

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

135

Alpin-Biologische Studien

geleitet von Heinz Janetschek

XVII

Peter Meile

WINTERSPORTANLAGEN IN ALPINEN LEBENS-RÄUMEN DES BIRKHUHNS

(Tetrao tetrix)



Herausgeber
Universität Innsbruck

26-10

VERÖFFENTLICHUNGEN DER UNIVERSITÄT INNSBRUCK

135

12 85 / 135

ALPIN – BIOLOGISCHE STUDIEN

Geleitet von Heinz Janetschek

XVII

Peter Meile

**WINTERSPORTANLAGEN IN ALPINEN
LEBENSÄÄUMEN DES BIRKHUHNS**

(Tetrao tetrix)

(Mit 12 Tab., 17 Abb.)

1982

Im Kommissionsverlag der
Österreichischen Kommissionsbuchhandlung
Innsbruck

Gedruckt mit Unterstützung
des Schweizerischen Bundes für Naturschutz
des Tiroler Jägerverbandes
der Schweizerischen Stiftung für Vogelschutzreservate
der Schwyzerischen Naturforschenden Gesellschaft
des Amtes für Umweltschutz und Raumplanung des Kantons Schwyz

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

© 1982, Universität Innsbruck
Herstellung:
REPOF AG, CH-6482 Gurtellen

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Vorwort | 7 |
| 1.0.0. Einleitung | 9 |
| 1.1.0. Als Biologie zwischen Fremdenverkehr und Naturschutz | 9 |
| 1.2.0. Dank und Anerkennung | 11 |
| 2.0.0. Was führt Birkhühner und Skifahrer zusammen? | 12 |
| 2.1.0. Aktualität des Problems | 12 |
| 2.2.0. Fragestellung | 13 |
| 3.0.0. Birkhühner und Skifahrer: ein Porträt der Konkurrenten | 13 |
| 3.1.0. Ansprüche des Birkhuhns an seinen Lebensraum | 13 |
| 3.1.1. Vorkommen und Lebensräume in Europa | 13 |
| 3.1.2. Nahrungsangebot und Nahrungssuche | 14 |
| 3.1.3. Ruheplätze | 16 |
| 3.1.4. Schwarmbildung im Winter | 16 |
| 3.1.5. Soziale Organisation der Birkhühner im Alpenraum | 17 |
| 3.1.6. Verhaltensweisen mit Signalwirkung | 18 |
| 3.1.7. Das «innere Bild» vom geeigneten Balzplatz | 20 |
| 3.2.0. Voraussetzungen und Anforderungen bei der Errichtung von Wintersportanlagen | 23 |
| 3.2.1. Anforderungen des Unternehmers | 23 |
| 3.2.2. Anforderungen des Skifahrers an Piste und Bergstation | 23 |
| 3.2.3. Geländeansforderungen des Lift- und Pistenbauers sowie des technischen Wartungsdienstes | 25 |
| 4.0.0. Untersuchungsgebiete und Methoden | 27 |
| 4.1.0. Untersuchungsgebiete | 27 |
| 4.1.1. Kanton Schwyz | 27 |
| 4.1.2. Karwendel | 27 |
| 4.1.2. Zillertal | 27 |
| 4.2.0. Methoden und Vorgehen | 28 |
| 4.2.1. Landschaftsökologischer Ansatz | 28 |
| 4.2.2. Geländepunkte | 28 |
| 4.2.3. Eigenschaften der Geländepunkte | 29 |
| 4.2.4. Feldarbeit | 30 |
| 4.2.5. Statistische Auswertung | 30 |
| 5.0.0. Ein landschaftsökologischer Vergleich von Balzplätzen des Birkhuhns mit Bergstationen und Pisten | 32 |
| 5.1.0. Beziehungen der Geländeeigenschaften untereinander | 32 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.1.1. | Unterschiedliche Beziehungen in den Untersuchungsgebieten | 32 |
| 5.1.2. | Korrelationen mit der Höhe ü.M. | 33 |
| 5.1.3. | Überlappung der Bergstationen und Pisten mit Habitatteilen des Birkhuhns | 33 |
| 5.1.4. | Pflanzengesellschaften an Bergstationen und Balzplätzen | 33 |
| 5.1.5. | Verteilung der Balzplätze in Abhängigkeit von Geländefaktoren und Störintensität | 34 |
| 5.2.0. | Verteilung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten über die Höhe | 35 |
| 5.3.0. | Verteilung der Geländepunkte über die Exposition | 36 |
| 5.4.0. | Geländeformen am eigentlichen Standort von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten | 36 |
| 5.5.0. | Vielfalt der Geländeformen in der Umgebung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten | 36 |
| 5.6.0. | Hangneigung und Geländeform | 37 |
| 5.7.0. | Sichtwinkel und Distanz zum Horizont; Horizonteinengung | 38 |
| 5.8.0. | Bodenbedeckung und ihre Diversität in der Umgebung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten | 38 |
| 5.9.0. | Verteilung der Balzplätze und Transportanlagen über die Landschaft | 41 |
| 6.0.0. | Woran sterben unsere Rauhfußhühner? | 43 |
| 6.1.0. | Ursachen des Rückganges von Birk- und Auerhühnern | 43 |
| 6.2.0. | Reaktionen der Birk- und Auerhühner auf die Erschließung mit Wintersportanlagen | 44 |
| 6.3.0. | Störungsmechanismen bei touristischen Erschließungen | 46 |
| 6.4.0. | Ökologische Kapazität und Bioindikation | 47 |
| 7.0.0. | Anwendung in der Praxis | 51 |
| 7.1.0. | Zur Ausscheidung von Skigebieten und Birkhuhn-Habitaten | 51 |
| 7.2.0. | Zur Ausscheidung von Auerhuhn-Habitaten | 52 |
| 8.0.0. | Zusammenfassung / Summary | 52 |
| 9.0.0. | Anhang | 54 |
| 9.1.0. | Tabellen | 55 |
| 9.2.0. | Abbildungen | 69 |
| 9.3.0. | Erhebungsformular | 88 |
| 9.4.0. | Definitionen | 94 |
| 9.5.0. | Literaturverzeichnis | 95 |

VORWORT

Im Rahmen des Man and Biosphere (MaB)-6-Gesamtvorhabens Obergurgl wurden in den zoologischen Teilbereichen vor allem Wirbellose studiert (Teilprojekt 5), unter Einbezug von Grundlagenforschungen, die vom Österr. Forschungsförderungs fonds unterstützt worden waren (siehe H. JANETSCHKEK [Hrsg.], Ökologische Untersuchungen an Wirbellosen des zentralalpiner Hochgebirges [Obergurgl, Tirol], diese Serie «Alpin-Biologische Studien» No. X, XI, XIII – XVI, 1979 – 1982, sowie eine Anzahl verstreuter Publikationen). Wirbeltierstudien im Rahmen des erwähnten MaB-6-Gesamtvorhabens Obergurgl (Teilprojekt 6) sind im allgemeinen nicht über Erhebungen hinausgegangen, die ich als Hausarbeiten aus Zoologie von Lehramtskandidaten durchführen lassen konnte: Flächennutzung, Viehwirtschaft und Jagd im Raum Gurgl. Die hier veröffentlichte Dissertation von Peter MEILE über die Konkurrenzbeziehungen zwischen Wintertourismus und Birkhuhn steht wohl auch im Rahmen dieses Teilprojektes 6, ist dagegen etwas anders zu sehen. Sie fusst zunächst auf Erfahrungen aus der Schweiz, denen Vergleichsuntersuchungen in zwei Gebieten Tirols im Kalk- und Zentralalpin, im Karwendel und im Zillertal, angefügt sind. Der Raum Gurgl war nicht einbezogen worden, jedoch sind die Befunde extrapolierbar.

In MEILE's Studie ist methodologisch wegweisend, wie landschaftsökologische und wildbiologische Parameter quantifizierbar und vergleichbar gemacht werden, sodass sich ein «gemeinsamer Nenner» für die konkurrierenden Ansprüche des Wintertouristen und des Birkhuhns ergibt. Daraus resultiert schliesslich eine an Landschaftplaner und Naturschützer, Fremdenverkehrsexperten und Politiker adressierte Liste von Empfehlungen, was bei der Anlage von Einrichtungen für den Skisport zu beachten wäre, um die vom Wintertourismus bereits stark bedrohten Lebensräume des Birkhuhns nach Möglichkeit zu schützen. Möge diese Publikation es erleichtern, diese Empfehlungen an jene Stellen heranzubringen, die sie als Entscheidungsträger kennen und beachten sollten.

Heinz Janetschek (Projektleiter)

1.0.0. EINLEITUNG

Der Leser mag sich vorerst einmal über den Titel dieser Studie wundern und sich fragen, ob es für einen Zoologen nicht besser angebracht gewesen wäre, sich entweder mit der Populationsbiologie von Birkhühnern in touristisch erschlossenen und in «unberührten» Gebieten zu befassen, oder aber die landschaftsökologische Analyse des Birkhuhns in denselben Gebieten gründlicher zu verfolgen. Für den Feldforscher war der erste Weg stets der verlockende, bei der Auswertung der Daten zumindest war auch die Analyse der Landschaften hoch interessant. Dennoch sind nur wenige der vielen Daten in den Tabellen für den Leser aufgeschlüsselt; nämlich nur diejenigen, die bei der heute noch geringen Kenntnis der Habitatnutzung dazu dienen konnten, verantwortungsvolle Vorschläge zur Ausscheidung und zum Schutz des Birkhuhns in unseren touristisch immer stärker genutzten Alpenlandschaften zu formulieren. Dies war das Ziel dieser angewandten Arbeit.

1.1.0. Als Biologe zwischen Fremdenverkehr und Naturschutz

Immer häufiger kann im Raum der Alpen und Voralpen die Beobachtung gemacht werden, dass dort, wo heute Bergrestaurants, Verpflegungsstationen, Aussichtspunkte und vor allem Bergstationen von touristischen Transportanlagen stehen, einst Balzplätze der Birkhühner waren oder heute noch sind, und dass Skipisten bevorzugt durch wertvolle Wintereinstände dieser empfindlichen Vögel gebaut werden. Dabei werden oft auch Lebensräume des Auerhuhns beeinträchtigt. Tatsächlich sind es in den Alpen die Zwergstrauchheiden und lückig bewaldeten Grate und Kuppen im Bereich der oberen Waldgrenze, die als charakteristischer Lebensraum der Birkhühner gelten, die aber gleichzeitig auch in hohem Masse Qualitäten für den Skitourismus aufweisen.

Eine solche Überlappung der Landschafts- und Geländeansprüche von Wintersportanlagen mit Habitatansprüchen des Birkhuhns wird mittlerweile in vielen Teilen der Alpen beobachtet (Schweiz: Bossert, Pauli und Zbinden, 1976; und Tirol: Meile, 1979, 1980 und diese Studie; Bayern: Scherzinger, 1977; Jugoslawien: Adamič, mündl. Mittlg. 1980; Frankreich: Ellison, mündl. Mittlg. 1979).

