

Umweltgefahren durch Massenskisport im bayerischen Alpenraum

Von *Marco Eichinger*

Die intensive skitouristische Erschließung und Nutzung des Alpenraumes brachte nicht nur wirtschaftlichen Aufschwung, sondern auch ökologische und ästhetische Schäden. Durch Anlage und Betrieb von Skipisten und anderen Elementen der Wintersportinfrastruktur erfolgte die Umgestaltung oder Zerstörung der betroffenen Vegetationsgesellschaften; die Artenvielfalt nahm ab. In direkter Folge litt auch die Fauna unter den Belastungen, ihre Lebensräume wurden vielfach beschnitten. Die veränderten Vegetationsgesellschaften zeichnen sich außerdem durch eine geringere Durchwurzelungsintensität aus, wodurch es zu erhöhtem Oberflächenabfluß kommt.

Gleichzeitig nahmen mit der Ausweitung des Tourismus die baulichen und ästhetischen Sünden im Alpenraum zu. Infolge landschaftlich nicht angepaßter, seelenloser Zweckbauten litt der Naturgenuß.

Aus den Schäden entstehen Risiken für materielle und ideelle Werte. Die Zerstörungen im alpinen Bergwald machen kostspielige Schutzmaßnahmen in der Form von Lawinenverbauung und Schutzwaldsanierung notwendig. Durch den erhöhten Oberflächenabfluß kommt es zu Bodenerosion, Rutschungen treten auf, Murgänge können entstehen und die Hochwassergefährdung steigt ebenfalls an.

Das Ausmaß der Schäden und der durch sie entstehenden Gefahren im bayerischen Alpenraum stellen die zentralen Punkte der vorliegenden Arbeit dar. Der Autor versucht aufzuzeigen welche Fläche die vorhandenen Schäden einnehmen, und in wieweit sie vom Skisport verschuldet wurden.

Die Quantifizierung der vom Massenskisport verursachten Gefahren erfolgt auf der Grundlage des Ausmaßes der Schäden.

Der Autor kommt zu dem Schluß, daß sich die Gefährdung von Menschenleben oder als schützenswert empfundenen Gütern durch die Anlagen für den Massenskisport nur in ökologisch ungünstigen Gebieten erhöht hat. Der Einfluß von Wintersportanlagen ist generell zu gering um katastrophale Ereignisse auslösen zu können.

Damit soll jedoch nicht der ungehemmten Erschließung des Alpenraumes das Wort geredet werden. Vielmehr möchte der Aufsatz die Diskussionsgrundlage erweitern auf der eine ökologisch und ökonomisch orientierte Umstrukturierung des Massenskisports erörtern werden sollte. Denn erst wenn das Ausmaß der Schäden und der von ihnen verursachten Gefahren allgemein anerkannt ist kann ein Lösungsweg konzipiert werden, der sowohl von Ökonomen als auch von Ökologen getragen werden kann.

1 Massenskisport: Ein Problemfeld zwischen Ökologie und Ökonomie

Skifahren ist eine Wintersportart, deren größter Reiz darin besteht in einer verschneiten Berglandschaft Natur unmittelbar zu erleben. Durch massenhaftes Auftreten von Skifahrern verringert sich der Naturgenuß, es entstehen Probleme baulicher und landschaftsökologischer Art. Infolge der intensivierten touristischen Nutzung geraten Natur und Landschaft ins Hintertreffen, die Erholungssuchenden werden zur Umweltbelastung. Andererseits ist die Tourismusbranche aus zahlreichen Ortschaften im Alpenraum gar nicht mehr wegzudenken, ihr ist die Zunahme des Wohlstandes ganzer Alpentale direkt zu verdanken. Und vor dem Hintergrund, daß alleine in Deutschland etwa 5.8 Millionen Bürger alpinen Skisport betreiben (VDS, 1993, S.36) schießt eine Verteufelung des Skisports zu kurz. Es gilt vielmehr zu bedenken, daß die Landschaft nicht die Ware, sondern das Kapital der Tourismusbranche ist. Um langfristig auf dem Markt wettbewerbsfähig sein zu können muß der skitouristisch genutzte Raum ökologisch in Takt bleiben, ansonsten verliert er an landschaftlichem Reiz, und damit an Besuchern. Es ist klar, daß ein Ausgleich zwischen Ökologie und Ökonomie schwierig und konfliktreich ist. Da ihn aber sowohl Umweltaktivisten wie auch Tourismusökonomien zum Überleben brauchen, ist er nicht nur wünschenswert, sondern schlicht unabdingbar.

Der vorliegende Aufsatz versteht sich als erster Schritt hin zum Interessensausgleich. Bevor über Maßnahmen und Strategien zur Vermeidung von Umweltschäden nachgedacht werden soll, ist es notwendig das Ausmaß der Schäden darzustellen, sowie aufzuzeigen welche Gefahren für Mensch und Umwelt aus diesen Schäden resultieren können. Ziel dieses Aufsatzes ist es, vorurteilsfrei aber kritisch diese Punkte im Hinblick auf den bayerischen Alpenraum zu erörtern. Als Grundlage dient der Zwischenbericht der Bayerischen Skipistenuntersuchung, in dem die Ergebnisse der bislang untersuchten Skigebiete vorgestellt werden. In der vorliegenden Arbeit soll nicht die Umweltverträglichkeit jeder einzelnen Wintersportvariante besprochen werden. Es geht vielmehr darum aufzuzeigen welche allgemeine Risiken und Probleme dem Ökosystem Hochgebirge durch den Massenskisport entstehen.

Dabei wird auch berücksichtigt, daß Touristen in den Alpen nicht mit Winterurlaubern, und Winterurlauber nicht automatisch mit Skifahrern gleichzusetzen sind. Bei der Frage nach dem Verursacher verschiedener Schäden wird es deshalb schwierig, den Anteil des Skisports am Schaden genau anzugeben. Das Ausmaß der Schäden aber nicht nur qualitativ sondern auch quantitativ zu bestimmen ist eines der Hauptanliegen dieser Arbeit.

Die Schäden selbst, so unerfreulich sie sind, sind aber nicht das einzige ökologische Problem, das mit dem Skisport in Verbindung gebracht wird. Aus den Schäden können Gefahren resultieren, die nicht nur materielle und ideelle Werte zu bedrohen vermögen, sondern auch Menschenleben gefährden können. Diesen Gefahren ist der zweite Teil der Arbeit gewidmet, und auch hier wird kritisch hinterfragt, wie groß das Gefahrenpotential der Anlagen für den Massenskisport ist. Verschiedene Großereignisse der Natur, wie sie sich 1983 in Axams und 1987 entlang des Alpenhauptkammes ereigneten, werden im Rahmen dieses Kapitels Erwähnung finden. An ihnen soll aufgezeigt werden, in wieweit Anlagen für den Massenskisport die Umweltgefahren im Alpenraum erhöhen.

2 Schäden im Hochgebirge durch Massenskitourismus

Dieses Kapitel behandelt die vom Massenskisport verursachten Schäden im Hochgebirge. Dabei werden sowohl die negative Beeinträchtigungen des Ökosystems als auch landschaftsästhetische Fehlentwicklungen als Schäden verstanden. Die Schäden werden nicht nach der Art der Verursachung wie Anlage, Betrieb und Nutzung der Skianlage unterschieden, sondern alleine nach der Art des Schadens. Nach der Darstellung der einzelnen Schadenstypen wird kurz diskutiert, in wieweit diese Schäden ausschließlich dem Skisport anzulasten sind. Den letzten Punkt dieses Kapitels bildet die Darstellung des Schadensausmaßes. Auf das weite Problemfeld des Gletscherskisports wird nicht eingegangen, da dieser im Freistaat Bayern keine Rolle spielt.

2.1 Schäden am Bergwald

Durch Rodungen, die für die Anlage von Aufstiegs-
hilfen, Skipisten und Zufahrtswege im Bergwald

durchgeführt werden, wird der Waldbestand verringert. In der Folge können für talwärts gelegene Bereiche Gefahren entstehen. Der Großteil der Gefahren resultiert aus der Erhöhung des Oberflächenabflusses infolge fehlender Interzeption, Evapotranspiration und Vegetationsschutz (DIETMANN, 1985, S.119), und wird in Kapitel 3.2 behandelt.

Die Schäden am Bergwald beschränken sich jedoch nicht auf den gerodeten Bereich. Die Bäume, die an einer Rodungsschneise stehen, sind innerhalb eines geschlossenen Bestandes aufgewachsen und deshalb den am Waldrand herrschenden ökologischen Bedingungen nicht angepaßt. Ihnen fehlt eine gut ausgebildete Trauf, wodurch sie anfällig werden für Rindenbrand und Windwurf (SCHAUER, 1981, S.28). Durch zufließendes Oberflächenwasser kann es am Waldsaum zu Erosionsschäden kommen, die gepaart mit anderen mechanischen Einwirkungen das Überleben der randlich wachsenden Bäume gefährden können. Da auf die Rodung zumeist eine (teilweise) Planierung der Rodungsschneise folgt, treten am neu entstandenen Waldrand die Folgen verschiedener Eingriffe gemeinsam auf. Die mechanischen Schäden können von quasi-natürlichen, also vom Menschen verursachten, Phänomenen wie Steinschlägen und Hangrutschungen herrühren, die als Folge der Rodung entstehen. Durch Steindeponien und unsachgemäßen Umgang mit Pistenbearbeitungsmaschinen können die Bäume im Rahmen der Planierung erneut geschädigt werden (FELBER et al., 1991, S.28). Der Aufwuchs einer standortangepaßten Waldsaumgesellschaft wird durch die veränderten ökologischen Bedingungen bereits stark erschwert. Auch Skifahrer, die sich an die Pisten halten, verursachen Schäden an Baumwurzeln und der pistenbegrenzenden Vegetation. Letztere können eine Folge des Schneeschubes sein, können aber auch entstehen, wenn die Vegetation freigelegt wird. Die Pflanzen werden letztendlich anfälliger gegenüber Krankheiten und Pilzschäden (CERNUSCA, 1987, S.178f.).

Variantenskilfahrer, die im seitlichen Randbereich der Skipisten fahren, verletzen zudem die Jungbäume, wodurch sich die Standortbedingungen weiter verschlechtern (CERNUSCA, 1987, S.178f.). Sie schädigen den Bergwald aber auch indirekt dadurch, daß der ohnedies überstockte Wildbestand vor ihnen flieht

und sich auf pistenferne Einstände konzentriert. Hier steigen die Verbißschäden am Jungwuchs stark an. Als Folge kann die Waldverjüngung in einem Gebiet bedroht sein, das um ein Vielfaches größer als das Skigebiet selbst sein kann (KAUB & GABEL, 1992, S.3). Die Kombination von Verbißschäden und Schädigung des Jungwuchses durch Variantenskilfahrer kann nach MOSIMANN, 1986, S.304, zu einer ernsthaften Bedrohung des Ökosystems Bergwald beitragen. Vor dem Hintergrund, daß einer Studie im Jennerweingebiet (Berchtesgaden) zufolge etwa 80% aller Skifahrer die präparierten Pisten verlassen, und von diesen wieder 56% sich mehr als 400 Meter entfernen (MANGHABATI & AMMER, 1986, S.107), sollte man den Einfluß dieses Parameters auf die Schädigung des Bergwaldes nicht geringachten.

2.2 Zerstörung und Beschneidung von Biotopen und Habitaten

Durch die Errichtung skitouristischer Infrastruktur können neben dem Bergwald auch andere Biotope zerstört oder zumindest beeinträchtigt werden. Bei der Anlage von Planien sind davon in allen Höhenstufen oft Moore, Quellfluren, Magerwiesen und Felspaltengesellschaften betroffen. In der Zone der alpinen Rasen können auch noch Legföhren- und Zwergstrauchbestände Schädigungen erfahren (FELBER et al., 1991, S.28f; KAUB & GABEL, 1992, S.2). Die entstehenden Ersatzgesellschaften finden unter Punkt 2.4 eingehendere Betrachtung. Generell ist aber so gut wie ausgeschlossen, daß auf Planien wieder naturnahe Gesellschaften aufwachsen. (NASCHBERGER, 1987, S.13; SCHAUER, 1981, S.4f.).

