, O.: Ökologische Pflanzensoziologie. Heidelberg (1973).
- ZANKL, H.: Der Hohe Göll, Aufbau und Lebensbild eines Dachsteinkalkriffes in der Obertrias der Nördlichen Kalkalpen. In: *Abh. Senckenberg naturf. Ges.* 519, Ss. 1–123, Frankfurt (1969).
- ZANKL, H.: Der Watzmann – ein geologischer Überblick. In: Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (Hrsg.): Nationalpark Berchtesgaden – Der Watzmann, 123 S., Berchtesgaden (1981).
- ZIERL, H.: Das MAB-6 Projekt und die Nationalparkforschung. Unv. Manuscript, 10 S., Nationalparkverwaltung Berchtesgaden (1988).
- ZWECKL, J., SPANAU, L.: Untersuchungen zur Blaikenerosion im Jennergebiet des Alpenparks Berchtesgaden. In: *Landschaft und Stadt* 19 (3), Ss. 122–128, Stuttgart (1987).

13 Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Karten

Verzeichnis der Abbildungen

- Abb. 2.1 Veränderung der Ökosysteme des natürlichen Systems durch Überlagerung von Landnutzung und natürlichem System
Abb. 2.2 Modell der ökologischen Effekte des Tritteinflusses
Abb. 2.3 Belastung der Vegetation und des Bodens durch sommertouristische Aktivitäten
- Abb. 3.1 Geographische Lage des Alpen- und Nationalparks Berchtesgaden
Abb. 3.2 Schema eines regionalen ökologisch-ökonomischen Systems
Abb. 3.3 Informationsverarbeitung in mehreren Betrachtungsebenen
Abb. 3.4 Aufbau des flächenbezogenen Informationssystems
Abb. 3.5 Aufbereitung der Geometrie und Einordnung der erhobenen Informationen (Merkmale)
- Abb. 4.1 Typenbezogene ökologische Bewertung
Abb. 4.2 Klassifizierung der Landnutzungseinheiten hinsichtlich ihrer Trittempfindlichkeit (schematisch)
Abb. 4.3 Variablenkennblatt zur Dokumentation der Bewertung
- Abb. 6.1 Geographische Lage und 3-dimensionale Darstellung des Testgebietes Jenner
Abb. 6.2 Gesteine im Testgebiet Jenner
Abb. 6.3 Klimadiagramm für die Station Berchtesgaden
Abb. 6.4 Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C
Abb. 6.5 Mittlere Monatssumme des Niederschlags in mm
Abb. 6.6 Mittelwert von Beginn und Ende einer Lufttemperatur von mehr als 5°C und mehr als 10°C (Meßperiode von 1931 – 1960)
Abb. 6.7 Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Testgebiet Jenner
Abb. 6.8 Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Jenner
Abb. 6.9 Wegezüge und Schnittstellen zum Zielpunkt A (schematisch)
Abb. 6.10 Schematische Darstellung der Besucherströme eines Wegezuges X
Abb. 6.11 Formblatt für Touristenzählung
Abb. 6.12 Durchschnittliche Wegfrequenz im Jennergebiet in Abhängigkeit der Anzahl der Bergfahrten der Jennerbahn und der Bewölkung
Abb. 6.13 Geographische Lage und 3-dimensionale Darstellung des Testgebietes Funtensee
Abb. 6.14 Mittlere Monatssumme der Niederschläge in mm
Abb. 6.15 Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Testgebiet Funtensee
Abb. 6.16 Verteilung der aggregierten Vegetationseinheiten im Testgebiet Funtensee
- Abb. 8.1 Modell zur Ermittlung potentieller Trittschäden
Abb. 9.1 Verteilung der aggregierten Landnutzungseinheiten im Nationalpark Berchtesgaden
Abb. 10.1 Konzeption für die Nationalparkforschung

Verzeichnis der Tabellen

- Tab. 4.1 Bewertung nach Belastungsgrad und potentieller Veränderung durch Tritteinfluß
Tab. 4.2 Ermittlung der Datensicherheit aus Erhebungsart/Datenquelle und Datenqualität
Tab. 5.1 Die ökologisch bewerteten Landnutzungseinheiten
Tab. 6.1 Verteilung von Relieffaktoren im Testgebiet Jenner