Die vorliegende Studie soll klären, aufgrund welcher ökologischen Ansprüche sowohl Birkhühner als auch Wintersportanlagen so regelmässig in denselben Geländeteilen zu finden sind. Weiterhin soll aufgezeigt werden, wie örtliche Birk- und Auerhuhnbestände auf die touristische Erschliessung reagieren.

Diese Studie wendet sich nicht nur an den Biologen, der an der Ökologie, an Störfaktoren und Rückgangsursachen interessiert ist, sondern vor allem auch an die praktisch engagierten Behörden und privaten Organe von Naturschutz und Fremdenverkehr.

Nachdem der Schutz- oder vielmehr die Erhaltung und angemessene Bewirtschaftung der alpinen Lebensräume von Birk- und Auerhuhn für diese Arten zur Überlebensfrage geworden ist, verstehe ich es als eine wesentliche Aufgabe des Biologen, die fraglichen ökologischen Zusammenhänge soweit aufzuschliessen und so klar und praxisbezogen darzustellen, dass ihre Anwendung in Konzepten der touristischen und forstlichen Erschliessung, bzw. im Biotop- und Landschaftsschutz keiner weiteren Übersetzung mehr bedarf.

Die Zusammenarbeit mit Forstleuten zur Erhaltung von Auerhuhn-Lebensräumen im Kanton Schwyz, sowie Beratungen bei neuen Erschliessungsprojekten für den Wintersport haben deutlich gezeigt, dass mit gegenseitiger Aufklärung viel Verständnis für die empfindlichen Raufusshühner gewonnen werden kann.

Aus diesem Grunde wird in Kap. 3.1. erst auf die wichtigsten Ansprüche des Birkhuhns an den winterlichen Lebensraum in den Alpen eingegangen. Bei dieser Darstellung stütze ich mich auf eigene Beobachtungen, sowie auf die Studien über die winterliche Lebens- und Ernährungsweise der Birkhühner von Pauli (1974), Zettel (1974) und Marti (1980) in den Zentralalpen, sowie Keller, Pauli und Glutz (1979) in den Nordalpen. Dabei wird sich zeigen, dass zur Erfüllung der Lebensansprüche der Birkhühner ein bestimmtes Nahrungsangebot allein nicht genügt. Für die Art des Nahrungserwerbs, sowie für die Ansprüche an Deckung und Mikroklima ist eine gross- und kleinräumige Strukturierung des Geländes und der Bodenbedeckung, gleichzeitig aber auch eine bestimmte Verteilung und Grösse dieser Strukturelemente von Belang. – Besondere Ansprüche werden gestellt, wenn es darum geht, soziale Signale wirkungsvoll auszusenden. In einem eigenen Kapitel (3.1.6.) wird deshalb auf die besonderen Verhaltensweisen am Balzplatz eingegangen, und hernach wird eine Vorstellung von einem «inneren Bild» des idealen Balzplatzes entwickelt (Kap. 3.1.7.) Dabei wird klar, weshalb geeignete Balzplätze nicht beliebig verfügbar sind.

Um auch die subjektiven und objektiven Hintergründe, die sich bei der Anlage von Aufstiegsbahnen und Skiabfahrten auswirken, zu verstehen, wird in Kap. 3.2. auf die Voraussetzungen und Anforderungen für die Errichtung von Wintersportanlagen eingegangen. Von drei Seiten werden Ansprüche an die Qualität einer Transportanlage und der dazugehörigen Piste gestellt: vom Skitouristen, insbesondere vom Durchschnitts-Skifahrer, dann vom Unternehmer der ganzen Wintersportanlage (Transportanlage, Pisten, Verpflegungsstationen usw.) und schliesslich – in technischer Hinsicht – von Bauingenieuren und vom Unterhaltungsdienst.

Erst nachdem diese Voraussetzungen geklärt sind, wird in Kap. 4 auf die angewandten Methoden und auf die Untersuchungsgebiete in Österreich und der Schweiz (Kap. 4) eingegangen. Da es sich um die Ansprüche zweier sonst kaum vergleichbarer «Konkurrenten» handelt, wird eine integrative Betrachtungsweise gewählt; es wird versucht, die speziellen Anforderungen in Messgrössen der Landschaftsökologie auszudrücken.

Die Ergebnisse aus der statistischen Analyse der im Feld gewonnenen Daten und ihre Interpretation sind in Kap. 5 dargestellt, während Kap. 6 + 7 schliesslich eine Diskussion der Störfaktoren und Rückgangsursachen der Birk- und Auerhühner enthalten und Vorschläge zur Ausscheidung von Skigebieten und Birkhuhn-Lebensräumen sowie zur Erhaltung von Auerhuhn-Lebensräumen bringen.

1.2.0. Dank und Anerkennung

Herrn Dr. B. Nievergelt, Aussenstation für Ethologie und Wildforschung, Zoologisches Institut der Universität Zürich, verdanke ich das Thema zu dieser Studie, die ich unter seiner Betreuung als Diplomarbeit beginnen durfte. Er hat die Arbeit bis zum Schluss mit wertvollen Ratschlägen begleitet.

Herr Univ.- Prof. Mag. Dr. H. Janetschek, Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, erlaubte mir, nach einer Erweiterung der Arbeit in Thema und Umfang, diese in das Projekt MAB – 6 Obergurgl (Teilprojekt Nr. 6, Wirbeltiere) zu integrieren und an seinem Institut als Dissertation abzuschliessen.

Für die Beratung in statistischen Fragen danke ich besonders Herrn Univ.-Prof. Dr. G. Lochs, Institut für Mathematik der Universität Innsbruck, und Herrn Dr. F. Schwarzenbach, Eidg. Anstalt für forstliches Versuchswesen in Birmensdorf; er hat mich auch auf wesentliche Probleme bei der Anlage von Aufstiegshilfen und Skiabfahrten aufmerksam gemacht. Wertvolle Literatur und Auskünfte erhielt ich von der Firma Garaventa AG, Seilbahnbau, Goldau SZ.

Während verschiedener Exkursionen durfte ich hilfreiche Gespräche führen mit Herrn Dr. L. Ellison und Mlle A. Bernard, Montpellier, mit lic. phil. C. Marti, Bern, und Ruedi Hess, Unterägeri, sowie mit Wildhüter P. Brändle, Einsiedeln, der mich als erster schon vor 17 Jahren mit dem Birkhuhn vertraut gemacht hat. – Bezirksjägermeister Satisfaller, Schwaz, hat mich bei einer grossen Zahl von Tiroler Berufsjägern und Hegemeistern eingeführt. Gerne denke ich an die Geländebegehungen im Karwendel und im Zillertal unter der ortskundigen Begleitung der Achantaler, Bächentaler und Steinberger Berufsjäger, des Hegemeisters Oefner, Innsbruck, des Revierförsters Lanthaler, Zell, sowie der Gerloser Berufsjäger und hier insbesondere der Herren Fritz und Martin Egger, Schwarzach. Sie alle haben mich nicht nur vertrauensvoll in ihre Reviere eingeführt, sie haben mich auch stets grosszügig an ihrer reichen Erfahrung teilhaben lassen und mich schliesslich oft genug auch gastfreundlich untergebracht. Ohne die Hilfe und das Interesse, das diese Tiroler Berufsjäger und Forstleute meiner Arbeit entgegengebracht haben, wäre eine so gründliche Durchforschung der beiden Tiroler Untersuchungsgebiete nicht möglich gewesen.

Wertvolle Anregungen und hilfreiche Kritik erhielt ich stets von den Kollegen und Teilnehmern am Konversatorium und Seminar des Instituts, ebenso aber von den Herren Dr. Hermann Ellenberg, Saarbrücken, und Dr. W. d'Oleire-Oltmans, Berchtesgaden, mit denen ich das Manuskript diskutieren durfte.

Die Stiftung Pro Natura Helvetica, Zürich und Basel, sowie die Schweizerische Stiftung für Vogelschutzreservate, Zürich, übernahmen einen grossen Teil der Spesen und Materialkosten. Vor allen aber danke ich meiner Mutter für ihre Geduld und die grosszügige Unterstützung während des Studiums, der Feldarbeiten und der Auswertung.

2.0.0. WAS FÜHRT BIRKHÜHNER UND SKIFAHRER ZUSAMMEN?

2.1.0. Aktualität des Problems

Einzelne Beispiele lassen erahnen, wie verheerend sich die zunehmende Erschliessung der Alpen mit Wintersporteinrichtungen in manchen Fällen für Birk- und Auerhühner auswirkt.

Im – weiter unten umschriebenen – Zillertaler Untersuchungsgebiet sind all jene Plätze, auf denen 3 oder mehr balzende Birkhähne beobachtet werden konnten, durch Transportanlagen erschlossen oder es ist der Bau einer solchen Anlage geplant. Am Spieljoch, Fügen, wurden innerhalb des ersten Jahres nach der Errichtung der Skilifte 17 tote Birkhühner unter den Trageilen und Kabeln gefunden. Die 8 Birkhähne vom Pfaffenbühel, Hochfügen, haben ihren Balzplatz aufgegeben und versammeln sich jetzt 600 m weiter taleinwärts, während der ehemals bekannte Bestand an Auerhühnern erloschen ist, nachdem hier ausgedehnte Transportanlagen und Pisten gebaut worden sind. Von der Gruppe von Birkhähnen auf Ebenfeld-Isskogel, Gerlos, ist nach der Erschliessung mit Pisten und Liften ein einziger verblieben, ebenso wie an der Christlum, Achenkirch, wo der ehemals berühmte Balzplatz mit 8 Birkhähnen aufgegeben worden ist. Ein einziger Birkhahn balzt noch in der Nähe, während die Auerhühner gleich zu Beginn der Bauarbeiten und Waldrodungen verschwanden (Abb. 17).

Vor diesem Hintergrund sei kurz auf den Verlauf der touristischen Erschliessung eingegangen. Für die Schweizer Alpen und Voralpen finden sich ausführliche Angaben in Kneubühl und Thiélin (1978). Bis 1954 dienten touristische Transportanlagen vorwiegend dem Sommertourismus. Danach setzte eine beschleunigte Zunahme von Transportanlagen für den Wintertourismus ein, wobei bis 1960 in erster Linie bestehende Skigebiete ausgebaut wurden. Danach wuchs die Zahl der neu errichteten Anlagen stetig und in verdreifachtem Tempo der 50er Jahre. Heute dienen praktisch alle neuen Sesselbahnen und Pendelseilbahnen sowohl dem Winter- als auch dem Sommertourismus. Seit 1973 wird anstelle der riskanten Neuerschliessungen mehr nach dem Verdichtungsprinzip gebaut: die Kapazitäten alter Anlagen werden erhöht und bestehende Skigebiete noch vollständiger erschlossen. Dabei werden auch unbequeme Pisten angelegt – oft in den Rückzugsgebieten der noch verbliebenen Birkhühner. Nachdem zum Beispiel die ehemals grosse Zahl balzender Hähne im heutigen Skizirkus Hoch Ybrig, Schwyz, innert vier Jahren auf weniger als die Hälfte, nämlich einen balzenden Hahn pro km² gesunken ist, droht diese Zahl durch Erschliessung eines kiefernbestandenen Talkessels noch einmal halbiert zu werden.