Die alpine Tierwelt ist von den Anlagen für Skitourismus nicht minder betroffen als die Pflanzenwelt. Die Anlage von Planien zerstört kleinräumige Habitate von Reptilien, Käfern und Schnecken, wobei gerade Quellen, Mulden, Hangvernässungen und von Natur aus auch im Winter schneefreie Flächen überlebensnotwendige Futterplätze darstellen. Zudem gehen auf Planien auch die Populationen von Springschwänzen und Regenwürmern zurück, was die Bodenfruchtbarkeit verringern, und damit die Wiederbegrünung der Flächen erschweren dürfte. Durch künstliche Beschneidung erhöht sich generell das Wasserangebot auf

der Piste. Da Wasser in Gebirgsökosystem aber nur selten als Mangelfaktor wirkt und für Bodenflora und Bodenfauna eine mittlere Bodenfeuchte optimal ist, dürfte sich diese Zusatzbewässerung eher als wachstumshemmend denn als förderlich auswirken (CERNUSCA, 1989, S.10). Eine Störung des ökologischen Gleichgewichtes, die der VERBAND DEUTSCHER SEILBAHNEN (VDS) nicht anerkennt (VDS, 1997). Da die genannten Kleinlebewesen einen gewichtigen Teil in der Nahrungskette einnehmen, sind auch die Populationen größerer Tiere indirekt von der Zerstörung dieser Lebensräume betroffen. Direkte Schäden erfahren beispielsweise Murmeltiere durch den Verzehr schwermetallbelasteten Planiengrases, wobei die Schwermetalle in der Regel von als Dünger ausgebrachten Klärschlämmen stammen (FELBER et al., 1991, S.31f.). Andere Säugetierarten wie Gamsen, Rehe und Rotwild werden durch den Skibetrieb und der Zerschneidung ihrer Lebensräume in kleinräumigere Habitate abgedrängt. In ungestörten Gebieten lebt beispielsweise eine Teilpopulation der Gamsen das ganze Jahr über oberhalb der Waldgrenze (Berggams). Durch die Störungen, die diese Tiere erfahren, ziehen sie sich in den Bergwald zurück, wo sie die ohnedies bereits hohen Besatzdichten weiter steigern. Da das Rotwild im Winter gefüttert wird, hält es sich nun ebenfalls ganzjährig im Bergwald auf, wo es zum Teil erhebliche Schälsschäden an heranreifenden Bäumen verursacht. Im Winter sind aber auch die Gefahren für das Wild am höchsten. Werden die Tiere in ihren Ruheplätzen aufgeschreckt, wie dies zum Beispiel durch Tourengeher oder Variantenskiläufer geschehen kann, so benötigen sie aufgrund erhöhter Anstrengungen im Schnee etwa das Zehnfache an kalorischer Nahrung. Diese wird zumeist durch Verbiß junger Laubbäumen gedeckt, wodurch die Verjüngung des Bergwaldes eine weitere Beeinträchtigung erfährt. Ist eine Nahrungsaufnahme nicht möglich, so kann dies bei geschwächten Tieren bis hin zum Tod führen. Im Fall der Gamsen, deren Brunfrituale erst Ende November beginnen sind in der Folge oft auch die stärksten Rudelmitglieder durch die aufreibende Brunft stark geschwächt und somit bedroht (LAUTERWASSER, 1989, S.41-45).

Die Vogelwelt wird ebenfalls durch den Skibetrieb in Mitleidenschaft gezogen. Zum einen bieten die Pisten-

flächen Singvögeln bei der Gelegeanlage zwar ausreichend Material zum Nestbau, bei der Aufzucht des Nachwuchses fehlt auf den Rasengesellschaften allerdings das reichhaltige Samenangebot. In der Folge weichen die erwachsenen Tiere auf andere Standorte aus, der Nachwuchs verhungert. Diesen Zusammenhang kann man sowohl bei Ringdrossel und Alpenbraunelle als auch beim Zitronengirlitz, einer endemischen Art der Hochgebirge Mittel- und Südwesteuropas, beobachten (SOTHMANN, 1996, S.42). Daneben sind aber auch die streng unter Artenschutz stehenden Rauhfußhühner (Auer- und Birkhuhn) von Störungen betroffen. Sie brechen bei Störungen ihre Balz ebenso ab wie die Bebrütung des Geleges. Somit kann zum einen die Befruchtung des Geleges unterbleiben, zum anderen die Bebrütung eines befruchteten Geleges abgebrochen werden. Als Folge überaltert die Population laufend, bis die Vermehrungsfähigkeit auf ein Maß abgenommen hat, daß der Bestand zusammenbricht (LAUTERWASSER, 1989, S.46; SOTHMANN in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S. 9).

2.3 Veränderung der Bodenstruktur

Die Veränderungen der Struktur des Mineralbodens ergeben sich überwiegend durch die Anlage von Planien. Durch Pistenbearbeitung und Skibetrieb leidet der organische Auflagehorizont. Die scharfen Kufen der Ski beschädigen und zerschneiden die Humusdecke (Kantenrasur), von den bis zu zehn Zentimeter dicken Kettengliedern der Pistenbearbeitungsmaschinen werden ganze Bodenriegel ausgestochen (DIETMANN, 1985, S.127f.; RIES, 1996, S.30). Die entstehenden offenen Stellen in der Bodendecke sind oftmals Ansatzpunkte der Bodenerosion. Da mit zunehmender Höhe die Bodenbildung langsamer abläuft und folglich die Gebirgsböden nur eine geringe Mächtigkeit aufweisen, ist der Schaden um so größer je höher der Schadensort liegt. Die Humusaufgabe dient aufgrund des geringen Feinmaterialanteils der Böden als wesentlicher Wasser- und Nährstoffspeicher, aber auch als Puffer gegenüber Schadstoffen. Ist diese schützende Decke vom Mineralboden entfernt, sinkt die Bodenfruchtbarkeit ebenso wie das Wasserrückhaltevermögen des Bodens rapide (FELBER et al., 1991, S.22-27). Bei richtigem Management verursachen

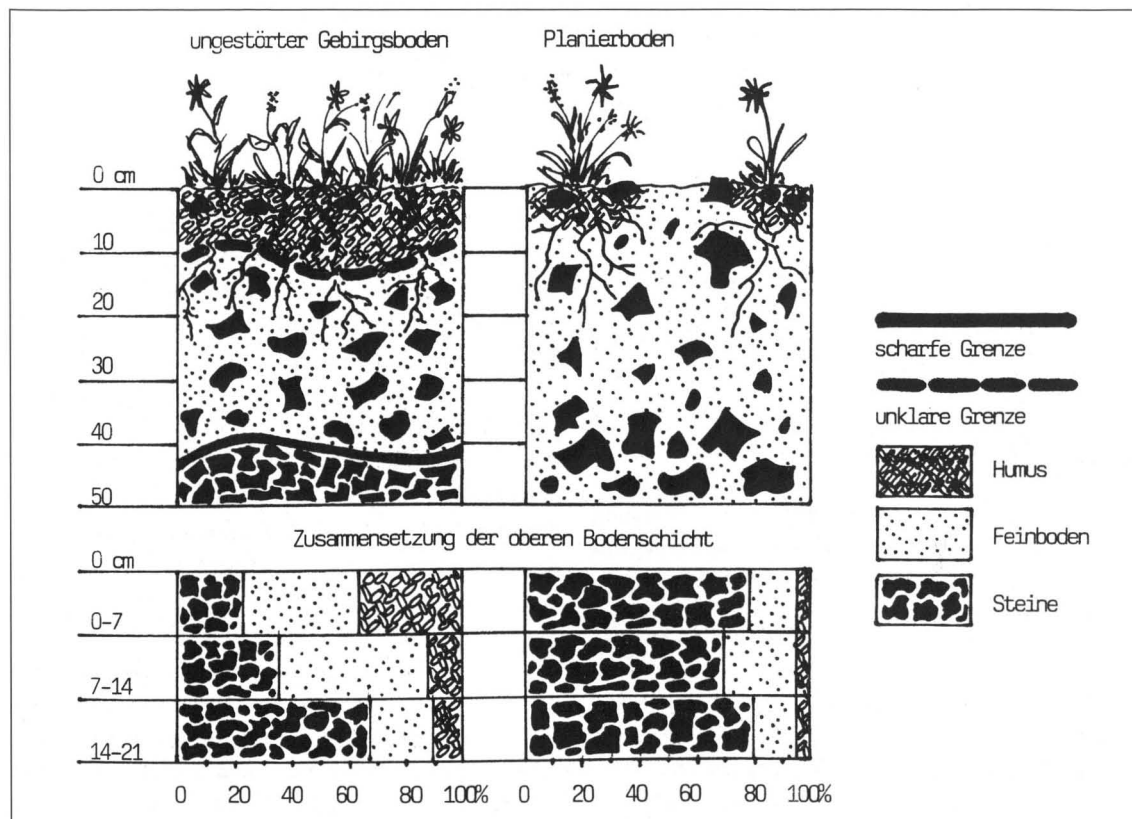
Pistenraupen jedoch keine Bodenverdichtung. Wegen der großen Oberfläche der Kettenglieder reduziert sich die von den tonnenschweren Maschinen aufgebrachte Auflast auf etwa $35\text{--}42\text{gcm}^{-2}$ (BÄBLER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.118; VDS, 1993, S.41). Die vom Skifahrer selbst ausgeübten Auflasten liegen sogar noch unter diesen Werten (VDS, 1993, S.41).

Planierungen erfolgen aus vielen Beweggründen. Zum einen sind wirtschaftliche Gründe des Skiliftbetreibers wie erleichterte Pistenpflege, Erweiterung des Pistenangebotes, Verlängerung bzw. vollständige Ausnutzung der Skisaison oder die Ausrichtung sportlicher Großveranstaltungen zu erwähnen. Zum anderen hat der Betreiber den Bedürfnissen des Volkssportes zu genügen. Aufgrund der Verkehrshaftungspflicht ist der Transportbetreiber dazu verpflichtet, die Abfahrten so sicher wie möglich zu gestalten (FELBER et al., 1991, S.6f, 13). In der Praxis des Pistenbetriebes führt das zu

Einzelkorrekturen wie der Entfernung von kleineren Felsblöcken oder Bäumen im Bereich der Piste, oder zu Teil- oder Vollplanierungen.

Die Anlage von Planien erfolgt traditionell dergestalt, daß eine Schubraupe die Oberflächenform soweit modelliert, bis sie der Wunschvorstellung des Liftbetreibers genügt. Durch diesen Eingriff wird entweder der ganze Mineralboden abgeschoben, oder zumindest große Teile von ihm. Die abgeschobenen Steine werden meist am Waldrand abgelagert, wo es zu den oben erwähnten Schäden am Waldsaum kommen kann. Auch wenn der abgeschobene Boden wieder aufgebracht wird, wird als Folge des fehlenden Zusammenhaltes des Bodens der Feinmaterialanteil der Aufschüttung rasch ausgewaschen und das Wasserhaltevermögen des Bodens nimmt weiter ab.

Infolge dessen verringert sich das Wasserspeichervermögen der Böden durch Verkürzung und Ver-



Zeichnung 1: Veränderungen der Bodenstruktur durch Planierung
[Zeichnung: K. Kolodzie; Quelle: MEISTERHANS, 1986, S.27]

dichtung um mindestens 100-180 Liter pro Quadratmeter (MOSIMANN, 1986, S.305). Die Böden werden ökologisch betrachtet trockener und wärmer. Auf vegetationslosen Standorten, wie sie die frischen Planien darstellen, können je nach Exposition im Hochgebirge Temperaturen von 60-80°C erreicht werden (SCHÖNTHALER, 1985, S.166). Durch den Eingriff verringert sich außerdem die mechanische Bodenstabilität, was der Bodenerosion Vorschub leistet (KAUB & GABEL, 1992, S.2).

Um das Ausmaß der Schäden auch nur grob quantifizieren zu können, muß man die Höhenlage betrachten in der der Eingriff erfolgt. Innerhalb der Stufe der alpinen Rasen und in der Krummholzstufe (1800-2400m ü. NN) sind die Auswirkungen der Planierung am größten. Unterhalb dieser Stufe ist eine Regeneration des Ökosystem einfacher möglich; oberhalb dieser Stufe im reinen Geröllbereich ist der Eingriff weniger bedenklich (LAUTERWASSER, 1989, S.70f.). Die Hauptgefahr der Planierungen ist der verstärkte Oberflächenabfluß. Er steht im Verdacht Hochwässer, Bodenerosion, Muren, gravitative Massenverlagerungen und Bergstürze auszulösen. Im Kapitel 3.2 werden diese Gefahren näher beleuchtet.

2. 4 Umgestaltung von Vegetationsgesellschaften

Vegetationsgesellschaften sind dynamische Gebilde, die sich mit der Nutzung ändern. Somit ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen den Gesellschaften alpinen Rasen mit denen beweideter Almflächen oder auch von Skipisten. Wenn die Pisten neben der herkömmlichen Nutzung und der winterlichen Präparation noch Geländekorrekturen erfahren haben, ergibt sich wiederum eine andere Artenzusammensetzung der Ersatzgesellschaft, die in jedem Falle überwiegend vom verwendeten Saatgut bestimmt wird.