- Tab. 6.2 Verteilung der Bodentypen im Testgebiet Jenner
Tab. 6.3 Verteilung von Relieffaktoren im Testgebiet Funtensee
- Tab. 7.1 Statistik über Klassen der potentiellen Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß
Tab. 7.2 Datensicherheit der Bewertung für die Obergruppen
Tab. 7.3 Gruppen trittbelasteter Vegetation
Tab. 7.4 Trittempfindlichkeit der Arten
Tab. 7.5 Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen
Tab. 7.6 Trittzonation der Vegetation in Blaugrassrasen der Hochlagen
Tab. 7.7 Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen
Tab. 7.8 Trittzonation der Vegetation in Blaugrassrasen der tiefen Lagen
Tab. 7.9 Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen
Tab. 7.10 Trittzonation der Vegetation in Milchkraut-Weiden
Tab. 7.11 Verteilung der Arten auf Empfindlichkeitsstufen
Tab. 7.12 Trittzonation der Vegetation in Kammgras-Weiden
Tab. 7.13 Verteilung der bewerteten Arten auf Empfindlichkeitsstufen
Tab. 7.14 Anzahl Arten in %/Empfindlichkeitsstufe der Landnutzungseinheiten
Tab. 7.15 Schwellenwerte/Empfindlichkeitsstufe
- Tab. 8.1 Schadstufen der qualitativen Wegschadenskartierung
Tab. 8.2 Ausprägungen von Hang- und Wegeneigung im Landschafts-Informationssystem
Tab. 8.3 Merkmalsdatei für die digitalisierten Wegeabschnitte (schematisch)
Tab. 8.4 Verteilung der potentiellen Schadstufen auf die Wegeabschnitte
Tab. 8.5 Verteilung der realen Schadstufen auf die Wegeabschnitte
Tab. 8.6 Vergleich potentieller und realer Schäden
- Tab. 9.1 Statistik über Klassen der potentiellen Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß
Tab. 9.2 Gesamtlänge der Wegeabschnitte/Schadstufe

Verzeichnis der Karten

- Karte 6.1 Testgebiet Jenner
Bodentypen nach forstlicher Standortkartierung
Karte 6.2 Testgebiet Jenner
Landnutzungseinheiten (aggregiert)
Karte 6.3 Testgebiet Jenner
Vegetationseinheiten (aggregiert)
Karte 6.4 Testgebiet Jenner
Sommertouristische Nutzung (Wegfrequenzkartierung)
Karte 6.5 Testgebiet Funtensee
Gesteine (aggregiert)
Karte 6.6 Testgebiet Funtensee
Landnutzungseinheiten (aggregiert)
Karte 6.7 Testgebiet Funtensee
Vegetationseinheiten (aggregiert)
Karte 6.8 Testgebiet Funtensee
Sommertouristische Nutzung (Wegfrequenzkartierung)
- Karte 7.1 Testgebiet Jenner
Potentielle Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß
- Karte 8.1 Testgebiet Jenner
Trittbedingte Schäden
Karte 8.2 Testgebiet Funtensee
Potentielle trittbedingte Schäden
Karte 8.3 Testgebiet Funtensee
Trittbedingte Schäden
Karte 8.4 Testgebiet Funtensee
Differenz von potentiellen und realen Schäden
- Karte 9.1 Nationalpark
Landnutzungseinheiten (aggregiert)
Karte 9.2 Nationalpark
Potentielle Veränderung der Landnutzungseinheiten durch Tritteinfluß
Karte 9.3 Nationalpark
Potentielle trittbedingte Schäden

In der Reihe der Forschungsberichte sind erschienen:

- Nr. 1 Gerhard Enders
Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 2 R. Bochter, W. Neuerburg, W. Zech
Humus und Humusschwund im Gebirge
- Nr. 3 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Zur Situation der Greifvögel in den Alpen
- Nr. 4 Gerhard Enders
Kartenteil Theoretische Topoklimatologie
- Nr. 5 O. Siebeck
Der Königssee – Eine limnologische Projektstudie
- Nr. 6 R. Bochter
Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichen Substraten
- Nr. 7 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Der Funtensee
- Nr. 8 Helmuth Schmid-Heckel
Zur Kenntnis der Pilze in den Nördlichen Kalkalpen
- Nr. 9 R. Boller
Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald
- Nr. 10 E. Langenscheidt
Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 11 Herausgeber Nationalparkverwaltung
Das Bärenseminar
- Nr. 12 Hans Knott
Geschichte der Salinen und Salinenwälder von Berchtesgaden
- Nr. 13 Ahamd Manghabati
Einfluß des Tourismus auf die Hochgebirgslandschaft
- Nr. 14 Alfred Spiegel-Schmidt
Alte Forschungs- und Reiseberichte aus dem Berchtesgadener Land
- Nr. 15 Helmuth Schmid-Heckel
Pilze in den Berchtesgadener Alpen
- Nr. 16 Lutz Spandau
Angewandte Ökosystemforschung im Nationalpark Berchtesgaden