In der Fremdenverkehrsregion Innerschweiz, welche das erwähnte schweizerische Untersuchungsgebiet in etwa deckt und 5 % der Schweizer Transportanlagen aufweist, verlief die Entwicklung in repräsentativer Weise für Voralpenregionen in der Nähe städtischer Agglomerationen. Die Erschliessung begann schon 1940, verlief dann stetig und machte 1970 nochmals einen Sprung aufwärts. Seither scheinen Rezession und Konkurrenz die Entwicklung stark zu bestimmen.

Im Zillertaler Untersuchungsgebiet sind die meisten Anlagen jüngerer Datums. Zur Zeit werden noch immer sehr grosse Projekte verwirklicht, weitere sind geplant. Es ist kein Zeichen eines Wachstumstopfes wahrnehmbar.

Auch im Untersuchungsgebiet Karwendel sind die meisten Anlagen noch jung, die Bautätigkeit ist aber auf das Verdichtungsprinzip beschränkt. Einige Projekte, darunter Neuerschliessungen, sind anhängig.

2.2.0. Fragestellung

Die Erschliessung und Nutzung weiterer, grosser und bisher intakter Räume schreitet fort. Davon sind in erster Linie Naturlandschaften und naturnahe Flächen innerhalb traditioneller Kulturlandschaften betroffen (Definitionen nach Ewald, 1978). Zwar beginnen heute auch Fremdenverkehrsplaner und -unternehmer den Wert unversehrter Landschaftsbilder zu begreifen und meinen damit in erster Linie optisch auffällige Beeinträchtigungen. Die hente praktizierte Gründlichkeit touristischer Erschliessungen wirkt sich aber zweifellos auch in den recht empfindlichen Lebensgemeinschaften subalpiner und alpiner Standorte unerkannt vielseitig aus (Cernusca et al. 1977).

In dieser Studie wird hauptsächlich untersucht, wie sich Erschliessungen für den Wintersport und die Bevorzugung bestimmter Geländeteile durch den Skifahrer auf Birkhühner auswirken. Auswirkungen auf das Auerhuhn und seinen Lebensraum werden nebenbei erwähnt. Dabei wird auch gefragt, welchen Wert diese Raufusshühner als Bioindikatoren zur Bestimmung der touristischen Belastbarkeit einer Landschaft, bzw. ihres Lebensraumes haben:

Im Einzelnen sollen folgende Fragen aufgeklärt werden:

- A Welche Ansprüche stellen Birkhühner an ihren Lebensraum, und wodurch lassen sie sich bei der Wahl eines Balzplatzes leiten? (Kap. 3.1.)
- B Welcher Art sind die Anforderungen von Skifahrer, Unternehmer und Pistenbauer bei der Wahl geeigneter Skigebiete? (Kap. 3.2.)
- C Welche Standortfaktoren bedingen eine lokale Überlappung der Balzplätze und Wintereinstände mit Bergstationen und Pisten? – Welche Faktoren ermöglichen es dem Birkhuhn als dem schwächeren Konkurrenten, zu überleben? (Kap. 5)
- D Auf welche Weise verursacht der Wintersportbetrieb Störungen der Birk- und Auerhühner? – Wie reagieren diese darauf? (Kap. 6)
- E Durch welche Massnahmen lassen sich Birkhuhn-Lebensräume bei der Erschliessung für den Wintersport verschonen? (Kap. 7)

3.0.0. BIRKHÜHNER UND SKIFAHRENER: EIN PORTRÄT DER KONKURRENTEN

3.1.0. Ansprüche des Birkhuhns an seinen Lebensraum

3.1.1. Vorkommen und Lebensräume in Europa

Wir treffen heute das Birkhuhn (*Tetrao tetrix* L. 1758) in vier recht unterschiedlichen Landschaftstypen an:

- in der nordischen Taiga;
- in den Moor- und Heidegebieten des Alpenvorlandes sowie des Tieflandes (Polen, Norddeutschland, Dänemark, Niederlande);
- in einigen wenigen waldarmen, vermoorten oder verheideten Mittelgebirgslagen in Deutschland und der Tschechoslowakei;
- im Alpenraum von den französischen Seealpen bis in die Karpaten (für weitere Verbreitungangaben cf. Glutz, Bauer und Bezzel, 1973).

Überall ist das Birkhuhn auf ausgedehnte Zwergstrauchbestände, eine lichte bis lückige Bewaldung und daneben völlige waldfreie Geländepartien angewiesen.

Die grössten Bestände finden wir in der nordischen Taiga, wo die Art auf eine ständige Waldverjüngung (Brand, Kahlschlag) angewiesen ist. Dabei werden die Koniferenwälder mittel- bis langfristig durch lichte Laubholzbestände ergänzt. Selbst aus den nordischen Ländern wird ein Rückgang von Arealgrösse und Populationsdichte gemeldet, z.T. wohl bedingt durch die künstliche Förderung reiner Koniferenbestände durch die Forstwirtschaft.

Alle Vorkommen im mitteleuropäischen Tiefland und in den Mittelgebirgslagen haben inselartigen Charakter und sind heute von einem eigentlichen Biotop-Management abhängig. In den Moorgebieten muss auf die Beibehaltung des Wasserstandes geachtet und die völlige Verbuschung und Bewaldung vermieden werden. In den Heidegebieten dagegen muss die Verjüngung der typischen Vegetation mit besonderen Massnahmen gefördert werden. Ein Teil dieser Inselpopulationen hat eine bewegte Geschichte, die zeigt, wie verschiedene Formen der Landnutzung am gleichen Ort sowohl Birkhuhnbiotope schaffen, aber auch zerstören können. Trotz der heutigen umfangreichen Kenntnisse über Ernährung und Lebensweise dieser Birkhühner erlöschen ihre Vorkommen – besonders seit 1950 – eines nach dem anderen mit erschreckender Geschwindigkeit und in rascher Folge (Doecke und Niethammer, 1970; Ziesemer, 1980; Heckenroth, 1980; Müller, 1980; Hölzinger, 1980; Degn, 1980).

Die Birkhuhnvorkommen in den Alpen lassen sich wieder zwei besonderen Landschaftscharakteren zuordnen:

- dem Bereich der aktuellen, also klimatisch oder durch Alpwirtschaft bedingten Waldgrenze (Abb. 2) und
- dem Bereich der waldfreien Hügel- und Bergkuppen der Voralpen, wo der Mensch den Wald im Laufe der Besiedlung des Alpenraumes oft schon vor 700 bis 800 Jahren gerodet hat, um sein Vieh zu sömmeren (Abb. 3),

In den meisten der mir bekannten Vorkommen ist ein Austausch von Individuen zwischen den (Sub-) Populationen der beiden Landschaftstypen möglich. Einerseits liegen die «Voralpen-Populationen» gewöhnlich in geringer Entfernung von den eigentlichen Gebirgsvorkommen, andererseits stossen Individuen der «Gebirgs-Populationen» recht oft entlang von Lawinenzügen oder felsigen Steilhängen talwärts vor bis in die Höhenlage der genannten Berg- und Hügelkuppen.

Derzeit ist wohl der ganze Alpenraum und ein Teil der Voralpen vom Birkhuhn besiedelt, wenn auch in unterschiedlicher Dichte. Entsprechend der starken Landschaftsgliederung und der weitläufigen Verteilung günstiger Habitate ist anzunehmen, dass wir eine Vielzahl von mehr oder weniger kleinen Populationen vor uns haben, die jedoch untereinander Individuen austauschen.

3.1.2. Nahrungsangebot und Nahrungssuche

Die wichtigsten Arbeiten über die Nahrung der Birkhühner im Alpenraum haben Zettel (1974) und Marti (1980) in den Zentralalpen, Keller, Pauli und Glutz (1979) in den Nordalpen und Bernard (1979) in den französischen Alpen erbracht. Glutz, Bauer und Bezal (1973) bringen eine ausführliche Literaturübersicht. Vergleiche der Nahrung aus den drei grossen Birkhuhn-Vorkommen (Alpenraum – Inselpopulationen vom Alpenrand bis an die Nord- und Ostsee – russisch-skandinavische Taiga) haben Glutz, Bauer und

Bezzel (1973) und Zettel (1974) vorgenommen. Dagegen sind Vergleiche der Birkhuhn-nahrung zwischen den Nordalpen, den Zentralalpen und den französischen Alpen jeweils bei Zettel (1974), Keller, Pauli und Glutz (1979) und Bernard (1979) zu finden. Wenig Information liegt über die Nahrung der Birkhühner in den ausgedehnten Latschentegionen der Ostalpen vor, wie ich sie im Karwendel an mehreren Orten und stets von Birkhühnern bewohnt gefunden habe (Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsch mit Anschluss an Fichten- oder Lärchenbestände). Dagegen dürften die Befunde aus den Schweizer Zentralalpen recht gut auf die Zillertaler Verhältnisse übertragbar sein, wo Landschaftsaspekt und Vegetation immer wieder den Verhältnissen im Aletschwald ähnlich sind. Ein grosser Teil der Lebensstätten und ihrer Vegetationsverhältnisse aus den Birkhuhnvorkommen im Kt. Schwyz und im äusseren, nördlichen Teil des Karwendel gleicht den Bedingungen, wie sie Keller, Pauli und Glutz (1979) für die Berner Nordalpen beschrieben haben.

Keller, Pauli und Glutz (1979) sowie Pauli (1980) unterscheiden in der Nahrungszusammensetzung nach Hauptnahrung (*Vaccinium myrtillus*, *Rhododendron ferrugineum*; beide Arten sowohl im Lärchen-Arvenwald wie im subalpinen Fichtenwald), nach wichtigster Ersatznahrung (*Larix decidua* im LÄ-Ar-Wald; *Sorbus aucuparia* im subalpinen Fichtenwald), weiterer Ersatznahrung (*Alnus viridis*, *Juniperus nana*, *Pinus cembra*, *Salix helvetica*; bzw. *Pinus mugo prostrata* und allenfalls *Larix decidua*) und wichtiger Zusatznahrung (*Picea abies*, *Betula pendula* und im subalpinen Fi-Wald auch *Alnus viridis*).

In den Nordalpen werden bei geringem Angebot an Eberesche auch Föhren- und Fichtennadeln genutzt; überall wird die Lärche der Arve und der Föhre vorgezogen.

Das Modell von Hauptnahrung, Ersatznahrung und Zusatznahrung scheint weniger ein Suchmuster für die Wahl der Nahrung als vielmehr ein Resultat nach der Wahl, mithin eine Summe der gewählten Nahrung zu sein. Um die Bedeutung der Nahrungswahl innerhalb der übrigen Habitatansprüche des Birkhuhns abzuschätzen, sind folgende vier Tatsachen zu berücksichtigen:

- dass sich die Nahrungsspektren der Raufusshühner in den Alpen während der Vegetationszeit recht weitgehend überlappen,
- während das Nahrungsspektrum der Art Birkhuhn über ihr ganzes Verbreitungsareal örtlich grosse Unterschiede aufweisen kann;
- dass die Raufusshühner der Alpen im Winter und Frühjahr für längere Zeit eine ausgesprochene Monophagie ertragen (die vier Arten allenfalls auf unterschiedlicher Nahrungsgrundlage),
- und die Winternahrung offenbar dennoch die Populationsgrösse nicht einschränkt (mit Ausnahme seltener extremer Witterungsverhältnisse).