Auf nicht planierten, aber als Skiabfahrten genutzten, Almflächen können die Pflanzengesellschaften von Wirtschaftswiesen und Wirtschaftsweiden ganz erhalten bleiben, die feuchter oder nährstoffarmer Standorte in der Regel jedoch nicht (STMLU, 1997, S.4). Auf Almwiesen, die auch als Piste genutzt werden, nimmt die Anzahl der Arten nach Untersuchungen im Oberbayerischen Alpenraum nur geringfügig

von 30.9 auf 30.2 ab. Die Artenzusammensetzung ändert sich allerdings. Sobald die Piste aber planiert wird, geht selbst der Artenreichtum um fast die Hälfte auf durchschnittlich nur noch 16.4 Arten pro Ökotopt zurück (SCHAUER, 1981, S.152f, 163). Die Planierung führt zur „*Trivialisierung der Vegetation*“ (STMLU, 1997, S.56).

Eine Ursache ist darin zu sehen, daß auf Planien eine möglichst rasche Wiederbegrünung erwünscht ist. Das verwendete Saatgut ist aber zumeist keine standortoptimierte Gräsermischung und dient nicht der Renaturierung, sondern lediglich der Stabilisierung der neuen Hänge. Zumeist werden handelsübliche Klee- und Grassorten eingesät, denen einige Ackerunkräuter, Ruderal- und Pionierpflanzen zugemischt sind (SCHAUER, 1981, S.150). Ebenso werden strapazierfähige Sportrasengesellschaften angesät, die weder ein naturnahes Artenspektrum beinhalten, noch für die jeweilige Höhenstufe gezüchtet wurden (DIETMANN, 1985, S.136). Damit entspricht die Zusammensetzung der Vegetation auf Planien vor allem mit zunehmender Höhe immer weniger der natürlichen oder zumindest naturnahen Vegetation (SCHAUER, 1981, S.154). Der Zuchtgarten der LANDESANSTALT FÜR PFLANZENZUCHT UND SAMENPRÜFUNG in Rinn (Tirol) arbeitet jedoch an Sämereien für die Begrünung ausgewählter alpiner Ökotypen. Die konzipierten Samenmischungen sollen allerdings nicht das komplette Artenspektrum beinhalten, sondern nur solche, denen im jeweiligen Ökotopt auch eine „*Funktion*“ zukommt (HOLAUS & KÖCK, 1993, S.43). Zwar wandern Arten in die Pistenvegetation ein, es handelt sich dabei aber nicht um Arten aus den Gesellschaften der umliegenden Bergwiesen, sondern um Vertreter der Rohböden-gesellschaften, was die Standortungunst der Planien aufzeigt (SCHAUER, 1981, S.4; HOLAUS & KÖCK, 1993, S.46). Die Standortungunst liegt zum Großteil in der oben beschriebenen veränderten Bodenstruktur, die unter anderem aus einem gänzlich veränderten Wasserhaushalt resultiert. Daneben herrscht auf planierten Flächen ein anderes Mikroklima und, verbunden mit der veränderten Bodenstruktur, Erosion. Infolge der mechanischen Beanspruchung der Vegetation durch Skifahrer und Pistenarbeiten wird die Schneestruktur verändert, der

Schnee wird kompaktiert. Dadurch apert die Piste später aus und die folgende Vegetationsperiode verkürzt sich. Nach CERNUSCA, 1987, S.177 ist die Verkürzung der Vegetationsperiode um einen Tag mit einer Verringerung der Produktion von 3% gleichzusetzen. Sobald Pisten präpariert werden, erhöht sich die Standortungunst noch weiter. Aufgrund der Veränderungen in der Schneestruktur bewegen sich die Bodentemperaturen nun immer um den Gefrierpunkt. Es herrscht ein ständiger Wechsel von Frost und Auftauen, was im Boden hohe Zugspannungen auslösen und die Wurzeln der jungen Sämlinge abreißen kann (CERNUSCA, 1987, S.178). Die Zunahme des Standortstress spiegelt sich in einer anderen Vegetationszusammensetzung wider. Mit zunehmender Höhe verringert sich zudem die Wuchsleistung der Pflanzen. Außerdem überwiegt mit der Höhe die vegetative Vermehrung, wodurch sich kurzfristig kaum größere Erfolge bei der Wiederbegrünung erzielen lassen. Unter diesen Voraussetzungen können Verbißschäden verheerende Auswirkungen nach sich ziehen (KAUB & GABEL, 1992, S.3).

Die chemische Pistenpräparation ist, ökologisch betrachtet, ebenfalls bedenklich. Die Anwendung verschiedener Düngemittel zur Präparation einer härteren Schneedecke wird als problematisch hinsichtlich der Erhaltung standorttypischer Nährstoffverhältnisse gesehen. Besonders auf Magerstandorten sollen diese Mittel die Zusammensetzung der Vegetation verändern (LAUTERWASSER, 1989, S.75-77). Auch die Applikation von Thomasmehl als Schwärzmittel zur Beschleunigung des Auftauvorganges steigert die Phosphatversorgung der Piste und kann dadurch naturnahe Magerstandorte schädigen (CIPRA, 1988, S.9).

Andere Schäden sind bei anthropogener Beschneigung zu erwarten. Der Wasseranteil im Kunstschnee liegt durchschnittlich um 30-100% höher als bei natürlichem Schnee. Dadurch ergeben sich für die beschneiten Flächen erhebliche Änderungen hinsichtlich der ökologischen Verhältnisse. Kunstschnee kompaktiert schneller als Naturschnee, oft bildet sich zwischen Erdoberfläche und Schneekörper eine Eisschicht aus, die den Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre unterbindet. Ist bereits generell aufgrund der Pistenbearbeitung die Tendenz zu Erstickungserscheinungen

der Vegetation auf Pistenflächen erhöht, so nimmt sie bei künstlicher Beschneigung noch zu. Denn die kompaktierten Schneeflächen schmelzen fünf bis fünfundzwanzig Tage später ab (WITTY, 1993, S.21), die Bodentemperaturen haben sich aber aufgrund der angestiegenen Einstrahlungswerte schon deutlich erhöht. Analog zur Steigerung der Bodentemperatur nimmt auch die biologische Aktivität, und folglich die Produktion von Kohlendioxid im Boden zu, der Gehalt an Sauerstoff hingegen ab. Im Extremfall können im Boden Kohlendioxidkonzentrationen von 40-44%, und Sauerstoffkonzentrationen von nur noch 3-5% gemessen werden. Unter solchen Verhältnissen können giftige Endprodukte gebildet werden, die aus Erstickungsvorgängen resultieren, die nur wenige Pflanzenarten überstehen können (CERNUSCA, 1989, S.1-12). Generell nimmt für die Pflanzen auch die Gefahr zu, daß sie von Schneeschimmel befallen werden und partiell verwesen (*Fusariose*) (HOFER, 1981, S.57). Die Schneiwässer enthalten als Oberflächenwässer auch mehr Mineralstoffe als Regenwasser, wodurch sie die Magerstandorte umgestalten können (WITTY, 1994, S.9). Durch die anthropogene Beschneigung kann sich die Vegetationszusammensetzung folglich verändern. Davon unbeindruckt stuft der VDS Beschneiungsanlagen dennoch als „ökologisch völlig unbedenklich“ ein (VDS, 1997).

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß sich mit skisportlicher Nutzung einer Fläche ihre Artenzusammensetzung generell ändert. Die Artenanzahl bleibt bei der Nutzung von Almwiesen als Skipisten noch in etwa gleich hoch. Infolge von Planierungen verringert sich die Artenzahl auf etwa die Hälfte der naturnahen Gesellschaften, das Artenspektrum wird von den Sämereien bedingt. Die ökologischen Standortbedingungen werden infolge von Planierung und erst recht anthropogener Beschneigung zunehmend unwirtlicher, was sich in Artenzahl und Artenspektrum niederschlägt.

2.5 Beeinträchtigung des Landschaftsgenusses

Das Landschaftsbild ist sowohl im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes (BNATSCHG §1(1)) als auch des Bayerischen Naturschutzgesetzes (BAYNATSCHG Art.1(1)) als schützenswertes Gut anerkannt.

Da es sich bei der Analyse des Landschaftsbildes allerdings überwiegend um subjektive Empfindungen handelt, gibt es bislang kein Instrumentarium zur Erfassung dieses schützenswerten Gutes. Vergleicht man die Anstrengungen, die im Arten- und Biotopschutz angestellt werden mit denen, die hinsichtlich des Landschaftsbildes erfolgen, so klafft zwischen beiden eine große Lücke, obwohl sie rechtlich den gleichen Rang einnehmen (LEICHT, 1991, S.214, 217, 221f.).

Landschaftsästhetische Fehlentwicklungen lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden. Zum einen in die in der Landschaft entstehenden Fremdkörper, und zum anderen in vom Menschen verursachte Elemente, deren Form unangepaßt ist, oder die Schädigungen des Ökosystems offenbaren. Beide verringern den ästhetischen Reiz der Landschaft. Bei der Wahrnehmung können neben optischen auch akustische Beeinträchtigungen unterschieden werden. Zu den akustischen Störungen zählen zum Beispiel Beschneiungsanlagen. Trotz laufender technischer Verbesserungen erreichen Niederdruckanlagen noch immer einen Lärmpegel von bis zu 80dB. Die Emissionen der Hochdruckvariante liegen mit etwa 115dB deutlich über dem Geräuschpegel von Preßluftschlämmern (100dB) und können dementsprechend, vor allem nachts, noch in einer Entfernung von 1000 Metern als störend empfunden werden (SCHATZ, 1993, S.6; WITTY, 1994, S.11; WITTY, 1993, S.19).

Die Beeinträchtigung können im Jahresgang ganz unterschiedliche Bewertung erfahren. So erscheint beispielsweise eine schneebedeckte Skipiste im Winter weniger störend als eine nur spärlich bewachsene Rodungsfläche im Sommer (LEICHT, 1991, S.217). Die *Banalisierung des Landschaftsbildes* zählt ebenfalls zu den Schäden, die durch den Massenskitourismus im Hochgebirge (mit-)verursacht werden. Da viele Touristen eine gewisse Erwartungshaltung hinsichtlich der Gebäudeformen in sich tragen, reagierte man vielerorts mit der Imitation als typisch empfundener Hausformen, so daß man heute von der „*Tirolisierung der Alpen*“ sprechen kann. Bei den Siedlungselementen wirken zudem grelle Werbetafeln und farbliche Kontraste besonders im Winter störend. Ein weiteres Problemfeld besteht im Sommer in der Form von Tristes ausstrahlenden Schleppliftanlagen (FELBER et al.,

1991, S.32f.; KAUB & GABEL, 1992, S.2). Störend wirkt sich auch das Fehlen eines Übergangssaumes zwischen touristisch genutzten Flächen und Kulturlandschaft aus. Die Konzentration der skisportlichen Nutzung ist ebenso ein Gebot des Naturschutzes wie die schonende Behandlung der verbleibenden Kulturlandschaft. Damit besteht hinsichtlich der ästhetischen Beurteilung ein Zielkonflikt zwischen Landschaftsbild und Naturschutz. Außerdem müssen zur adäquaten Nutzung einige Anlagen per se an optisch empfindlichen Bereichen (zum Beispiel Uferbereich von Bergseen, Gipfelbereich) angelegt werden (LEICHT, 1991, S.211-219). Diese Entschuldigung besitzt allerdings keinerlei Gültigkeit für Schäden die sich in der Gestalt von Werbetafeln, Fäulnisschäden, Erosionsschäden oder Ablagerungen von Schrott, Baumaterial im Umfeld von Tourismuszentren finden.

Durch landschaftsästhetische Irritationen nimmt die Erholungsfunktion der Landschaft ab (SPEER, 1983, S.7; DIETMANN, 1985, S.128), womit diese Entgleisungen ein großes Schadenspotential bergen.

2.6 Kausalitätsproblematik

Die oben erläuterten Schäden gehen zumeist auf mehrere Verursacher zurück. Im folgenden wird der Versuch unternommen, den Anteil zu ermitteln, der einzig vom Massenskitourismus verursacht wird.