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen könnte man sich wundern, weshalb gerade das Birkhuhn nicht häufiger vorkommt und weiter verbreitet ist. – Als Selektionskriterien, die die Nahrungswahl bestimmen, hält Pauli (1980) den Ernteaufwand für wichtiger als den Nährstoffgehalt oder die Verdaulichkeit allein; damit erhalten Verteilung und Erreichbarkeit der Nahrung und der Energie – und Zeitaufwand zu ihrer Gewinnung grosse Bedeutung. Nachdem wir davon ausgehen dürfen, dass nur ein gedeckt ruhendes Huhn vor seinen Feinden einigermaßen geschützt ist, erscheint die Bedeutung dieser letzten Kriterien zusammen mit der Strukturierung der Vegetationsdecke und Topografie im Habitat einleuchtend. Obwohl das Birkhuhn sich über längere Zeit mit einer einzelnen Nahrungsquelle (z.B. Lärche im Frühjahr) bescheiden kann, vermag es seine Nahrungsansprüche auf die Dauer nur mit einer Vielzahl von Nahrungskomponenten zu decken. Dabei

stammt die wichtigste Nahrung stets aus der Zwergstrauchschicht, im Sommer auch aus der Krautschicht. Bei hoher Schneelage werden jene Teile von Laub- und Nadelbäumen aufgenommen, die einen hohen Gehalt an umsetzbarer Energie und / oder Rohproteinen aufweisen, wobei auch hier ein Gleichgewicht gewahrt bleiben muss. Aus diesen Anforderungen wird wieder verständlich, dass sich das Birkhuhn in einem Bereich mit hoher Diversität in der Bodenbedeckung aufhalten muss, wo Zwergsträucher einen bedeutenden Anteil haben. Diese Verhältnisse sind heute weder in Wirtschaftswäldern noch auf intensiven Kulturfleichen gegeben. (vergl. hierzu Kap. 5.8.)

3.1.3. Ruheplätze

Seiskari (1962) hat die Bedeutung von «food and shelter» im Winter hervorgehoben. Tatsächlich beschränken Birkhennen und -hähne ihre Aktivitäten vom November bis Mitte März fast ausschliesslich auf Ruhe und Futtersuche (zweigipflige Aktivitätsperiodik in den Alpen, eingipflige in hohen Breitengraden des Nordens; Pauli, 1974; Hjorth, 1970; Seiskari 1962). Soziale Aktivitäten sind weitgehend unterdrückt, wenn auch in jedem Monat singende Hähne gehört werden können.

Im Winter verbringen Birkhühner die Ruhezeiten (Vormittag bis Nachmittag und Abend bis Morgen) gerne in Schneehöhlen. Dazu suchen sie sich Orte mit lockerer, mindestens 30 cm mächtiger Schneedecke. Durch Flügelbewegungen und Scharrbewegungen der Füße versinken die Hühner im Schnee und graben sich etwa 5 – 15 cm unter der Oberfläche einen 30 – 150 cm langen Tunnel (Bille, 1969; Busnina und Gwerder, 1935; Pauli, 1974). Die meisten Tetraonidenarten graben sich solche Schneehöhlen. Diese Höhlen können drei Zwecken dienen: Isolierung gegen Kälte, gegen Wind, sowie Schutz vor Feinden. Es ist jedenfalls anzunehmen, dass der Energieumsatz des Vogels im Schutz der Höhle selbst bei stürmischem Wetter auf den Grundumsatz sinken kann, zumal der Vogel hier vor den meisten Störungen abgeschirmt ist und auch nicht zu sichern braucht.

Günstige Schneeverhältnisse für das Eingraben finden sich bis ins Frühjahr in sehr kalten Nordlagen oder allgemein dort, wo die tägliche Sonneneinstrahlung nicht anreicht, um die Schneeoberfläche anzuschmelzen. In der Regel wählt das Birkhuhn ebene oder geneigte Flächen mit wenig oder ganz fehlendem Baumbewuchs. So ist dem aus der Höhle aufgeschreckten Vogel eine hindernisfreie Fluchtmöglichkeit gewährt. Bei gefrorener oder sehr nasser Schneeoberfläche sowie zu Beginn und Ende des Winters suchen die Birkhühner – ähnliche wie Auerhennen – Ruheplätze am Boden im Schutz von tiefhängenden Koniferenästen oder herausragenden, grösseren Zwergstrauchbüten. Bei ruhiger Wetterlage verbringen sie die Ruhepause auch in älteren Fichten oder auf alten Lärchen, besonders gerne aber in dichtbesteten Arven oder Föhren, stets mindestens 3 m über Boden und gewöhnlich in Stammnähe.

3.1.4. Schwarmbildung im Winter

Im ihrem nordischen Verbreitungsgebiet sammeln sich die Birkhühner bei hoher und geschlossener Schneedecke zu grösseren gemischten Schwärmen und streifen auf der Suche nach Birkenbeständen umher, um hier ihre wichtigste Winternahrung, die Kätzchen, aufzunehmen (Seiskari, 1962).

Auch aus dem Kanton Schwyz wurde mir von Beobachtungen berichtet, nach denen sich im Winter kurzfristig grössere Schwärme von Birkhähnen (einmal 35, einmal «über 50»?!) in Föhrenbeständen, einmal auch in einem lockeren Fichtenwald aufgehalten haben sollen. Pauli (1974) erwähnt gelegentliche Ansammlungen von bis zu 30 Vögeln, die

im Aletschgebiet dann beobachtet werden können, wenn sich die bis 20 Kopf starken Schwärme von Hennen und diesjährigen Hähnen mit einer Balzgruppe alter Hähne vereinigen. Bille (1969) berichtet ebenfalls aus den Walliser Alpen von einer Winteransammlung von 40 Exemplaren an selben Schlafplatz.

Auch aus dem Zillertal (Fügen) wurde mir eine mehrtägige Beobachtung eines Schwarmes von etwa 30 Vögeln berichtet. Im Karwendel dagegen ist mir keine solche Beobachtung bekannt geworden. Obwohl ich mich dort mehrere Jahre und zu jeder Jahreszeit im Lebensraum der Birkhühner aufgehalten hatte, gelang es mir nicht, mehr als 8 Hähne (im Mai) und 6 Hähne (im Dezember und Januar) vergesellschaftet zu finden.

Nach Koskimies (1957) und Robel (1969), die beide auch Angaben über die Zusammensetzung und Phänologie der Winterschwärme bringen, ist ein Zusammenschluss der Birkhühner umso wahrscheinlicher, je ausgedehnter und einheitlicher geeignete Winterhabitate sind. Im Karwendel ist die Landschaft in den höheren Lagen jedoch sehr steil und kleinräumig gekammert. Günstige Winterhabitate sind hier klein und inselartig zerstreut.

Ellison (mündl. Mitt.) erwähnt ebenfalls grössere Schwärme von Hähnen und Hennen aus den französischen Alpen. Er beobachtet jedoch eine weitgehend getrennte Überwinterung der Geschlechter, indem er im einen Tal zweimal so viele Hähne wie Hennen findet, im anderen Tal umgekehrt zweimal so viele Hennen wie Hähne. Er kennt auch Gebiete, in denen sich im Winter fast nur Hennen aufhalten. – Pauli (1974) weist darauf hin, dass Hähne als sogenannte Balzgemeinschaften gerne in der Nähe des Balzplatzes verbleiben und dort auch überwintern. Diese Beobachtung konnte ich in allen Untersuchungsgebieten bestätigen und wird auch von Ellison (mündl.) erwähnt. Dabei nehmen Hähne offenbar zuweilen ein sehr enges Nahrungsangebot in Kauf. Hennen wandern weiter umher, diesjährige Hähne schliessen sich entweder den Hennengruppen oder den Balzgemeinschaften der Hähne an, zeigen aber nur eine lockere Bindung an diese (Robel, 1969; Pauli, 1974; pers. Beob. 1968-1980).

3.1.5. Soziale Organisation der Birkhühner im Alpenraum

Wiley (1974) zählt die Birkhühner zu jenen polygynen Raufusshühnerarten, deren Hähne sich im Frühjahr zu sogenannten «leks», also Balzgruppen versammeln. Diese Hähne finden sich jeden Morgen auf einem bestimmten Platz ein und verteidigen dort für mehrere Stunden ein kleines Territorium. Vor allem die Hähne der zentralen Territorien sollen von den Hennen zur Begattung aufgesucht werden. Jüngere Hähne besetzen periphere Territorien und Hähne in ihrem ersten Lebensjahr besuchen solche «Balzarenen» nur unregelmässig und zeigen dabei selten ein vollständiges Balzverhalten.

Die Balzarena wird traditionell von Jahr zu Jahr beibehalten, oft auch die einzelnen Territorien auf der Arena über mehrere Jahre durch denselben Hahn. Wiley macht einen deutlichen Unterschied zu jenen Arten, deren Hähne sich mehr oder weniger gleichmässig über den Raum verteilen.

Mit dieser modellhaften Vorstellung lassen sich in etwa die Befunde zusammenfassen, die in verschiedenen Beobachtungsgebieten Skandinaviens, Schottlands, Norddeutschlands und der Niederlande erhoben wurden (Brüll, 1961; Koivisto, 1965; Krujt und Hogan, 1964; Robel, 1969; Hjorth, 1970).

Im Alpenraum lassen sich diese Befunde nur bei hoher Birkhuhndichte in grossen, zusammenhängenden Lebensräumen bestätigen. Schon Robel (1969) und Hjorth (1970) fragen nach der Bedeutung der vielen «soloists», also der allein balzenden Hähne. Wie aus der durchschnittlichen Anzahl Hähne pro Balzplatz (Tab.11) entnommen werden kann,

sind in weiten Teilen des Alpenraumes diese Solosänger die Regel. Von derzeit 102 bekannten und regelmässig benutzten Balzplätzen sind im Kanton Schwyz nur drei mit mehr als 2 Hähnen besetzt, von 48 Balzplätzen im Karwendel zur Zeit dieser Untersuchung nur 4 mit mehr als 2 Hähnen, während im Zillertal etwa ein Drittel der Balzplätze als eigentliche Balzarenen angesprochen werden kann. Dagegen gibt es vor allem in den Schwyzer Alpen und Voralpen grössere Regionen, in denen die Birkhähne regelmässig verteilt erscheinen und in fast gleichmässigen Abständen zueinander ihre Balzplätze behaupten. Überdies konnte ich mehrmals beobachten, dass sich die Hähne eines Hochtales in den Schwyzer Alpen an einzelnen Morgen auf einer Arena zusammenfanden, an anderen Tagen jedoch wieder gleichmässig verteilt jeder auf seinem Balzplatz blieb. Diese Beobachtung konnte ich auch in andern Teilen der Alpen wiederholt bestätigen, vor allem in der zweiten Hälfte Mai, wo sich auch die Hennen am Balzplatz einfinden. Ebenso gelang mir die Beobachtung, wie eine Henne über einen von drei Hähnen besetzten Balzplatz hinwegstrich und bei einem einzeln balzenden Hahn landete, von dem sie sich bald darauf treten liess. Ebenso wie Hjorth (1970) konnte ich mehrmals beobachten, wie Hähne ihren Balzplatz verliessen, um einer Henne zu folgen und diese bis in die Mittagstunde zu umwerben. Vermutlich findet ein grosser Teil der Paarungen ausserhalb der Balzplätze statt.

Einzeln balzende Hähne kommen mir oft vor wie Pioniere, die einen bloss suboptimalen Lebensraum zu besiedeln versuchen (Nachschub aus der Kernpopulation) oder zu halten bereit sind. Dadurch können sie zur Ausdehnung des von Birkhühnern besiedelten Areals beitragen und jene Funktion erfüllen, die für diese Art typisch ist. Anders als das Auerhuhn besiedelt das Birkhuhn nämlich nicht reife und sogar überalterte Wälder, sondern Pionierstufen, d.h. grosse Kahlschläge, Lawinenzüge, Waldbrandflächen, Gletschervorfelder, sowie jede Form natürlicher Waldgrenze an der Kälte- (Hochgebirge) und an der Nässegrenze.

Es scheint sinnvoll, die Funktion des «lek-systems» auch im Zusammenhang mit der Besiedlungs- und Ausbreitungsstrategie der Art zu untersuchen, ebenso aber auch mit Rücksicht auf die langfristige Stabilität lebenswichtiger Umweltstrukturen.

3.1.6. Verhaltensweisen mit Signalwirkung

In den folgenden zwei Kapiteln versuche ich zu erklären, welche besonderen Anforderungen ein Geländepunkt als Balzplatz zu erfüllen hat, und warum geeignete Balzplätze nur beschränkt verfügbar sind. Damit wird die Bindung des Birkhuhns an besondere Geländepunkte verständlich.

Besondere Ansprüche an Bodenbedeckung und Geländeausformung werden gestellt, wenn es darum geht, soziale Signale wirkungsvoll auszubringen. – Für den Menschen wie für die Birkhühner leicht erfassbare Signale sind optischer und akustischer Art. Wir sprechen im Folgenden deshalb nicht von Auslösern, weil der Auslösecharakter der einzelnen Signale nicht immer nachgewiesen ist.

Die gründlichste Darstellung der sozialen Verhaltensweisen der Birkhühner verdanken wir Hjorth (1970). Mir Ausnahme einer auf relativ wenigen Beobachtungen beruhenden Darstellung der Verhaltensweisen am Balzplatz von Blaser (1965) stammen all die zahlreichen originalen Arbeiten zu diesem Thema aus den Birkhuhnvorkommen der Tiefebene, bzw. aus Skandinavien (z.B. Brüll 1961, 1971; Koivisto und Pirkola, 1964; Koivisto, 1965; Kruijt und Hogan, 1964; u.a.m.) Glutz, Bauer und Bezzel (1973) bringen klare Zeichnungen einzelner Verhaltensweisen, abgestützt auf die Darstellungen von Hjorth

(1970), teilweise aber auch auf Photomaterial aus den Alpen (Zettel, Zbären). Die im Laufe dieser Untersuchung in den Alpen durchgeführten Beobachtungen ergaben keine Abweichungen der Verhaltensweisen zu den oben zitierten Beschreibungen aus ausser-alpinen Populationen.

Mit seinem dunkeln, blau- bis violettschwarz schimmernden Federkleid, den weissen Unterschwanzdecken, weissen Flügelspiegeln und Schulterflecken, den silbern schimmernden Flügelunterseiten und den roten, hochgeschwollenen Balzrosen trägt der Hahn eine besonders kourrastrreiche Tracht, mit der er sich gegen Schnee, Rauheif, Frühtau oder auch gegen den Horizont deutlich abhebt. Dank dieses eigentümlichen Federkleides kann wohl jeder Pose des Hahnes auch semantische Bedeutung zukommen.

Für die Wahl einer bestimmten Vegetationsstruktur oder Geländebeschaffenheit am Balzplatz wird von Bedeutung sein, welcher Art die hier hervorgebrachten Signale sind, wie sie hervorgebracht werden und wie weit sie wirken. Im folgenden werden die Verhaltensweisen, die am Balzplatz beobachtet werden können, drei grösseren Funktionskreisen zugeordnet und die besonderen Signale nach ihrer Nah- und / oder Fernwirkung beurteilt.

Die Abb. 6 gibt einen Überblick über die wichtigsten Verhaltensweisen des Anpreisens (= Advertising, Definition weiter unten), über die aggressiven Verhaltensweisen (Kampf – und unmittelbar vorhergehende Drohformen) und über die Verhaltensweisen der direkten Werbung und Paarung.

Ausgehend von den wenig intensiven, anonym adressierten Bewegungsformen des Anpreisens lassen sich mit stärkerer Motivation, bzw. äusserer Stimulierung die Bewegungsformen und Lautäusserungen auch der beiden anderen Funktionskreise beobachten:

Der ruhende Hahn trägt dauernd die Signale seines dunkeln Federkleides, der weissen Flügelbinden und roten «Balzrosen». Bei etwas stärkerer Motivation, sei es, dass andere Hähne zwar anwesend sind, aber nicht balzen, sei es, dass sich eine Henne lange vergeblich umwerben liess, kullert der Hahn auf den Fersen sitzend, mit leicht abgespreizten Schwingen (Forward cum Crouching = Kullern und sich Hinkauern). Bei Anwesenheit der Henne sind Flügel und Kopf tiefer gesenkt. – Bei noch stärkerer Motivation kullert der Hahn im Stehen oder Laufen. Dies ist die häufigste und zeitlich aufwendigste Verhaltensweise des balzenden Hahnes. Gerne dreht er sich an Ort – auch wenn er allein singt – oder er marschiert an die Grenzpunkte eines Territoriums, falls er Mitglied eines «lek», einer Balzgruppe, ist. Für nähere Beschreibungen der einzelnen Verhaltensweisen und der sie auslösenden Situationen sei auf Hjorth (1970) verwiesen¹.

Aus der Abb. 6 lässt sich erkennen, dass fast jede Verhaltensweise akustisch untermalt ist. – Akustische Fernwirkung allein kommt dem Nasalen Wiehern der Hähne und den Rufen der Hennen zu². – Optische Fernwirkung allein haben die weissen Unterschwanzdecken, wenn sie vom drohenden und vom werbenden Hahn gezeigt werden; im Nahbereich wirken sie beschwichtigend. Eine Fernwirkung gleichzeitig im optischen und akustischen Bereich haben jedoch nur die Verhaltensweisen des Anpreisens. Dieses Advertising – das Glutz, Bauer und Bezzel (1973) mit Werben übersetzen – dient dem Hahn zur Kundgabe seines Standortes und / oder seiner besonderen Qualitäten wie Körpergrösse, endogene Kondition u.a.m. Die Funktion auf der Seite des Empfängers kann aggressiv stimulierend (auf andere erwachsene Hähne), einschüchternd (auf einjährige Hähne) oder der Paarungsbereitschaft der Henne förderlich sein. Damit greifen Funktion und Kontext des Advertising weit über das eigentliche Werben hinaus und dienen einer bei höheren Wirbeltieren häufig zu beobachtenden Selbst-Darstellung (Meile und Bubenik, 1979).

Fussnoten:

1) Die bisherige Beschreibung des werbenden Hahnes wird hier ergänzt. Beim Umkreisen der Henne kippt der Hahn seinen Stoss nicht nur auf ihre Seite, er dreht die aufgefächerten Schwanzfedern oft gleichzeitig gegen die Längsachse, so dass das gegen die Henne zeigende Ende tiefer und weiter hintert liegt. Damit beschreibt der Körper des Hahnes von seiner Schnabelspitze bis zum hennenseitigen Schwanzende einen Bogen, in dessen Zentrum der Hahn die Henne zu halten versucht.

2) Hennen sind in der Nähe des Balzplatzes – zumal während der Hochbalz und wohl im Zusammenhang mit einer grösseren Aggressivität untereinander – sehr ruffreudig. Ihr Ruf hat jedoch einen merkwürdig dunklen Klang, sodass es dem Beobachter oft lange nicht gelingt, eine fortwährend rufende Henne zu lokalisieren. Eine ähnliche Schwierigkeit dürften mögliche Feinde haben.

3.1.7. Das «innere Bild» vom geeigneten Balzplatz

Wenn auch oft beobachtet werden kann, wie ein allein balzender Hahn längere Zeit schweigt, mit gestrecktem Hals umherblickt und sofort wieder zu singen beginnt, sobald er Signale eines Artgenossen sehen oder auch nur hören kann, brauchen wir dennoch nicht anzunehmen, er wähle einen exponierten Geländepunkt nur zum leichteren Empfang solcher Signale. In diesem Sinne gehen nämlich Gemsböcke (*Rupicapra rupicapra* L.) vor, wenn sie sich zu Beginn der Brunftzeit auf aussichtsreiche Posten stellen und von hier aus die Bewegungen von Artgenossen kontrollieren. Trotz des geringen Geschlechtsdimorphismus gelingt es ihnen nämlich, allfällige Rivalen schon auf grössere Distanzen zu erkennen. – Das Anpreiserverhalten der Birkhähne ist auch nicht so dialogisch angelegt, wie wir das bei vielen Bewohnern deckungsreicher Lebensräume beobachten, zum Beispiel beim Haselhuhn (*Bonasa bonasia*), beim Rauhfusskauz (*Aegolius funereus*) oder beim Rothirsch (*Cervus elaphus*).

Die Strategie des anpreisenden Birkhahns beruht offenbar darauf, vom selben Standort her über lange Zeit monologisch Signale mit optischer und akustischer Fernwirkung auszusenden. Hierfür wählt er einen Geländepunkt oder eine Singwarte mit grösstmöglicher Übersicht (cf. Kap. 5.4 und 5.7.). Die Überhöhung einer Kuppe oder Schwelle wird oft noch dadurch gesteigert, dass sich der Hahn auf einen Legföhrenbusch, ein Hütten-dach, eine Seggenbülte oder einen Zaunpfahl setzt (Abb. 7). Da das unmittelbare Werben und die Paarung oft auch abseits des Balzplatzes stattfinden, lässt sich zumindest eine sinnvolle Übereinstimmung feststellen zwischen der Art der stimulierenden und orientierenden Anpreisessignale und der zu deren Ausbringung gewählten Geländeform.