Man muß sich generell vor Augen führen, daß der *Anteil des Wintertourismus* in den Alpen nur etwa 40% des Tourismus ausmacht (ZIMMERMANN, 1995, S.32). Zu diesem Problemkreis gehört auch die Tatsache, daß viele Schäden, die auf Pistenflächen auftreten, nicht unbedingt durch die skifahrerische Nutzung verursacht sein müssen. Mehrfachnutzung von Pisten durch Beweidung, Sommerrodeln und Grasski aber auch als Wanderwege belasten diese Flächen zusätzlich. Die durch Mehrfachnutzung entstehenden Schäden können je nach Skigebiet die nutzungsbedingten Schäden durch den Skibetrieb übertreffen. Vom Weidevieh verursachte Trittschäden und Überdüngung nährstoffarmer Standorte sind hinsichtlich ihres Schadenspotentials besonders hervorzuheben. Allgemein betrachtet treten von Fahrzeugen, Wandern und Mountain-Bikern verursachte Schäden da-

hinter deutlich zurück (MANGHABATI & AMMER, 1986, S.107; STMLU, 1997, S.44f).

Der *alpine Schutzwald* ist einer Vielzahl von Beeinträchtigungen unterworfen. Zu ihnen zählt neben dem allgemeinen Waldsterben noch Steinschlag, Schneeschub, Waldweide, Schälsschäden und Wildverbiß. In Österreich wird ein Fünftel des alpinen Schutzwaldes, oder 56.000ha, als „*vom Zerfall bedroht*“ eingestuft. Diese Schäden gehen jedoch ursächlich nicht auf die touristische Nutzung, sondern auf überhöhte Populationsdichten beim Wild und Verfehlungen in Forst- und Jagdpolitik zurück (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, 1996, S.148-150, 175). Des weiteren beeinträchtigt die mangelhafte Pflege und die ungünstige Struktur des Waldes seine Schutzfunktion (AMMER, 1988, S.46). In der Bundesrepublik Deutschland dürfte dieser Zusammenhang nicht grundsätzlich anders sein (LAUTERWASSER, 1989, S.40f.). Die zur Errichtung von Seilbahnen und Zufahrtsstraßen erfolgten Rodungen lassen sich auch nicht vollständig auf den winterlichen Massenski-tourismus zurückführen, da die Straßen sowie die Mehrzahl der Aufstiegshilfen zu jeder Jahreszeit benutzt werden, und auch im Winter nicht ausschließlich von Skifahrern. Das selbe gilt prinzipiell auch für die landschaftsästhetischen Schäden, die durch andere Anlagen der touristischen Infrastruktur verursacht werden.

Was die *Zerstörung von Biotopen und Habitaten* anbelangt ist zu erwähnen, daß der Rückgang der Populationen von Rauhfußhühnern als eine Folge des Wandels der Kulturlandschaft oder der zunehmenden Verbreitung von Schwarzwild interpretiert werden kann. Da beispielsweise ein Auerhuhn ein Jahresstreifgebiet von 200-500ha benötigt, kann die Zerstörungen dieser Habitate nicht hauptsächlich mit der Anlage von Skipisten erklärt werden. Diese Thesen stützen sich zwar auf Untersuchungen aus dem Schwarzwald und der Hohen Rhön, dürften aber allgemein auch im Alpenraum Geltung besitzen (VOLK, ROTH & AMMER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.77ff; BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.130). Der Einfluß der landwirtschaftlichen Inwertsetzung veränderte die alpinen Habitate und Biotope beträchtlich. Für die almwirtschaftliche Nutzung wur-

den nicht nur große Rodungen im Bergwald vollzogen (LAUTERWASSER, 1989, S.38), das Weidevieh verändert durch selektiven Verbiß bevorzugter Futterpflanzen auch die Vegetationsgesellschaften der Almflächen. Der Einfluß der Beweidung auf die Vegetation ist mindestens so groß wie der des Winter- und Sommertourismus (STMLU, 1997, S.57f).

Der Themenbereich „Schäden am Ökosystem Hochgebirge“ ist sehr komplex. In ihn gehen neben der touristischen Inanspruchnahme die land-, forst- und jagdwirtschaftliche Nutzung ebenso ein wie die generellen Umweltprobleme Mitteleuropas. Die Konstruktion monokausaler Erklärungsansätze ist auf wissenschaftlicher Basis nicht möglich.

2.7 Ausmaß der Schäden

Eine Analyse der im Hochgebirge vom Massenski-sport verursachten Schäden muß ohne die Angabe des Schadensausmaßes unbefriedigend ausfallen. Die Quantifizierung und Zuweisung der Schäden auf den alleinigen Verursacher ist allerdings zum Teil mit großen Schwierigkeiten verbunden. Es soll aber zumindest der Versuch unternommen werden, das Ausmaß der Schäden grob abzustecken. Eine Kosten-Nutzen-Analyse des Massenskisports wäre die mit Abstand befriedigendste Lösung. Da die Ausübung von Sport aber zum aller größten Teil selbstverwirklichender, ideologischer Natur ist, kann der Nutzen nicht quantifiziert werden. Ebenso wenig ist es möglich die ökologischen Gemeinkosten gegen den Erholungswert von Skipisten zu verrechnen (SCHAEFER & AMMER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.70-72). Damit bleibt als Alternative nur die Feststellung des Schadensausmaßes.

Das *Ausmaß der veränderten Gebiete* ist ein gewichtiger Faktor für die Bestimmung des Ausmaßes der verursachten Schäden. Bei den ausschließlich für den Massenskisport veränderten Gebieten handelt es sich um die Pisten, deren Anzahl und Fläche in der Literatur immer wieder Anlaß virtuoser Diskussion ist. Über die Pisten im Alpenraum des Freistaates Bayern gibt es jedoch sehr genaue Angaben. In 60 Skigebieten werden hier auf einer Fläche von 37km² etwa 0.6% der bayerischen Alpenfläche als Piste genutzt (STMLU,

1997, S.8). Alpenweit dürfte der Anteil der Pistenfläche an der Alpenfläche mit 920km² Piste bei etwas mehr als 0.4% liegen (vgl. BRAUN, 1985; S.15; GREENPEACE, 1991, S.2; CERNUSCA, 1992, S.157; KAUB & GABEL, 1992, S.2; VDS, 1993; ULMRICH, 1993, VDS, 1997; STMLU, 1997, S.5). Diese Fläche ist äquivalent mit der anderthalbfachen Fläche des Genfer Sees. In Bayern wurde zur Erschließung der bisher untersuchten Skigebiete 158ha Wald gerodet. Das entspricht einem Anteil an der Pistenfläche von etwa 8.3% (STMLU, 1997, S.32). Die rodungsbedingten Schäden am Bergwald sind im überregionalem Zusammenhang zu vernachlässigen, da im Alpenraum eine größere Fläche aufgeforstet wird bzw. sich natürlich bewaldet als durch touristische Nutzung verbraucht wird (AMMER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.81; CERNUSCA, 1992, S.158). Durch Variantenskifahrer, Langläufer, Biathleten und Tourengerher wird indes eine weitaus größere Fläche beeinflusst als diese 920km². Die räumliche Erstreckung dieser Aktivitäten läßt sich aber nicht ohne weiteres angeben. Auch sind – mit Ausnahme des Variantenskifahrens – die Auswirkungen alternativer Wintersportarten nicht mit denen des Abfahrtsskilaufes gleichzusetzen. Die alternativen Wintersportarten benötigen kaum skifahrerische Infrastruktur und bedingen damit keine großflächigen Geländemodellierungen.

Die *Schäden auf den Pisten* selbst stellen sich zu meist durch schütterere oder mangelnde Vegetationsbedeckung dar. Der aktuelle Zwischenbericht der bayerischen „Skipistenuntersuchung“ spricht davon, daß 12.5% der 6630 untersuchten Flächen durch skitouristische Nutzung geschädigt sind. Schwere Schädigungen konnten an 2.5% aller Flächen ausgemacht werden. Ein ähnliches Schadensausmaß fand DIETMANN im Skigebiet Fellhorn im Allgäu (DIETMANN, 1985, S.138). Gegenüber den geringen Schäden durch Skitourismus weisen 19% aller Flächen Trittschäden durch Weidevieh auf, 2.9% aller Flächen sind dadurch schwer geschädigt. Auf der Basis dieses Kriteriums ist die almwirtschaftliche Nutzung weniger vertretbar als die Nutzung der Flächen für Alpinski-sport. Betrachtet man den Bedeckungsgrad der Vegetation, so fällt auf, daß er bis einschließlich der subal-

pinen Stufe einen Wert von durchschnittlich 70% erreicht. In der alpinen Stufe sinken die Werte auf etwa 20%. Die sprunghafte Abnahme des Deckungsgrades kann auch darin bestehen, daß diese Gebiete über 2000m liegen und auch natürlich vegetationslos sein können. Zu beachten ist auch, daß drei Viertel der untersuchten Flächen nicht baulich verändert wurden (STMLU, 1997, S.44f., 40, 4). Dadurch erklärt sich zum einen der geringe Anteil an beschädigten Flächen, zum anderen kann man davon ausgehen, daß die Böden kaum verändert wurden und die Vegetationsgesellschaften noch ein hohes Artenspektrum aufweisen.

Andere Untersuchungen zeigen allerdings ganz andere Ergebnisse. In der Schweiz wiesen 10-50% aller untersuchter Planien Schwemm- oder Erosionsschäden auf (FELBER et al., 1991, S.26). Ein Grund für die großen Unterschiede in der Darstellung dürfte darin bestehen, daß die Auswirkungen in verschiedenen Höhenstufen unkommentiert miteinander verglichen werden. Generell ist davon auszugehen, daß bei Beachtung der naturräumlichen Gegebenheiten bis in 2200m Höhe erfolgreich wiederbegrünt werden kann (MOSIMANN, 1986, S.308f.; FELBER et al., 1991, S.29). Die Verwendung verschiedener neuer Techniken erhöht die Aussicht der erfolgreichen Begrünung zusätzlich (NASCHBERGER, 1987, S.10; FELBER et al., 1991, S.55-74). Zudem entstehen auf planierten Flächen nicht selten im Sinne der Naturschutzgesetzgebung schützenswerte Vegetationsgesellschaften. Ein knappes Drittel der Vegetationsgesellschaften bayerischer Skipisten haben Schutzcharakter. Dabei kommen vor allem Gesellschaften nasser und feuchter Standorte, aber auch alpine Rasen und Borstgrasrasen vor (STMLU, 1997, S.41). Es soll aber bereits an dieser Stelle eindringlich darauf hingewiesen werden, daß ein hoher Bedeckungsgrad wenig über die Qualität der Vegetation aussagt und keine direkten Schlüsse hinsichtlich Oberflächenabfluß oder Erosionsstabilität zuläßt (FELBER et al., 1991, S.30).

Die chemische Pistenpräparation steht im Verdacht, durch die ausgebrachten Düngestoffe die Vegetationsgesellschaften zu verändern. Allerdings ist die Piste mit diesen Mitteln nur einmal für etwa 24 Stunden zu verfestigen, danach wird der Schnee für die sportliche Nutzung zu weich. Das Verfahren selbst ist als manuel-

le Bearbeitung sehr arbeitsaufwendig und wird deshalb überwiegend im Vorfeld von Wettkämpfen angewandt. In ganz Deutschland werden jährlich etwa 55 Tonnen Düngesalze für die Pistenpräparation eingesetzt, was weniger als 1.6‰ des gesamten Düngeraustrages von 3.5 Mio. Tonnen ist (LAUTERWASSER, 1989, S.75-79; BECK/dtv, 1995, S.142). Aufgrund der geringen Masse und der eher seltenen Anwendung sollte der Einfluß von Mitteln der Pistenpräparation auf die Umwelt nicht überbewertet werden.

Durch die Anlage von Skipisten werden die *Habitate* der Fauna beschnitten, wobei es den größeren Tierarten möglich ist auf andere Standorte auszuweichen. Der Schaden der dadurch entsteht, daß aufgeschrecktes Schalenwild an Ermattung stirbt, dürfte im Vergleich zu den von ihm verursachten Schaden am Schutzwald vergleichsweise gering sein. Der schweizer Philosoph Hermann LÜBBE bemerkt in diesem Zusammenhang wohl nicht ganz zu unrecht:

„die pure Sorge um Populationen von Tieren ist ein ganz spätes, kulturell zum Phänomen der Dekadenz gehörendes Sorgephänomen hochmoderner, hoch empfindlicher Luxusgesellschaften“

(LÜBBE in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.112).