In diesem Zusammenhang – und zur Verdeutlichung – ist es aufschlussreich, Signale und Umweltstrukturen an den Balzplätzen der anderen heimischen Rauhfusshühner zu vergleichen. Der Auerhahn lässt nur sehr leise Töne von sich hören, darunter aber einige mit hoher Frequenz, die das Auffinden im deckungsreichen Habitat erleichtern. Keines der vielen optischen Signale wirkt auf weite Entfernung. Um sich ungehindert bewegen zu können und auch vor Feinden sicher zu sein, bevorzugt der Auerhahn am Balzplatz ein offenes Waldbild mit geringem Bodenbewuchs und möglichst wenig Sträuchern (cf. auch Roth und Nievergelt, 1975). Im Vergleich zu Balzplätzen des Birkhuhns weisen jene des Auerhuhns aber stets eine stärkere Bedeckung durch Kräuter, Zwergsträucher und Sträucher auf. Dementsprechend hält der Auerhahn beim Singen den Kopf hoch, während der Birkhahn ihn dabei waagrecht trägt. Nicht nur die Strukturen des Auerhuhn-Habitats, sondern vor allem auch die Vegetationsstrukturen und der Waldaufbau an den Balzplätzen des Auerhuhns sind einander sehr ähnlich, dies sogar in verschiedenen Waldgesellschaften (Hess und Meile, 1978). Abb. 5 zeigt die Vegetationsstruktur eines Auerhuhn-Balzplatzes in einem Bergföhren-Alpenrosenwald aus dem Schwyzer Untersuchungsgebiet. Abb. 12d zeigt das zugehörige Horizontogramm. Nicht selten liegt der Balzplatz des Auerhuhns an einer Flugsehneise. – Das Haselhuhn lebt monogam und in

reich strukturierter, unterholzreicher Waldvegetation. Sein Aktionsradius beschränkt sich auf ein verteidigtes Territorium ohne eine fest eingehaltene Singwarte. So ist es verständlich, dass die Laute des ausgezeichnet getarnten Vogels dank ihrer geringen Lautstärke, aber grossen Tonhöhe ein Lokalisieren auf kurze Distanz ermöglichen. – Das Schneehuhn dagegen lebt in der offensten der von unseren Rauhfusshühnern besiedelten Landschaften und ebenfalls monogam. Es verzichtet weitgehend auf optische Signale des Federkleides, zeigt jedoch einen auffälligen Balzflug und äussert weithin hörbare Ruffolgen. Nach dem Balzflug landet es oft auf hervorragenden Felsköpfen, Kuppen oder Schwellen. Damit ist das Schneehuhn in beiden Geschlechtern stets im Besitz eines wirksamen Farnkleides und nützt zur Ausbringung wichtiger Signale die Vorteile der offenen Landschaft aus.

Bekanntlich unterliegen balzende Birkhähne einem hohen Raubfeinddruck. Selbst im sehr schnellen Angriff aus der Luft haben Steinadler (*Aquila chrysaetos*) und Habicht (*Accipiter gentilis*) die Geschicklichkeit, die letzten Deckungsmöglichkeiten in der Nähe des Beutepferts für eine unbemerkte Annäherung auszunützen. Ebenso pirscht der Fuchs (*Vulpes vulpes*) im Schutze der niedrigsten Deckung an den Balzplatz. Birkhühner fliegen zwar sehr schnell, legen aber zu Beginn der Flucht eine etwa 30 m lange Flatterstrecke zurück, innerhalb derer sie sich unter heftigen Flügelschlägen vom Boden erheben. Hernach bewegen sie sich in einer Art Gleitflug gewöhnlich leicht abwärts, oft in einem Bogen um eine Bergflanke und zum Schluss erst wieder leicht bergwärts. Gewöhnlich endet die Flucht in einem mittelhohen Nadelbaum. Als Fluchtstrecke werden offene, hindernisfreie Geländeabschnitte gewählt. Diese Fluchtform ist bei den Hähnen ausgeprägter als bei den leichteren Hennen. Unter Berücksichtigung all dieser Eigentümlichkeiten des Birkhuhns und seiner häufigsten Feinde würde es nicht erstaunen, wenn bei der Wahl eines Geländepunktes als Balzplatz auch die Feindvermeidung eine Rolle spielte. Abstand und Sichtwinkel zum Horizont sowie die damit verbundene Horizonteinengung bestimmen, wie frühzeitig ein Feind, der sich aus der Luft oder am Boden nähert, erkannt werden kann, und ebenso, wie leicht und schnell die Flucht ergriffen werden kann. Erhöhte Geländepunkte mit abwärts führenden freien Flugschneisen erlauben kürzere Flatterstrecken. Die Bedeutung der Geländeform für die Feindvermeidung mag auch aus den beiden folgenden Beobachtungen erhellen:

Beim Auftauchen eines vorbeifliegenden Wanderfalken (*Falco peregrinus*) hat ein Birkhahn seinen Balzplatz, eine sehr freie Kuppe mit steilen Abhängen sofort verlassen, ist jedoch nach 10 Minuten zurückgekehrt, um weiter zu singen. – Mitten im günstigsten Birkhuhn-Lebensraum des Kantons Schwyz hat 1980 ein Paar Steinadler zwei Junge grossgezogen. Gebrochene und ausgerissene Schwanzfedern von Birkhähnen konnten schon 1978 auf den Balzplätzen in der Umgebung des Horstes gefunden werden. Auf einem dieser Balzplätze findet seit Jahren eine Gemeinschaftsbalz statt. Mindestens zwei Jahre lang konnte im selben Territorium ein Birkhahn mit zweimal fünf gekrümmten Schwanzfedern bestätigt werden.

Am 21. Mai 1980 traf ich diesen Hahn ohne alle Schwanzfedern an, lediglich ein paar weisse Unterschwanzdecken waren ihm verblieben. Der Hahn war voll aktiv und verteidigte seine Territorium bis in den Juni. An jenem Morgen fand ich nach der Balz sämtliche Schwanzfedern beieinanderliegend in einer Mulde, welche den Übergang vom Balzplatz – eine Kuppe – zum Steilhang bildet. Vermutlich passierte hier folgendes: In dieser Mulde vermochte der Birkhahn einen nahenden Feind nicht zu erkennen. Dagegen konnte er sich mithilfe einer Schreckmauser retten (über Schreckmauser bei Rauhfusshühnern cf. Höglund 1964). Am 26. Mai desselben Jahres strich ein Steinadler über diesen und andere benachbarte Balzplätze, ohne dass einer der Hähne auch nur zu küllern aufgehört hätte.

Im Karwendel wurden mir mehrere jetzt verwaiste Balzplätze gezeigt, an denen von den zuständigen Berufsjägern der Steinadler für das Verschwinden der Birkhähne verantwortlich gemacht wurde. Stets waren es Balzplätze, an welche der Adler im Schutze von Latschen oder Felsformationen unbemerkt herantossen konnte. Einmal wurde hier auch der Uhu (*Bubo bubo*) bezichtigt, so lange an einem – unterhalb der Waldgrenze liegenden – baumbestandenen Balzplatz gejagt zu haben, bis er von den Birkhähnen nicht mehr benützt wurde. Dagegen berichtet ein Berufsjäger eines Zillertaler Revieres, in dem der Uhu schon über 30 Jahre horstet, diesen in den ersten Morgenstunden öfter auf Balzplätzen beobachtet zu haben, ohne dass er Angriffe auf die schon balzenden Birkhähne hätte feststellen können.

Nach diesen Beobachtungen und nach der heutigen Kenntnis über das Verhalten des Birkhahns am Balzplatz und bei der Flucht erstaunt es nicht mehr, dass der Birkhahn als Balzplatz immer wieder eindeutig und eng definierbare Standorte wählt (vergl. Kap. 5.4. und 5.7.). Wenn wir dem auffälligen und zeitlich und energetisch so aufwendigen Balzverhalten einen Anpassungswert zubilligen, müssen wir dies wohl auch für die funktionelle Abstimmung von Signalen, Feindvermeide-Verhalten und Umweltstruktur annehmen. Hierauf hat schon Hjorth (1977) hingewiesen.

Beispiele einer guten Übereinstimmung von Verhalten und Standortwahl liessen sich in erstaunlicher Zahl anführen. Besonders leicht und eindeutig beschreibbare Standorte werden gewählt, wenn es sich um Nestplätze, Singwarten oder Kröpfplätze von Greifvögeln handelt. Solche mit Vorteilen ausgestatteten Geländepunkte, sogenannte «vantage points», können dem Rothirsch und der Gemse als bevorzugter Liegeplatz, dem Auerhahn aber als Bodenbalzplatz dienen; in einem anderen Beispiel dient ein Felskopf der Gemse als Liegeplatz und Aussichtspunkt, dem Adler als Kröpfplatz, dem Birkhahn als Balzplatz und dem Menschen ebenfalls als Rastplatz und Aussichtspunkt. Klare Beispiele für ein «inneres Bild» bei der Orientierung im Gelände und der Gelände­nutzung liefern auch der Uhu (Haller, 1978) und der Steinadler (Glutz, Bauer und Bezzel, 1976; Meile, unveröffentl. Daten) bei der Wahl des Horststandortes.

Grundsätzlich kann die Bindung eines Tieres an einzelne Strukturen (Strukturelemente, bzw. deren Kombinationen) bedingt sein durch morphologische, bzw. physiologische Anpassungen (z.B. Schnee / Hornstifte an den Zehen bei Rauh­fuss­hühnern; Nahrungsangebot / Proteinbedarf), durch bestimmte Verhaltensweisen (Zufluchtstätten / Fluchtverhalten; Raumstruktur/kommunikative Signale) und schliesslich mit Hilfe kognitiver Fähigkeiten, anhand derer sich das Tier in seinem Habitat orientiert (Suchbilder). Ob im einzelnen Fall guter Übereinstimmung von Verhalten und Standortwahl blosses Lernen am Erfolg, genetische Prädisposition oder eigentliche Sollwerte ausschlaggebend sind, können nur Experimente entscheiden.

Im Zusammenhang mit der Wahl eines Balzplatzes durch Auer- und Birkhuhn wurde in letzter Zeit öfter von Sollwerten gesprochen (Meile, 1980, Glänzer, 1981., Hjorth 1982). Dass Auerhuhn-Balzplätze – selbst in verschiedenen Waldgesellschaften – immer wieder in so ähnlichen Waldbildern gefunden werden, kommt diesem Konzept ebenso sehr entgegen, wie die Tatsache, dass die Balzplätze des Birkhuhns regelmässig im jeweils offensten Landschaftsbild liegen. Vor allem aber ist bezeichnend, dass sich die Balzplätze beider Arten in aller Regel dort befinden, wo sich die Vegetationsstruktur, und damit die Raumstruktur, natürlicherweise auch langfristig kaum ändert. Für das Auerhuhn sind dies reife Waldbestände, für das Birkhuhn Flachmoore, waldfreie Bergkuppen oder offene Hänge oberhalb der Waldgrenze. Viele der bekannten Balzplätze werden über Jahrzehnte beibehalten, traditionell, wie oft behauptet wird, oder vielmehr, weil sie sich bewährt ha-

ben, wie ich behaupten möchte. In vielen bekannten Beispielen wurden die tradierten Balzplätze nämlich aufgegeben, nachdem ihre Raumstruktur verändert worden war. In der Diskussion um das Bewusstsein bei Tieren hebt Griffin (1976) den selektiven Anpassungswert von «inneren Bildern» der physikalischen, biologischen und sozialen Umwelt hervor. In diesem Sinne stellt das oben postulierte Suchbild einen Sollwert dar, an welchem bei der Wahl des Balzplatzes in der tatsächlichen Istwelt Kriterien der Feindvermeidung und der Wirkung der ausgebrachten Signale «gemessen» werden. Nimmt man für die so zeit- und energieaufwendigen Verhaltensweisen des Selbstanpreisens am Balzplatz einen Selektionsvorteil an, dürfte auch ein «inneres Bild» der vorteilhaften Raumstruktur am Balzplatz einen hohen Anpassungswert besitzen. Dabei ist anzunehmen, dass ein Teil dieses Suchbildes vor aller (individuellen) Erfahrung besteht, mithin angeboren ist. Unbestreitbar ergeben solche «inneren Bilder» bei der Raumnutzung durch einen K-Strategen wie das Auerhuhn, das reife oder überreife Waldbilder bewohnt, oder das Birkhuhn, wo es Teil langfristig stabiler Lebensgemeinschaften ist, einen besonderen Sinn. Wie weit solche – immer noch postulierten – inneren Bilder eine Landschaft für eine Tierart als attraktiv oder bewohnbar erscheinen lassen und damit auch Dichte und Verteilung einer Tierart beeinflussen, bevor die Nahrung begrenzend wirkt, ist bisher wenig beachtet worden.