Anders verhält es sich hierbei mit den Populationen der vom Aussterben bedrohten Rauhußhühner. Als bedrohte Spezies gebührt ihnen nach Gesetz und Ethik jeder vertretbare Schutz. Wie die vorgestellten Beispiele aus deutschen Mittelgebirgsräumen zeigen, ist es allerdings nicht unumstritten, daß die skitouristische Nutzung den Bestand dieser Tiere bedroht. Bei Rodungen entstehen durch die Öffnung von Waldflächen auch Randvegetationsgesellschaften, die zum Beispiel als Heidelbeerflächen diesen Vögeln als zusätzliche Nahrungsquelle dienen können (LAUTERWASSER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.81). Bislang fehlt der Nachweis, inwieweit sich der Rückgang der Populationen von Auer- und Birkhuhn auf den Massenskitourismus zurückführen läßt.

Das Ausmaß der *landschaftsästhetischen Schädigungen* ist im Vergleich dazu einfacher festzustellen. Nach dem Zwischenbericht der vom BAYERISCHEN

LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ in Auftrag gegebenen Skipistenuntersuchung finden sich in fast allen Skigebieten derartige Schädigungen (STMLU, 1997, S.5), wenngleich einige Seilbahnbetreiber sich bemühen diese Schäden zu korrigieren (VDS, 1992, S.6). Landschaftsästhetische Störungen können sich auch durch die Hydranten, Leitungen, Stauseen und Schneekanonen, aber auch durch die von der Beschneigung verursachte akustische Umweltverschmutzung ergeben (RODEWALD, 1995, S.26). Um das Störungspotential der Beschneigungsanlagen beurteilen zu können, muß man sich wiederum das Ausmaß dieses Eingriffes vor Augen halten. Im Freistaat Bayern sind nur 125ha zur Beschneigung zugelassen, was einem Anteil von 3.7% an der gesamten Pistenfläche entspricht (WENZEL, 1997, S.94). Der Betrieb der Anlagen ist zudem mit zeitlichen Limitierungen verbunden, die die Beschneigung in der Regel nur an zehn bis siebzehn Tagen zulassen (WENZEL, 1997, S.93f; CIPRA, 1988, S.4). Aufgrund der hohen Investitions- und Beschneigungskosten ist ein Ausbau der Beschneigungsanlagen zur Zeit unwahrscheinlich. Andererseits tragen sich aufgrund der momentan angespannten Konjunktur verschiedene Skizentren mit dem Gedanken nachzurüsten (OEAV, 1997). Eine Tendenz zur Reglementierung der Beschneigung ist von der CIPRA nicht zu erkennen (CIPRA, 1997), andererseits sind diese Anlagen genehmigungspflichtig (WITTY, 1994, S.13). Ein besonders eindringliches Beispiel hinsichtlich der Ausbreitung von Beschneigungsanlagen bietet der Antrag des Ökomodell-Ortes Hindelang im Allgäu, knapp ein Drittel seiner Pisten beschneien zu lassen (LOPPOW, 1997). Betrachtet man die Diskussion um Schaden und Nutzen von Beschneigungsanlagen vorurteilsfrei, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Verurteilung dieser Anlagen weniger von rationellen denn von ideologischen Beweggründen geleitet ist.

Im bayerischen Alpenraum werden weniger als 1% der Gesamtfläche durch den alpinen Massenskisport genutzt. Die Schäden, die auf diesen Flächen verursacht werden, variieren stark, was auf Höhenlage, Bodenbeschaffenheit und andere naturräumliche Eigenschaften zurückzuführen ist. Ohne die angesprochenen Schäden bagatellisieren zu wollen, ist zu beachten,

daß Mehrfachnutzung der Pisten, almwirtschaftliche Nutzung und besonders der überhöhte Bestand an Schalenwild dem Ökosystem Alpen größere Schäden zuzufügen vermögen als die skitouristische Nutzung.

3 Durch Massenskitourismus verursachte Gefahren

Schäden werden zu Gefahren, wenn sie direkt Menschen oder vom Menschen als schützenswert erachtete Objekte bedrohen. Basierend auf den oben beschriebenen Schäden werden in diesem Kapitel die von den Schäden verursachten Gefahren diskutiert. Dabei wird zunächst auf den Rückgang der Schutzfunktionen im Ökosystem Hochgebirge eingegangen. Anschließend wird der von den Schäden hervorgerufene erhöhte Oberflächenabfluß und sein Gefahrenpotential dargestellt. In diesem Zusammenhang werden die entstehenden Gefahren diskutiert, ohne letztlich den genauen Anteil des Massenskisports an der Gefährdung exakt angeben zu können. Soweit erforderlich, wird bei den jeweiligen Gefahren versucht, die Frage nach dem Verursacher zu klären, wobei der Einfluß des Massenskisportes größere Beachtung findet als andere Faktoren. Es geht nicht darum monokausal zu urteilen. Vielmehr ist in einem ökologisch wenig stabilen Gebiet wie dem alpinen Raum jede Form der Belastung kritisch zu hinterfragen. Die durch landschaftsästhetische Fehlentwicklungen verursachten Schäden bergen kein Gefahrenpotential im Sinne dieser Arbeit und finden keine weitere Darstellung. Den Abschluß des Kapitels bildet die Darstellung des Gefahrenaussesmaßes wie es sich in den bayerischen Alpen zeigt. Es gilt hier im allgemeinen die selbe Kausalitätsproblematik wie unter Kapitel 2.6 beschrieben, da die Gefahren auf den oben diskutierten Schäden beruhen.

3.1 Rückgang der Schutzfunktion des alpinen Bergwaldes

Durch den Massenskisport werden sensible Bereiche des alpinen Ökosystems beeinträchtigt. Diese Schäden verursachen einen Rückgang der Schutzfunktionen des alpinen Bergwaldes, was menschliches Handeln unterhalb dieser Gebiete, vor allem in den engen Tälern, gefährden kann. Allgemein betrachtet leidet auch der Trinkwasserschutz durch skitouristische Erschließung von Gletschergebieten. Da in Bayern keine

Gletscherskigebiete betrieben werden, findet dieser Punkt im folgenden jedoch keine weitere Betrachtung.

Durch die erfahrenen Schädigungen ist die Schutzfunktion des *Bergwaldes* verringert. Seine für tiefer liegenden Siedlungen wohl wichtigste Schutzfunktion ist der Schutz vor Lawinen. Dabei lenkt, bremst oder gar stoppt der Bergwald als mechanische Barriere nicht nur von oberhalb der Waldgrenze abgehende Lawinen. Das Kronendach fängt auch Schnee, der anschließend zur Bildung von Lawinen fehlt. Daneben verhindert die Oberflächenrauigkeit des Waldes Schneeverlagerungen und eine homogene Schichtung des Schnees, was der Bildung von Schneebrettern und Lockerschneelawinen entgegenwirkt. Die lawinenverbauende Wirkung des natürlichen Bergwaldes geht soweit, daß bei einer Bestandesdichte von 1000 bis 5000 Einzelbäumen pro Hektar selbst innerhalb des Spannungsfeldes einer Lawine und in Steilhängen keine Lawine abgehen kann (SPEER, 1983, S.5). Des weiteren schützt der Bergwald den Boden vor Erosion. Das dichte Kronendach verringert die Energie der aufprallenden Regentropfen erheblich, weshalb der Waldboden kaum mechanische Störungen erfährt. Das Kronendach hält zudem einen großen Teil des Niederschlagswassers entweder direkt fest, oder leitet es über die Baumstämme ab. Dadurch verringert sich der Oberflächenabfluß in entscheidendem Maße. Beide Effekte zusammen bewirken, daß es im Wald kaum zu Bodenabtrag kommt. Zudem halten die Wurzeln der Bäume den Boden fest, womit sie ebenso der Bodenerosion entgegenwirken. Insgesamt gelangt das Regenwasser langsam in den Boden, wo es in einem engmaschig verwobenen Geflecht von Wurzeln allmählich versickert. Während der Versickerung wird das Niederschlagswasser gefiltert und eventuell noch mit Mineralstoffen angereichert ehe es als Quellwasser wieder zutage tritt. Eine vergleichbare Filterwirkung besitzt der Bergwald hinsichtlich seines Vermögens, die Luft zu reinigen (LAUTERWASSER, 1989, S.38). Der mechanische Windschutz ist in diesem Zusammenhang eine weitere Funktion des Bergwaldes für den Menschen (LAUTERWASSER, 1989, S.39). Da zahlreiche Tier- und Pflanzenspezies auf den Wald als Lebensraum angewiesen sind, dient der Bergwald auch dem Artenschutz (SPEER, 1983, S.1-5).

Der Rückgang der Schutzfunktion des Bergwaldes wurde erstmals in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts offenkundig, als in Tirol aufgrund Brandrodung der Waldanteil großflächig abnahm. In der Folge kam es zu Muren, Steinlawinen, Überschwemmungen, Erdbeben und Bodenerosion. Die Lawinentätigkeit erhöhte sich dramatisch und es ist erwiesen, daß etwa 70% der abgehenden Lawinen unterhalb der potentiellen Waldgrenze ihren Anfang nahmen. Tirol war aufgrund hunderter solcher Ereignisse bereits zu dieser Zeit ein klassisches Beispiel für vom Menschen verursachte „Natur“katastrophen. Aufgrund der baulichen Erschließung gefährdeter Talbereiche hat sich das Gefährdungspotential heute massiv erhöht (JOBST, 1986, S.12f.; CERNUSCA, 1987, S.176). Durch die lokale Abnahme des Bergwaldes hat sich unter anderem der Oberflächenabfluß erhöht, was das Ausmaß an Überschwemmungen vergrößert (AMMER, 1988, S.46).

3.2 Erhöhung des Oberflächenabflusses

3.2.1 Ursachen

Beregnungsversuche ergaben, daß durch Rodung, Planierung und ungenügende Begrünung der Oberflächenabfluß auf Skipisten erheblich ansteigt.

Vergleicht man den Oberflächenabfluß verschiedener Vegetationsgesellschaften des Hochgebirges bei Starkregenereignissen, so zeigt sich eindrucksvoll der Einfluß der Nutzung. Beispielsweise fließt in Waldrandgesellschaften 4.9% des Regens direkt ab (Abflußbeiwert), auf nicht skisportlich genutzten Almweiden aber bereits 30.6%. Erfolgt auf den Almflächen auch Skibetrieb, so steigt der Oberflächenabfluß auf 43.2% an. Planierte, wiederbegrünte Flächen weisen dagegen einen Abflußbeiwert von etwa 66% auf (SCHAUER, 1981, S.163f.). Der Oberflächenabfluß gerodeter Flächen beträgt folglich das 13-fache des Waldrandes. Im naturnahen Zwergstrauchgesellschaften liegen bei Starkniederschlagsereignissen die mittleren Abflußbeiwerte bei nur 10%. Sie steigen im Wald auf 15% an (LÖHMANNSTRÖBEN & CERNUSCA, 1990). Aufgrund intensiver Waldweide kann die Struktur des Bergwaldes aber so stark in Mitleidenschaft gezogen sein, daß bis zu 38% des Regens oberflächlich abfließen (RAMSKÖGLER, 1987, S.6f.). Auf Wiesen fließt bereits 43% des Niederschlages oberflächlich ab, auf Wei-

den 52%. Die künstlich angesäten Flächen besitzen Abflußbeiwerte von 64%, auf vegetationsfreien Flächen liegt der Wert bei 85%. Der Grund für die starken Unterschiede der Abflußbeiwerte liegt im Versickerungsvermögen der jeweiligen Böden. Während beispielsweise ein Quadratmeter Wald pro Minute etwa 12,1 Liter Wasser aufnehmen kann, können angesäte Rasengesellschaften auf Pisten oft nur noch etwa 0,02 Liter aufnehmen (LÖHMANNSTRÖBEN & CERNUSCA, 1990).

Allgemein kann man sagen, daß sich der Oberflächenabfluß erhöht, wenn die betrachtete Fläche intensiver genutzt wird, und zwar zunächst unabhängig davon, ob die Nutzung landwirtschaftlicher oder skifahrerischer Natur ist. Das Ausmaß der Zunahme des Oberflächenabflusses hängt stark davon ab welche Vegetation oder Nutzung vorher herrschte. Der jeweils verwendete Vergleichsmaßstab relativiert die Auswirkung der Pistennutzung beträchtlich. Der Oberflächenabfluß einer planierten Fläche mag das dreizehnfache einer Waldgesellschaft betragen, er beträgt aber nur knapp das Doppelte einer Almweide (SCHAUER, 1981, S.164). Es sei hier auch ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Parameter Bodenbedeckung und Grünmasse der Pisten keine Qualitätsmerkmale hinsichtlich des Oberflächenabflusses darstellen. Für die Verringerung des Oberflächenabflusses ist eine tiefreichende Durchwurzelung und damit eine hohe Wurzelmasse erforderlich. Diese kann von den Ersatzgesellschaften vor allem auf Planen nicht geschaffen werden, da zum einen die Bodenmächtigkeit dies nicht mehr zuläßt. Zum anderen erfolgt mit der Ansaat eine Düngung, die das Längenwachstum überproportional zum Wurzelwachstum fördert (FELBER et al., 1991, S.30; SCHAUER, 1981, S.165-167). Da auch der humose Oberboden überwiegend fehlt und der Boden nur noch selten Grobporen aufweist, ist die Wasserspeicherfähigkeit drastisch verringert, was den Oberflächenabfluß zusätzlich verstärkt (LÖHMANNSTRÖBEN & CERNUSCA, 1990; CERNUSCA, 1992, S.158). In der Folge ergibt sich ein erhöhter Oberflächenabfluß.