3.2.0. Voraussetzungen und Anforderungen bei der Errichtung von Wintersportanlagen

3.2.1. Anforderungen des Unternehmers

Die erste Überlegung bei der Planung eines Skigebietes oder einer einzelnen Anlage ist finanzieller Art, sofern sich einer Erschliessung nicht schwerwiegende technische Hindernisse entgegenstellen (z.B. steile Lawinenhänge, Erdbebengefahr, Murgänge, Gletscherspalten).

Vor allem drei Forderungen müssen erfüllt oder erfüllbar sein:

- Die Talstation muss leicht erreichbar sein, ausserhalb eines grösseren Fremdenortes auch mit privaten Personenwagen. Für diese müssen in nächster Nähe ausreichende Abstellmöglichkeiten zur Verfügung stehen.
- Die Kapazität der Anlagen muss einmal auf die Anzahl der Fremdenbetten im näheren Einzugsbereich und zudem auf die skifahrende Bevölkerung im weiteren Einzugsbereich abgestimmt sein. Dies sind die zwei wichtigsten Grössen des Nachfragepotentials, welches im weiteren durch eine Reihe messbarer Grössen bestimmt wird: übriges Angebot an Erholungsaktivitäten, Fremdenverkehrsformen, Distanzschwellen usw. (cf. Elsässer, Fehr und Maurhofer, 1977; Salzmann, 1973; Barnick, 1973; Klier, 1973; Von Allmen, 1978; Maurhofer, 1978).
- Das Geländepotential (Anzahl Skifahrer, die in einem Geländeabschnitt mit Wintersporteinrichtungen Platz finden) wird dem Nachfragepotential gegenübergestellt; die ermittelte oder erwartete Ausnutzungsziffer bestimmt die Ausmasse der Wintersporteinrichtung.

3.2.2. Anforderungen des Skifahrers an Piste und Bergstation

In den ersten Zeiten des Skisports erfreute sich der Skifahrer an der Abfahrt über mehr oder weniger steile Almen, um Felsblöcke herum, über verschneite Zwergstrauchheiden, durch lückigen Wald, über Lichtungen, Schläge, Weiden und Wiesen hinunter ins Tal.

Heute – nach 25 Jahren Massenskilauf – wird diese Art von Abfahrten wieder beliebt, aber die Zahl der «Individualisten» hat sich verzehnfacht- oder verhundertfacht!¹ Dazu werden vor allem sonnenarme, kalte Nord- und Osthänge aufgesucht, da sie mit der grössten Regelmässigkeit den so begehrten Pulverschnee bieten. Dabei berühren diese «wilden» Skifahrer regelmässig die wichtigsten Wintereinstände der Birkhühner, geraten aber auch in die Einstandsgebiete der bereits verdrängten Gamsen und Hirsche. Diese Tiere sind gezwungen, auf immer engerem Raum zu überwintern. Fast stets ziehen sie sich in die am reichsten strukturierten Waldteile zurück, wo sie sich gegenseitig die Nahrung streitig machen und oft erheblichen Wildschaden anrichten. Die erste Pflanze, die hier leidet, ist die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), die auch dem Haselhuhn als Nahrungsgrundlage dient (Scherzinger, 1976; Zbinden, 1979).

Die grosse Masse der Skifahrer zieht es jedoch vor, auf gut präparierten Pisten möglichst viele Abfahrten hinter sich zu bringen. Maurhofer (1978) schätzt die mittlere tägliche Fahrleistung eines Skifahrers auf 3000 – 3500 Höhenmeter in Gebieten mit bescheidenen Höhendifferenzen, oder auf 4000 – 4500 Höhenmeter in Gebieten mit Höhendifferenzen von über 1000 Metern.

Zwar liegen heute die weniger steilen, kurzen Übungshänge abseits der grossen Pisten, und fast jeder Skifahrer ist mit geschalten Schuhen und Sicherheitsbindungen besser ausgerüstet und versteht seine Skier geschickter zu führen, als noch vor zwanzig Jahren. Trotz all dem haben die Unfallhäufigkeit und das Unfallrisiko beträchtlich zugenommen, so dass Arbeitsausfall und Heilkosten bereits volkswirtschaftliche Bedeutung erlangen (Schwarzenbach, 1979). Die SUVA, eine schweizerische Versicherungsanstalt, verzeichnete 1977 für 1,597 Mio. vollbeschäftigte Versicherte 13'766 Skiunfälle mit Gesamtkosten von 33,878 Mio. Franken. Heute liegen die allermeisten Unfälle im Fehlverhalten und der Fehleinschätzung des betroffenen Fahrers selbst begründet, sind somit Selbstunfälle, und nur ein geringer Teil resultiert aus Kollisionen mit Hindernissen oder anderen Skiläufern (Schwarzenbach, 1.c.). Um die Fahrleistung der Skifahrer und damit die Ausnützung der Transportanlagen zu steigern, werden Hindernisse beseitigt und die Pisten präpariert. Präparierte Pisten sind schnelle Pisten; beträgt die Hangneigung über 35 %, kann der Bremsweg eines gestürzten Skifahrers im Kunstfaser-Anzug schon über 150 m lang werden, was praktisch einem Unfall gleichkommt (Maurhofer, 1978). Es ist leicht verständlich, dass der Skifahrer bemüht ist, sich gerade an der Grenze seines technischen Fahrvermögens zu bewegen. Nach dem oben zitierten Autor haben verschiedene Untersuchungen ergeben, «dass die bevorzugte Hangneigung des Skifahrers zwischen 21 und 32 % liegt. Die Attraktivität eines Skigebietes ist direkt abhängig von dem möglichst grossen Anteil an Pisten in diesem Neigungsbereich». Da auch der Skifahrer ein psychologisches Bedürfnis zur Wahrung eines angemessenen Sozialabstandes und nach ausreichender Bewegungsfreiheit und Sicherheit besitzt, beansprucht er eine bestimmte Pistenfläche – von Allmen (1978) gibt hierfür 1400 m² an – und nimmt damit Einfluss auf die geforderte Pistenbreite. Er verabscheut lange Flaschenhälse in der Abfahrt, schätzt jedoch Ruhestellen, an denen er sich mit anderen Fahrern treffen und von wo aus er den kommenden Pistenabschnitt überblicken kann².

Im allgemeinen ist der Skifahrer recht gut in der Lage, Hindernisse zu umfahren. Er schätzt das sogar. Hindernisse hemmen aber die Durchsatzgeschwindigkeit einer Piste und sind deshalb wirtschaftlich uninteressant. Hingegen setzt der Skifahrer – da er fast immer jeder alpinen Erfahrung entbehrt – voraus, dass die markierten Pisten lawinensicher seien und an wenigstens 100 Tagen sichere Schneeverhältnisse aufwiesen. Er fühlt sich in extremen Weich- oder Hartschneeverhältnissen unsicher. Damit können stark südexponierte

Hanglagen selbst in grösserer Höhe unattraktiv werden.

Während die eigentliche Abfahrt im Schatten und damit mehr oder weniger nordexponiert liegen darf, wünscht der Skifahrer an der Bergstation einen sonnigen, jedoch windgeschützten Platz mit weiter Aussicht. ³ – Die Abbügelstelle und der Sammelplatz dürfen nicht vereisen. Damit sind Hangschultern, weiche Gratlagen und Vorgipfelbereiche oder Gipfelbereiche am Talausgang prädestiniert zur Anlage von Bergstationen.

3.2.3. Geländeanforderungen des Lift- und Pistenbauers sowie des technischen Wartungsdienstes

«Die Grundforderung an eine Massenskipiste könnte in einem Satz zusammengefasst werden: Massenspisten müssen so gebaut sein, dass sie zur Gänze maschinell gepflegt werden können und in ihrer Breite der Frequenz der Aufstiegshilfe entsprechen», so Girardi, 1974.

Umgemünzt auf die Anforderungen an das Gelände bedeutet die obige «Grundforderung», dass die Neigung der Steigfähigkeit eines effektiv arbeitenden Pistenfahrzeuges entsprechen muss. Sie darf 40 % nicht übersteigen und liegt am besten bei 30 %. Das sind Werte, die von vielen Autoren einhellig angegeben werden (Wolfgang, 1969; Girardi, 1974; Schleuning, 1974). Dies ist auch der vom mittelmässigen Könnler gerne befahrene Neigungsbereich. Überdies treten bei grösserer Neigung bald die gefürchteten Buckel auf.

Fallinie und Geländeformen

Pistenfahrzeuge sind nicht in der Lage, steilere Hänge zu queren. Sie arbeiten am besten in der Fallinie. Auf längere Strecken in der Vertikalen angelegte Pisten wirken aber im Landschaftsbild – zumal als Rodung – immer künstlich und für den Skifahrer langweilig. Ausserdem verstärken sich hier die Probleme von Wasserhaushalt und Bodensicherung. Friedl (1969) meint zu diesem Interessenkonflikt: «Eine reiche horizontale Gliederung der Berghänge durch Steilstufen, Verflachungen und Böden ist für den Bau von Skiabfahrten besonders förderlich. Die flachen Stufen bilden ideale Ausläufe und eignen sich hervorragend für Drehpunkte innerhalb der Abfahrt.» An anderer Stelle schreibt er: «Werden Skiabfahrten an grossen, steilen Bergflanken gebaut, müssen die Fallinienschneisen parallel verschoben werden...» Diese mehr vertikalen Schneisen werden heute einheitlich mit 6 m breiten Schiwegen verbunden.

Hindernisse

Hindernisse hemmen die Durchsatzrate. Deshalb werden Pisten heute als eigentliche Bauwerke mittels schwerer Schubraupen planiert. Felsen werden gesprengt, Löcher zugeschüttet, Zwergstrauchfelder ausgeschoben oder überschüttet, Wurzelstöcke entfernt. Oft werden grössere Erdverschiebungen durchgeführt, um einem Hang eine andere Querneigung zu geben und ihn schneesicher zu machen. Ähnlich wird vorgegangen, wenn Schneeverwehungen gezielt beseitigt oder ausgenützt werden sollen.