3.2.2 Bodenerosion

Der Bodenabtrag wird durch den Oberflächenabfluß entscheidend beeinflusst. Andere gewichtige *Ein-*

flußfaktoren sind der Bedeckungsgrad und die Relief- lage der untersuchten Fläche (MOSIMANN, 1985, S.19-22). Der Bodenabtrag erreicht nach SCHAUER, 1981, S.164f. unter Wald nur rund 0.06kg/100m², steigt bei Almweiden auf 0.2kg/100m² bzw. 0.6kg/ 100m² (ohne/mit Skibetrieb) und erreicht auf planier- ten, wiederbegrüntem Flächen Werte von 3.1kg/ 100m². Damit steigt der Bodenabtrag auf unplanier- ten Pisten im Vergleich zu Wald auf das Zehnfache, im Vergleich zu Almwiesen auf das Dreifache. Auf plan- nierten, wiederbegrüntem Pisten steigt der Bodenab- trag im Vergleich zu Wald um den Faktor 52, im Ver- gleich zu Almwiesen um das 16-fache, und im Ver- gleich zu unplanierten Pisten auf das Fünffache an. Zu beachten ist ferner, daß Pflanzengesellschaften, deren Wurzeln nicht tiefer als zwanzig Zentimeter reichen, eine deutlich höhere Anfälligkeit zur Bildung von Blai- ken besitzen als tiefer wurzelnde Vegetationseinheiten (SCHAUER, 1981, S.16-18). Auch aus diesem Grund steigt die Gefahr der Bodenerosion bei geringmäch- tigen Böden bzw. bei Ersatzgesellschaften. Die Ero- sionstätigkeit auf Pisten erhöht sich bei Mehrfachbelas- tung durch Beweidung oder Wanderbetrieb (DIET- MANN, KOHLER & LEICHT, 1993, S.151).

Die entstehenden *Erosionsformen* sind abhängig von der Länge der Piste, der Wassergängigkeit des Un- tergrundes, der Hangform und Hangneigung sowie der Größe des Einzugsgebietes, das zur Piste hin ent- wässert. Es bildet sich dabei ein großer Formenschatz aus, der von Erosionsrinnen über Erosionsgräben hin zur Zerrachelung der Flächen führen kann. Es ist auch möglich, daß am Rand der Planie Massenversatz durch Sackungen, Bodenfließen oder auch Rutschungen er- folgen. Am Oberhang kann es auch zu flächenhaftem

Bodenabtrag kommen. Alle diese Gefahren potenzie- ren sich, wenn Planien im Bereich von Hangquellen oder gar in rutschungsgefährdeten Gebieten angelegt werden (MOSIMANN, 1986, S.307). Zu beachten ist ferner, daß Bodenerosion ein dynamischer, selbst ver- stärkender Prozeß ist, der sich je nach Standortgege- benheiten rasch in benachbarte Flächen hinein aus- breiten kann (MOSIMANN, 1985, S.11; DIET- MANN, 1985, S.120). Gerade in den steilen Lagen der Hochgebirge ist Bodenerosion nur sehr schwer zu kontrollieren, weshalb bereits existierende Erosions- flächen für das angrenzende Gelände eine große Ge- fahr darstellen. Dennoch ist zu beachten, daß selbst große Planien mit nur spärlichem Bewuchs stabil ge- genüber Erosion sein können (MOSIMANN, 1985, S.38). Den allgemeinen Zusammenhang zwischen Vegetationsform, Oberflächenabfluß, Ausmaß der Erosion und Wurzelmasse Tabelle 1 wieder.

3.2.3 Rutschungen und Murgänge

Durch den Anstieg des Oberflächenabflusses wer- den Rutschungen, aber auch Muren ausgelöst. Diese Naturereignisse können nicht nur Schäden an der In- frastruktur, sondern auch Personenschäden verursa- chen. Letztlich werden diese Ereignisse von starken Niederschlägen verursacht, die aber erst aufgrund der Veränderungen der Bodenstruktur und der Vegeta- tionszusammensetzung gefährliche Dimensionen an- nehmen können. Durch den Massenskisport bedingte Rutschungen finden sich in fast allen bislang unter- suchten bayerischen Skigebieten, Murgänge hingegen noch keine. In Österreich kam es infolge der skitouri- stischen Nutzung in der Vergangenheit allerdings zu teilweise verheerenden Murgängen. Der bayerische

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Nutzung und Erosionsgefährdung

Nutzung	Oberflächen abfluß ¹⁾	Erosion (kgm ⁻²)	Wurzelmasse (gm ⁻²)
Planierte und begrünte Skipiste	60-90%	3.1	300-500
Almweide mit Piste	30-60%	0.6	1000-1500
Almweide ohne Piste	30%	0.2	k. A.
Wald ²⁾ (Krautschicht)	0-5%	0.06	2000-3000

¹⁾ % der künstlichen Beregnung
²⁾ mehrschichtig aufgebauter Mischwald

(vgl. FELBER et al., 1991, S.26)

Alpenraum unterscheidet sich hinsichtlich der Gefährdung durch Murgänge nicht wesentlich von dem österreichischen. Es ist deshalb notwendig sich die Entstehung von Murgängen und ihre zerstörerische Kraft vor Augen zu halten.

Bei vollständiger Durchfeuchtung kann ein unverfestigter, instabiler Hang mit übersteiltem Böschungswinkel schlagartig als Mure abgehen. Aufgrund des sehr hohen Wassergehaltes bewegt sich die abgehende Masse sehr schnell und suspensionsartig, was sie von der langsameren Rutschung unterscheidet, die zudem auch einen geringeren Wassergehalt aufweist. Durch die eiszeitlichen Akkumulationen bedingt ist in den Alpen in weiten Bereichen unverfestigtes Material an der Oberfläche vorhanden. Unter diesen können lokal je nach geologischer Situation diverse wasserstauende Gesteine anstehen, was die Versickerung behindert. Infolge der Erhöhung des Wassergehaltes kann das unverfestigte Material entweder langsam abrutschen, oder schlagartig abfließen. Die hohe Reliefenergie des Raumes bedingt naturgemäß übersteilte Hänge; Klima- und Reliefverhältnisse verursachen immer wieder katastrophale Starkniederschläge. Durch diese Rahmenbedingungen sind die Alpen für Murgänge und Rutschungen geradezu prädestiniert (s.a. KERSCHNER, 1995, S.46). Anlagen der skitouristischen Infrastruktur haben die Anfälligkeit des Raumes gegenüber diesen Erscheinungen noch vergrößert. So sind verschiedene Murabgänge in Österreich, zum Beispiel im Gasteiner Tal und im Skigebiet Zell am See eindeutig auf den Skisport zurückzuführen (LÖHMANNSRÖBEN & CERNUSCA, 1990; CERNUSCA, 1992, S.162; CERNUSCA, 1987, S.176). Auch der Murgang vom 4. Juli 1983 in Axams (Tirol) kann mit der skisportlicher Nutzung begründet werden.

3.2.4 Hochwasserereignisse und Wildbäche

Da auf Skipisten der Oberflächenabfluß stark erhöht ist, ist in erster Linie mit vermehrten Hochwässern zu rechnen. Sofern die Pisten im Einzugsgebiet von Wildbächen liegen ist zu erwarten, daß deren Tätigkeit zunimmt. Diese Gefahren steigern sich noch für den Fall, daß die Pisten beschneit werden, da Schneischnee mindestens ein Drittel mehr Wasser enthält (FELBER et al., 1991, S.25) als Naturschnee.

Die Simulation eines Starkniederschlagsereignisses wie es durchschnittlich alle hundert Jahre vorkommt, bestätigt diese Vermutung. Der Anteil des in den Vorfluter fließenden Wassers aus Pistengebieten ist $2\frac{1}{2}$ -mal so groß wie der Flächenanteil der Pisten am gesamten Einzugsgebiet (LÖHMANNSRÖBEN & CERNUSCA, 1990). Folglich wird die Überschwemmungsgefahr mit der Zunahme des Pistenanteils am Einzugsbereich des Vorfluters immer größer. Aufgrund dieses Zusammenhanges ist es möglich, daß Hochwasserspitzen wie sie statistisch nur alle 45 Jahre vorkommen sich infolge der skitouristischen Erschließung alle 20 Jahre ereignen, vorausgesetzt das Einzugsgebiet weist eine ungünstige Struktur auf (CERNUSCA, 1992, S.160f.).

Die Gefahr, daß sich das zerstörerische Wirken von *Wildbächen* aufgrund von Skipisten erhöht, ist nicht von der Hand zu weisen. Wildbäche sind in der Lage binnen kürzester Zeit große Erosionsschäden anzurichten, wodurch Infrastruktureinrichtungen aber auch Menschenleben gefährdet werden können. Ebenso können sie durch Hangunterschneidung Erdbeben oder auch Murgänge auslösen. Zu beachten ist auch, daß das Bett von Wildbächen im Winter als Gleitbahn für Lawinen wirken kann (KOCH, 1986, S.946). Wildbäche, die sich durch verstärkte sommerliche Aktivität ein breiteres Bett geschaffen haben, können so indirekt auch noch im Winter als Gefahr wirken.

Nach CERNUSCA, 1987, S.174, führt der Bau und Betrieb einer Skipiste generell zu erhöhter Wildbachgefährdung. Bei der Diskussion um die Ursachen der Wildbachaktivität sollte aber auch nicht vergessen werden, daß die Wildbachgefährdung auch ursächlich mit den für die Almwirtschaft erfolgten Rodungen verbunden ist (SCHÖNTHALER, 1985, S.155).

3.3 Ausmaß der Gefahren

Wie bereits erwähnt umfassen die Schäden, die durch den Massenskitourismus entstehen, nur maximal ein Prozent der bayerischen Alpenfläche. Von den vorhandenen Pisten wurden etwa 17 Prozent planiert (STMLU, 1997, S.31), wodurch sich das Ausmaß des zusätzlichen Oberflächenabflusses weiter verringert.

Hinsichtlich der Gefahren, die von diesen Schäden ausgehen, ist eine flächenmäßige Gleichsetzung nicht ohne weiteres möglich, da es den beschriebenen Gefahren zu eigen ist, sich auf angrenzende Flächen ausbreiten zu können. In der Folge können sich mit den Gefahren die Schäden auf Bereiche ausdehnen, die jenseits der unter Kap.2.7 beschriebenen Fläche liegen. Auch handelt es sich hier um Gefahren die selbst bei punktuellm Auftreten noch hohe Schadenssummen verursachen können. Nachfolgend soll das Ausmaß der vom Massenskiport verursachten Gefahren dargestellt werden. Anhand der im Sommer 1987 im Alpenraum verursachten Disaster wird der Einfluß des Massenskiports an derartigen Naturkatastrophen beispielhaft dargelegt.

Die Gefahren, die durch die Schädigung der *Schutzfunktionen* von Bergwald entstehen, sind derzeit noch nicht quantifizierbar. Die staatlichen Ausgaben zur Schutzwaldsanierung belaufen sich aber alleine im Freistaat Bayern auf jährlich etwa 5.5-7Mio DM. Diese Ausgaben sollen sich durch Schadensvermeidung bezahlt machen (AMMER in BERNADOTTE & BERNADOTTE, 1996, S.72).

Die von der *Bodenerosion* ausgelösten Gefahren bestehen in aller erster Linie in Ertragsausfällen der Landwirtschaft und in zusätzlichen Kosten für die erneute Planierung oder Begrünung. Die Ertragsausfälle liegen zwischen einigen wenigen bis siebenzig Prozent (HOLAUS & KÖCK, 1993, S.50) und werden in aller Regel dem Landwirt vom Liftbetreiber direkt rückerstattet. Die dem Liftbetreiber entstehenden Kosten werden als selbst verschuldete Schäden in diesem Zusammenhang nicht als Gefahren im Sinne des Autors anerkannt. Das Ausmaß der Gefahren selbst läßt sich wiederum nur schwer angeben. Die Bayerische Skipistenuntersuchung hat auf 3.9% der Flächen Erosionsschäden und auf einem Prozent der Flächen Akkumulationsschäden erkannt (STMLU, 1997, S.49f.). Im sehr detailliert untersuchten Skigebiet Fellhorn (Allgäu) fanden sich auf einer Fläche von 48.5ha 144 Fälle von Bodenerosion und 33 Akkumulation, wobei die Formen bis zu 1.60m tief und 175m lang sind (DIETMANN, 1985, S.134, 136). Im allgemeinen liegt der von der Bodenerosion verursachte Formenschatz im

Bereich von zehn bis hundert Metern womit diese Erscheinungen zu den Kleinformen zählen (KERSCHNER, 1995, S.49). Von der Bodenerosion geht insgesamt betrachtet aufgrund der geringen räumlichen Erstreckung des Formenschatzes generell nur eine geringe und zudem rein finanzielle Gefährdung aus.

Ähnlich stellt sich das Ausmaß der Gefährdung durch vom Massenskitourismus ausgelösten *Rutschungen und Muren* dar. Ein bekanntes Beispiel für einen vom Winterskiport verursachten Murgang ist das Mureignis von Axams (Tirol). Hier ging am 4. Juli 1983 ein Mure aus dem Olympiaskigebiet von 1964 und 1976 ab, und verursachte im Zentrum der Ortschaft Axams einen Schaden von damals umgerechnet etwa fünf Millionen DM. Zwar läßt sich die Ursache dieses Ereignisses zweifelsfrei auf die skitouristische Übernutzung des Raumes zurückführen, vergleichbare Schäden finden sich allgemein aber sehr selten. In Bayern wurden nur auf 1.1% der bislang untersuchten 6630 Einzelflächen Rutschungsschäden nachgewiesen (STMLU, 1997, S.1,50), Mureignisse wurden keine beobachtet. Grundsätzlich ist die Gefährdung durch diese Ereignisse gering. In geologisch bedingt labilen Gebieten, in denen über einer wasserstauenden Schicht leicht wassergängiges Material lagert (vgl. LÖHMANNSRÖBEN & CERNUSCA, 1990), ist jedoch eine kleinräumlichere Analyse notwendig.

Die aktuelle Gefährdung durch *Hochwässer und Wildbachereignisse* durch Anlagen für den Massenskitourismus reduziert sich auf die Frage wie stark die Wasserführung aufgrund dieser Anlagen zunimmt. Da der Anteil des Oberflächenabflusses stark von der jeweiligen Vegetationsgesellschaft bestimmt wird, ist für die Hochwassergefährdung ausschlaggebend, welche Vegetation durch die Anlagen ersetzt wurde und wie groß das Teileinzugsgebiet Piste am Gesamteinzugsgebiet des Vorfluters ist (CERNUSCA, 1987, S.176). Durch die in jedem Fall deutlich erhöhten Abflußbeiwerte resultiert ein gesteigerter Oberflächenabfluß, wodurch der Spitzenabfluß am Einzugsgebiet stark zunimmt. Betrachtet man allerdings den tatsächlichen Anteil der Pistenfläche am Gesamteinzugsgebiet des Vorfluters, so bietet sich ein anderes Bild. Durch die flächenmäßig kleine Erstreckung der Skipisten erhöht

sich der Spitzenabfluß im Gesamteinzugsgebiet nur geringfügig, selbst wenn im Teileinzugsgebiet Piste stark erhöhte Abflußwerte erreicht werden (RAMS-KOGLER, 1987, S.6). Der Anstieg des Spitzenabflusses im Gesamtgebiet liegt selbst unter widrigsten Umständen bei nicht mehr als 2-20%, die Abflußwerte steigen um nicht mehr als $0.5-4\text{m}^3\text{s}^{-1}$ an. Der Einfluß der Skipisten ist also viel zu gering um als Katastrophenauslöser in Frage zu kommen (KERSCHNER, 1995, S.50).

Die oben getroffenen Aussagen werden durch eine Analyse der *Unwetterkatastrophen des Sommers 1987* im Alpenraum, bei denen 14 Tote zu beklagen waren, belegt. An zwei Ereignisfällen, dem 18./19. Juli und dem 24./25. August 1987 trafen nach mehreren Föhn-tagen über dem Alpenhauptkamm warme, feuchte Mittelmeerluft mit kalter Luft aufeinander. In der Folge kam es zu Starkniederschlägen, wie sie sich selbst in den Alpen nur äußerst selten ereignen. Da die Schneegrenze zu beiden Terminen sehr hoch lag, fielen die Niederschläge als Regen. Die Böden waren jedoch bereits wassergesättigt. In der Folge war der fallende Niederschlag sofort abflußwirksam, wodurch sich Abflußspitzen von $400-700\text{m}^3\text{s}^{-1}$ bei Andermatt bzw. Sölden ergaben. Das leicht erodierbare eiszeitliche Moränenmaterial wurde von den Vorflutern fortgerissen, es kam zu Rutschungen und Vermurungen. Der Einfluß der Pistenflächen fiel bei diesen Gegebenheiten nicht ins Gewicht, was auch dadurch belegt werden kann, daß die Zerstörungen in skitouristisch nicht erschlossenen Gebieten nicht geringer ausfielen als in den betroffenen Hochburgen des Wintersports. Lokal kann das Unwettergeschehen zwar dennoch durch die Wintersporteinrichtungen verstärkt worden sein, das Ausmaß der Verwüstungen läßt sich aber nicht mit dem Einfluß der Skigebiete erklären. Der Grund der Schäden liegt zweifellos in einem Naturereignis wie es sich alle 50-100 Jahre im Alpenraum ereignet, und nicht in der skitouristischen Erschließung (AMMER, 1987).

4 Zusammenfassung

Die Errichtung von Pisten und vor allem von Planen verursacht erhöhte Abflußwerte und erhöhte Abflußspitzen; sie vergrößern den Oberflächenabtrag

und verringern das Wasserrückhaltevermögen der Böden. Diese Gegebenheiten leiten sich weniger aus der mangelhaften Bodenbedeckung als von veränderten Bodenparametern und verringerter Durchwurzelungsintensität her.

Die Einzugsgebiete dieser Flächen sind indes meistens zu gering um über den kleinräumlichen Maßstab hinaus ernsthafte Schäden anrichten zu können. Die extremen Naturereignisse sind klimatologisch vorprogrammiert und nicht vom Menschen verursacht. Damit erhöht sich das Gefährdungspotential durch Anlagen für den Massenskisport höchstens lokal.

In einem wenig stabilen Raum, wie ihn die Alpen darstellen, muß aber nichtsdestotrotz versucht werden, jeden Risikoparameter zu minimieren. Die Verringerung der vorhandenen Gefahren kann durch landesplanerische Maßnahmen ebenso von statten gehen, wie durch Auflagen für die Nutzung und den Betrieb von Skigebieten. Letztlich können auch im Rahmen von ingenieurtechnischen Sanierungen bereits vorhandene Schäden korrigiert werden. Unter Zuhilfenahme all dieser verschiedenen Maßnahmen sollte es möglich sein ein Zielkonzept zu entwerfen, das über das vom Bayerischen STMLU konzipierte Modell des *Umweltverträglichen Skiortes* noch hinaus geht (STMLU, 1997, S.63).

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Geogr. Marco Eichinger
Michael-Burgau-Str.12
93049 REGENSBURG

Literaturverzeichnis

- AMMER, U. (1987): Bericht zu den Untersuchungen über einen möglichen Zusammenhang zwischen Wintersportanlagen und den Umweltkatastrophen des Jahres 1987 im Alpenraum. Weilheim.
- BECK/dtv (1995): Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland. 11. Ausgabe 1996. München.
- BERNADOTTE, S. & L. BERNADOTTE (Hg.) (1996): Sport und Umwelt – Ist Partnerschaft möglich? Das Beispiel Skisport. Mainau.

- BAYNATSCHG – Bayerisches Naturschutzgesetz in der Fassung vom 28. April 1995.
- BNATSCHG – Bundesnaturschutzgesetz in der Fassung vom 12. März 1987, geändert 1993.
- BRAUN, H. (1985): Pisten zerschneiden die Alpen. wirtsch. und umwelt, Heft 4.: 14-16.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT (Hg.) (1996): Umweltsituation in Österreich. Vierter Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Umwelt an den Nationalrat. Teil A. Wien.
- CERNUSCA, A. (1987): Wintersporterschließung und Naturschutz – Ergebnisse einer Studie im Auftrag des Europarates. Verhand. Gesell. Ökologie (Graz 1985), Band 15.: 173-181.
- CERNUSCA, A. (1989): Zur Schneestruktur beschneiter Flächen – Einflußfaktoren und ökologische Auswirkungen auf Vegetation und Boden im Pistenbereich. unveröffentlichtes Manuskript.
- CERNUSCA, A. (1992): Zur Hydrologie von Wintersporterschließungen. In: Umwelt und Tourismus. Hg: E. GNAIGER & J. KAUTZKY: 157-167. Innsbruck.
- CIPRA (Hg.) (1988): Beschneigungsanlagen im Widerstreit der Interessen. Entwurf der CIPRA – Geschäftsstelle vom 05.08. 1988.
- CIPRA (1997): Schriftliche Mitteilungen vom 09-12-97.
- DIETMANN, T. (1985): Ökologische Schäden durch Massenskisport. Entwicklung und Veränderung des Skigebietes am Fellhorn bei Oberstdorf/Allgäu von 1952 – 1982 durch seine Erschließung für den Massenskisport. Jahrbuch des Ver. zum Schutz der Bergwelt e. V. 50. Jg.: 107-159.
- DIETMANN, T., K. KOHLER & H. LEICHT (1993): Landschaftsökologische Untersuchungen in Skigebieten des bayerischen Alpenraumes. Darstellung der Methodik.- In: Jahrbuch des Ver. zum Schutz der Bergwelt e. V. 58. Jg.: 147-195.
- FELBER, H., M. HIRSCH & P. WALTHER (1991): Landschaftseingriffe für den Skisport. Wegleitung zur Berücksichtigung des Natur- und Landschaftsschutzes. Bern.
- FLORINETH, F. (1995): Erosionsschutz im Alpenraum. Geographische Rundschau, 47. Jahrgang, 700-705.
- GALL, H. (1947/1985): Bodenerosion und Bodenerhaltung im Gebirgsland am besonderen Beispiel Nordtirols. Kufstein.
- GREENPEACE (Hg.) (1991): Skitourismus. Ein Beitrag zur Zerstörung der Bergwelt. Hamburg.
- HOFER, H. (1981): Skipisten verändern die alpine Grasheide.- UB. 5. Jg.: 55-62.
- HOLAUS, K. & A. KÖCK (1993): Schipisten und Ökologie. – sb – sportstättenbau und baderanlagen, Heft 1.: 42-50.
- JOBST, E. (1986): Unabwendbare Naturkatastrophen in den Alpen – schon immer? Jahrbuch des Ver. zum Schutz der Bergwelt e. V. 51. Jg.: 11-16.
- KAUB R. & G. GABEL (1992): Ski Heil – Natur kaputt? BUNDargumente. Bonn.
- KERSCHNER, H. (1995): Naturereignisse – Naturgefahren. Hochwasser und Wildbäche im alpinen Lebensraum. GR. 47. Jg.: 46-51.
- KOCH, G. (1986): Ski-Sport belastet die Bergwelt. Allg. Forstzeitung, 38. Jg.: 946-947.
- LAUTERWASSER, E. (1989): Skisport und Umwelt. Ein Leitfaden zu den Auswirkungen des Skisports auf Natur und Landschaft. Weilheim.
- LEICHT, H. (1991): Freizeit, Erholung und Wintersport – aus der Sicht einer beurteilenden Naturschutzbehörde. In: BFANL (Hrsg.): Landschaftsbild – Eingriff – Ausgleich. 211-228. Bonn – Bad Godesberg.
- LÖHMANNROBEN, R. & A. CERNUSCA (1990): Bodenverhältnisse, Oberflächenabfluß und Erosionsgefährdung im Skigebiet am Stubnerkogel. unveröffentlichtes Manuskript.
- LOPPOW, B. (1997): Ökostreit um Hindelang. Die Zeit. 52/52. 51.
- MANGHABATI A. & U. AMMER (1986): Auswirkungen des Tourismus auf den Bergwald. Jahrbuch des Ver. zum Schutz der Bergwelt e. V. 51. Jg.: 107-114.
- MEISTERHANS, E. (1986): Entwicklungsmöglichkeiten für Vegetation und Boden auf Skipistenplanierungen. In: VOLZ, R. (1986): Ökologische Auswirkungen des Skitourismus. Eine Zusammenfassung der im Rahmen des MAB-Programmes durchgeführten Untersuchungen. 26-28, Bern.
- MOSIMANN, T. (1985): Landschaftsökologischer Einfluss von Anlagen für den Massenskisport. Teil III – Ökologische Entwicklung von Pistenflächen. Entwicklungstendenzen im Erosionsgeschehen und beim Wiederbewuchs planierter Pisten im Skigebiet Crap Sogn Gion/Laax, GR. Basel.
- MOSIMANN, T. (1986): Skitourismus und Umweltbelastung im Hochgebirge.- GR. 38. Jg.: 303-311.
- NASCHBERGER, S. (1987): Hoffnung für Skipisten. Österreichische Forstzeitung.: 10-13.
- OEAV (1997): Schriftliche Mitteilungen vom 06-10-97.
- RAMSKOGLER, K. (1987): Schierschließungen – Auswirkung auf Boden und Bestand am Beispiel des Schigroßraumes Gasteinertal. Österreichische Forstzeitung.: 5-8.
- RIES, J. (1996): Landscape Damage by Skiing at the Schauinsland in the Black Forest, Germany. In: Mountain Research and Development. 16. Jg. 27-40.
- RODEWALD, R. (1995): Schneekanonen – auf Knopfdruck Winter. natur + mensh.: 26-29.

SCHATZ, H. (1993): Auswirkungen des Wintertourismus auf Natur und Umwelt, insbesondere der Beschneigungsanlagen auf Flora und Fauna. Vortrag gehalten bei der Fortbildungsveranstaltung „Skisport und Ökologie“ am 25. 08. 1993 in Berlin.

SCHAUER, T. (1981): Vegetationsänderung und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen. Jahrbuch des Ver. zum Schutz der Bergwelt e. V., 48. Jg.: 149-181.

SCHÖNTHALER, K. (1985): Auswirkungen der Anlagen für den Massenschisport auf die Landschaft. 1. Teil. – Die Bodenkultur – Journal für landwirtschaftliche Forschung. 36. Jg.: 155-174.

SOTHMANN, L. (1996): Arterhaltung contra Freizeitdruck. Ist nachhaltige Nutzung naturbetonter Landschaftsräume durch Skisport möglich? In: BERNADOTTE, S. & L. BERNADOTTE (Hg.) (1996): Sport und Umwelt – Ist Partnerschaft möglich? Das Beispiel Skisport.- 33-44, Mainau.

SPEER, F. (1983): Auswirkungen von Pistenerschließungen im Waldbereich.- Vortrag gehalten am 19. 02. 1983 anlässlich der Schutzgemeinschaft Alpen-Veranstaltung „Olympiareife – „Preis „ für verschandelte Alpenwelt?“. unveröffentlichtes Manuskript.

STMLU (Hg.) (1997): Landschaftsökologische Untersuchungen in den bayerischen Skigebieten – Skipistenuntersuchung-. Zwischenauswertung nach 24 Skigebieten. München.

ULMRICH, E. (1993): Den Falschmünzern das Handwerk legen – neue Daten zur Umweltsituation im Skisport. sb – sportstättenbau und baderanlagen.: 57-60.

VERBAND DEUTSCHER SEILBAHNEN (Hg.) (1992): Handeln für Freizeit und Natur. Beispielhafte Maßnahmen des VDS für Natur- und Umweltschutz. Aalen.

VERBAND DEUTSCHER SEILBAHNEN (Hg.) (1993): Zahlen. Daten. Fakten. Aalen.

VERBAND DEUTSCHER SEILBAHNEN (1997): Beschneigungsanlagen in deutschen Skigebieten. Schriftliche Stellungnahme vom 04-11-97.

WENZEL, J. (1997): Die Angst kein Skiort mehr zu sein. Freizeitstar Garmisch – Partenkirchen. Bergsteiger & Bergwanderer.: 92-96.

WITTY, S. (1993): Beschneigungsanlagen. Ökologisches Teufelszeug oder technische Notwendigkeit?. Naturschutz – Info.: 17-21.

WITTY, S. (1994): Beschneigungsanlagen. Naturschutz – Info.: 7-15.

ZIMMERMANN, F. (1996): Tourismus in Österreich. Instabilität der Nachfrage und Innovationszwang des Angebots. GR. 48. Jg.: 30-37.

Abbildungen und Quellennachweis

Abb. 1: Infolge eines Starkregenereignisses unterlag die unzureichend drainierte Akkumulationszone einer Skipiste am Oberjoch einem stark erhöhtem Bodenabtrag. Werden im Pistenmanagement die ökologischen Bedingungen nicht ausreichend berücksichtigt, so können auch in Aufschüttungszonen deutliche Umweltschäden entstehen.

Quelle: DIETMANN et al., 1993, S.188

Abb. 2: Werden Pisten nach ihrer Anlage nicht unverzüglich, massiv und langfristig gepflegt, so ergeben sich Erosionsschäden, die nur unter sehr günstigen Umständen noch behoben werden können. Die Aufnahme stammt aus der geologisch sehr labilen Region um Meran, die Begrünung der Piste erfolgte erst zwanzig Jahre nach ihrer Anlage und ist dementsprechend sehr schütter.

Quelle: FLORINETH, 1995, S.702

Abb. 3: Lineare Bodenerosionsserscheinungen im Olympiaskigebiet am Axamer Lizum bei Innsbruck. Die Wölbung der Piste führt zusammen mit ihrer unzureichenden Entwässerung zur Kanalisation des Oberflächenabflusses. Am Fuß der Piste entstehen Schäden durch Überlagerung der Fläche mit Bodenabtrag. Die steilen Böschungen sind bislang kaum begrünt. Aufnahmedatum: Juli 1983.

Quelle: GALL, 1947/1985, Teil 2, S.63

Abb. 4: Eine Detailaufnahme der Szene von Bild 3 zeigt die Dimension die der grabenartige Bodenabtrag erreichen kann.

Quelle: GALL, 1947/1985, Teil 2, S.64

Abb. 5: Auf dem geologisch labilen Buntsandstein können sich Muren ausbilden. Ihre Genese wird durch Skipisten gefördert, da auf Pisten die verankernd wirkende Vegetation weitgehend fehlt.

Quelle: GALL, 1947/1985, Teil 2, S.54

Abb. 6: Durch die künstliche Beschneigung von Skipisten verkürzt sich die Vegetationsperiode. Die umgebende Vegetation ist der Pistenvvegetation um mehrere Wochen voraus. Es entstehen zum einen visuelle Schäden, zum anderen fehlt die Vegetation als Schutz vor Bodenabtrag und hohem Oberflächenabfluß.

Quelle: GALL, 1947/1985, Teil 2, S.53

Abb. 7: Eine planierte und nur nachlässig begrünzte Piste zeigt auch zum Ende des Frühjahres noch kaum Pflanzenbewuchs. Durch den sommerlichen Wandertourismus kommt es zu einer weiteren Belastung der Fläche, die Schadensursache läßt sich nicht mehr auf nur eine Verursacherguppe zurückführen.

Quelle: GALL, 1947/1985, Teil 2, S.59

Abb. 8: Schneekanonen erzeugen akustische Belästigungen für Mensch und Tier. Der Schneischnee trägt zur verspäteten Ausaperung der Pisten bei, er kann aber auch die empfindliche Bodendecke vor mechanischen Schäden schützen.

Foto: Ole Seidel

Abb. 9: Nachtskifahren läßt die Wildbestände in der Umgebung der Pisten nicht zur Ruhe kommen. In der Folge ergeben sich erhöhte Verbißschäden an pistenfernen Einständen im Bergwald, wo sich das Wild konzentriert. Die Schutzfunktionen des Bergwaldes können dabei stark beeinträchtigt werden.

Foto: Ole Seidel

Abb. 10: Die wenigsten Hotelbauten fügen sich in ihrer Gebäudeform und Farbgebung harmonisch in die Alpenlandschaft ein. Es kommt zu landschafts-ästhetischen Schäden, die im Sinne der Naturschutzgesetzgebung zu vermeiden sind.

Foto: Ole Seidel

Abb. 11: Durch die Pistenbearbeitung bei unzureichender Schneedecke wird der Oberboden aufgerissen. Im Frühling sammelt sich in diesen Rillen das Abfließwasser und linearer Bodenabtrag setzt ein.

Quelle: AGL in LAUTERWASSER, 1989, S.12



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4

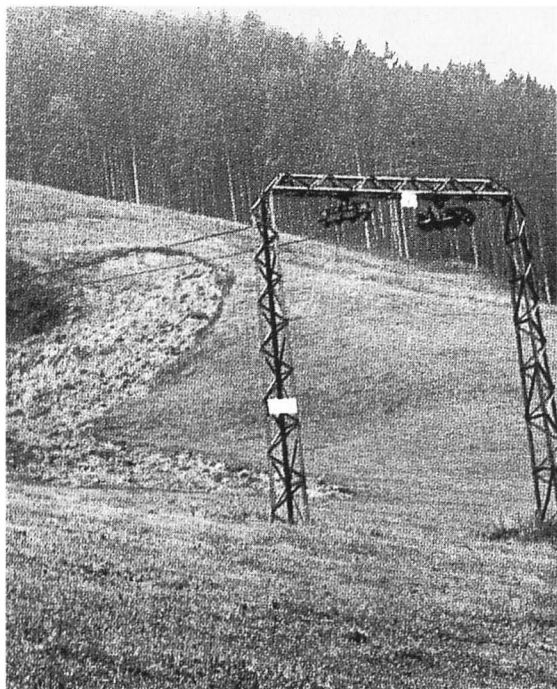


Abb. 5



Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8



Abb. 9

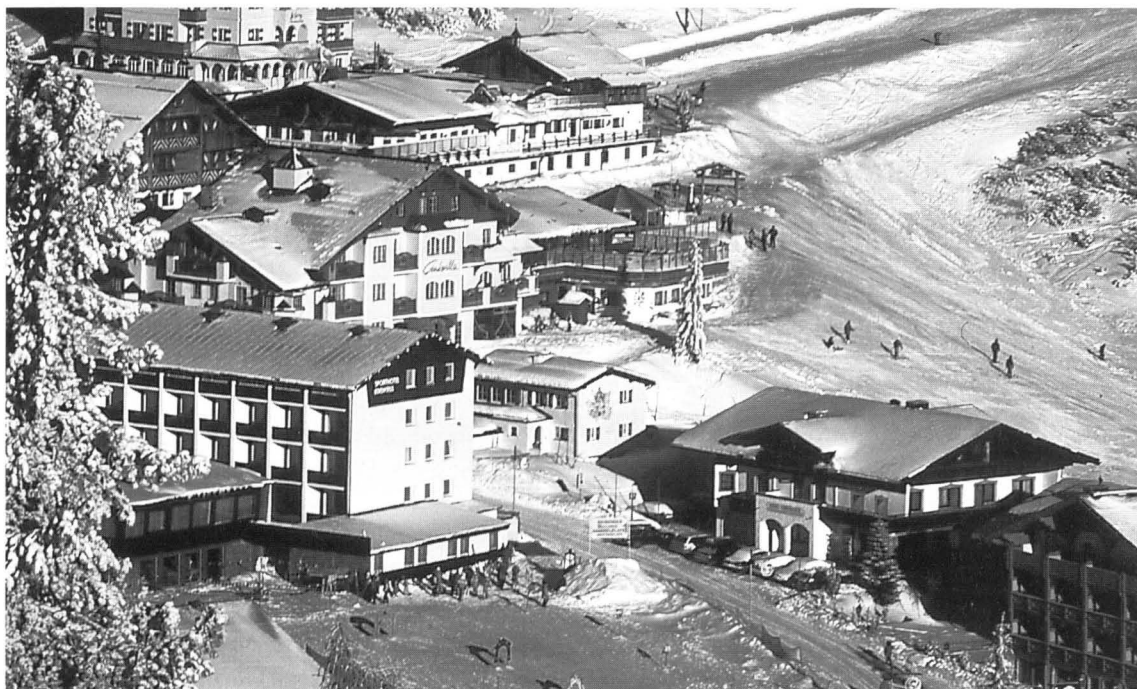


Abb. 10



Abb. 11

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [64_1999](#)

Autor(en)/Author(s): Eichinger Marco

Artikel/Article: [Umweltgefahren durch Massenskisport im bayerischen Alpenraum
13-37](#)