Wasserhaushalt und Bodensicherung

Dass bei solch massiven Erdarbeiten in steilem Gelände die zumeist ohnehin geringe Stabilität der Böden leiden kann, liegt auf der Hand. Moorige und wasserzügige Stellen werden drainiert, da hier die Schneedecke schlecht hält oder weil sich Eisaufquellungen bilden können. Schliesslich vermag eine vollständig planierte und vor allem auch begrünte

Pistenfläche die Schneedecke länger zu halten. So grossflächige Eingriffe bringen aber nicht nur lokale Probleme des Wasseraustrittes. Das Abflussregime eines ganzen Berghanges wird verändert, was bei Unwettern in ausgedehnten Murgängen und Felsrutschen schwerwiegende Folgen haben kann, und – wie die Erfahrung zeigt – auch immer wieder hat!

Liftrasse

Angeichts der komplexen Geländemerkmale und des Umfangs der baulichen Arbeiten, die zur Anlage einer Piste erforderlich sind, ist es verständlich, wenn die Trasse der Aufstiegshilfe erst bestimmt wird, nachdem der Verlauf der Piste geklärt ist. Für diese Trasse gilt, dass sie in der Falllinie geführt werden muss und keine Gegensteigungen, also Mulden und Senken, keine brüskten Kanten, keine Kurven und Eisstellen aufweisen darf.

Bergstation

Erst jetzt werden auch an den Platz für die Bergstation Anforderungen gestellt. Die Station muss auf einer wenigstens 15 m breiten Kuppe oder Krete plaziert werden können, wenn sie am Hinterhang verankert werden soll. Andernfalls wird unterhalb der Kammlage der nötige Platz für Wendestelle, Masten, Verankerung, Aufsichtsunterstand, Aussteige- und Sammelstelle der Fahrgäste maschinell ausgeschoben.

Talstation

An die Talstation werden hauptsächlich räumliche Ansprüche gestellt. In tiefen Lagen muss sie nordexponiert liegen, um scheesicher zu bleiben. Andernfalls wird eine Zubringeranlage benötigt, die die Touristen vom Parkplatz ins schneesichere Skigebiet bringt.

Unser Überblick über die Geländeansprüche seitens der Skifahrer, Unternehmer, Bauingenieur und des Wartungsdienstes lässt erkennen, dass an den Standort der Bergstation direkt und indirekt über die Ansprüche an das darunterliegende Gelände die grösste Zahl von Forderungen gestellt wird.

Fussnoten zu 3.2.0

- 1) Auch dieser Trend ist heute bereits vielfach kommerzialisiert, und statt der üblichen Aufstiegshilfen verfrachten Helikopter diese besonderen Touristen und ihre Führer auf zahlreiche Gipfel z.B. der Bündner und Waliser Alpen!
- 2) Eine Reihe spezieller Anforderungen an Skipisten werden zusätzlich gestellt, wenn hier von internationalen Sportorganisationen anerkannte Skirennen durchgeführt werden sollen. Viele Kurorte bemühen sich um eine solche FIS-Rennstrecke, um zu grösserer Bekanntheit zu gelangen (Spiess, 1969; Gertsch, 1973).
- 3) Die Qualität einer Aussicht kann abhängen vom durchschnittlichen Abstand und Blickwinkel zur Horizontlinie, dem Anteil tiefergelegenen, überblickbaren Geländes und von attraktiven Objekten wie Seen, Wäldern, Felspartien, Gletschern, Berggipfeln, Wasserfällen, Ortsbildern usw.

4.0.0. UNTERSUCHUNGSGEBIETE UND METHODEN

4.1.0. Untersuchungsgebiete

Zur Abgrenzung der Untersuchungsgebiete eigneten sich Kriterien, die mit der Problematik in keinem Zusammenhang stehen, aber eine ausreichende Zahl an Geländepunkten einschliessen lassen. Berg- und Talstationen waren am seltensten. Die Wahl von 3 verschiedenen Gebieten sollte es erlauben, allgemeinere Schlüsse zu ziehen. Sie sollten sich deshalb im Landschafts-Charakter unterscheiden. Es wurde als erstes die ganze Fläche des Kantons Schwyz als Untersuchungsgebiet gewählt. In einem zweiten Schritt und als Vergleich wurden die Gebiete Karwendel und Zillertal dazugenommen.

4.1.1. Kanton Schwyz

Er liegt am Alpen-Nordrand, 50 km von der Stadt Zürich entfernt. Seine unteren Lagen sind durch Molasse-Schüttungen (Nagelfluh) und ausgedehnte Moränen-Hügel gekennzeichnet. In der Voralpen-Region herrschen Mergel, Nummulitenkalk und Flysche vor, während die Alpen (max. 2801 m ü.M.) den Helvetischen Kalkdecken angehören. Die Waldgrenze liegt auf 1700 – 1800 m.

4.1.2. Karwendel

Im Karwendel bilden Wasserscheiden und die österreichisch-deutsche Landesgrenze die Grenzen des Untersuchungsgebietes. Bearbeitet wurden von Ost nach West die Regionen Steinberg (Rofan, Unnutz, Guffert), das Achenttal zwischen Maurach und Achenwald (ohne Pertisau) und das Bächental zwischen Mondscheinspitze (2106 m), Baumgarten und Kesselbach. Die Waldgrenze liegt zwischen 1600 m und 1800 m, Legföhren steigen über 2000 m. Kalk und Dolomit bilden den Untergrund.

4.1.3. Zillertal

Hier wurde das Tal des Finsingbaches von Fügen bis Roskopf (2576 m) und die Region Stummerberg und Gerlos bearbeitet. Von der Salzburger Grenze westwärts sind eingeschlossen das Schönachtal (Ziller Kopf 2995 m), das Wimmertal und die Süd- und Westhänge des Isskogel, Kreuzjoch (2558 m) und Schartenjoch jeweils bis zum Wasserlauf des Gerlosbaches, des Ziller und des Märzenbaches. Der Untergrund ist hauptsächlich Gneis und Schiefer.

Anhand der unterschiedlichen Häufigkeiten der Geländeformen an den Zufallspunkten (Abb. 11) und deren Höhenverteilung (Abb. 10) lassen sich die drei Landschaften in etwa charakterisieren: im Karwendel herrschen brüske, vertikale Formen vor, im Zillertal grosszügige Hanglagen und in Schwyz einzelne horizontale Stufen (Mittelland mit Seen, Voralpen-Hügel, Alpen).

4.2.0. Methoden und Vorgehen

4.2.1. Landschaftsökologischer Ansatz

Da hier die Ansprüche zweier sonst kaum vergleichbarer «Konkurrenten» untersucht werden sollen, wurde für die quantitative Behandlung des Problems ein relativ grosszügiger, landschaftsökologischer Ansatz gewählt. Es ging darum, bestimmte Geländepunkte aufgrund ihrer Eigenschaften wie Geländeform, Art der Bodenbedeckung etc. zu vergleichen. Der hier angewandte landschaftsökologische Ansatz lässt sich aber auch mit einem besonderen Verständnis des Birkhuhn-Lebensraumes begründen. Ein Birkhuhn bewegt sich innerhalb seines Aktionsraumes nicht in zufälliger Weise und hält sich auch nicht zufällig lange an einem Punkte auf. Letztlich verteilen sich Birkhühner nicht in zufälliger Weise über die Alpenlandschaft, sondern halten sich in ihr an begrenzte Räume, die Population an den Birkhuhn-Lebensraum, das Einzeltier an seinen Aktionsraum. Derselbe beinhaltet eine Summe von Kombinationen bestimmter Strukturelemente. Als Strukturelemente – mit eigener Bedeutung oder bedeutungsvoll in Kombination mit anderen – kommen z.B. in Frage: Höhe ü.M., Hangneigung, Exposition, Schneebeschaffenheit, Begegnungswahrscheinlichkeit mit einem Raubfeind.

Kombinationen solcher Strukturelemente ergeben für das Tier z.B. Nahrungsplätze, Zufluchtstätten, Singwarten u.ä. Erst die Summe lebenswichtiger Kombinationen bestimmt die Ausdehnung eines Aktionsraumes für den Einzelvogel, bzw. des Lebensraumes für eine Gemeinschaft von Vögeln.

Ein Strukturelement ist spätestens dann sicher ansprechbar, wenn sich beim fraglichen Tier, hier also dem Birkhuhn, eine im Laufe seiner Entwicklungsgeschichte erworbene Anpassung hieran nachweisen lässt. Damit sind Strukturelemente notwendigerweise redundante, also wiederholt auftretende Erscheinungen oder Ereignisse in der Umwelt des Vogels. Solche Strukturen stellen für die Art oft unverzichtbare Bestandteile des Lebensraumes dar. (vergl. dazu Beispiele und Ausführungen in Kap. 3.1.7.).

4.2.2. Geländepunkte

Folgende Geländepunkte werden miteinander verglichen:

- Balzplätze von Birkhühnern, sofern sie mehrere Jahre hintereinander und zwischen April und Juni während mehrerer Beobachtungstage von wenigstens einem singenden Hahn besetzt waren;
- Bergstationen von touristischen Transportanlagen (Seilbahnen, Sesselbahnen, Skiliften), sofern sie mit einer Skiabfahrt verbunden sind;
- Pistenpunkte: pro Skiabfahrt wurden 3 Pistenpunkte aufgenommen, je einer in ihrem oberen, mittleren und unteren Drittel. Sie wurden auf einer Landkarte willkürlich bestimmt, im Feld aber um eine zufällige Anzahl von Schritten nach links und um eine ebensolche Anzahl von Schritten bergauf versetzt. Kam ein Pistenpunkt auf eine (durch den Pistenbauer verursachte) Waldrodung zu liegen, wurde stattdessen das nächstliegende, entsprechende Waldbild aufgenommen.
- Talstationen der oben angegebenen Transportanlagen.
- Zufallspunkte = gleichmässig zufällig gestreute Geländepunkte. Sie liegen an den Kreuzpunkten eines Koordinatennetzes in Abständen von 2 km. Somit repräsentiert ein Zufallspunkt 4 km² aus dem Untersuchungsgebiet.

Diese Geländepunkte verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Regionen:

Tab. 1:

| Untersuchungsgebiet | Schwyz | Karwendel | Zillertal |
|---------------------------------|--------|-----------|-----------|
| Bezugsfläche (km ²) | 912 | 220 | 228 |
| Balzplätze | 97 | 48 | 35 |
| Bergstationen | 53 | 19 | 15 |
| Pistenpunkte | 159 | 60 | 51 |
| Talstationen | 53 | 19 | 15 |
| Zufallspunkte | 228 | 55 | 57 |

4.2.3. Eigenschaften der Geländepunkte

Die einzelnen Eigenschaften, die von jedem Geländepunkt erhoben wurden, sind aus dem Erhebungsformular im Anhang ersichtlich. Dort finden sich auch die betreffenden Definitionen. Das Erhebungsformular trägt den bisherigen Kenntnissen über Lebensansprüche der Raufusshühner ebenso Rechnung wie land- und speziell forstwirtschaftlichen Gesichtspunkten (vgl. auch Roth und Nievergelt, 1975; Eiberle, 1976). Das hier angewendete Erhebungsverfahren wurde bereits zur Erfassung von Auerhuhn-Lebensräumen eingesetzt und eignet sich auch für engere ökologische Fragestellungen. Glänzer (1980) schlägt ein Verfahren zur Aufnahme von Vegetationsstrukturen vor, wobei er gross- und kleinflächige Strukturanteile unterscheidet und die Befunde graphisch auszuwerten versucht. Dieses Verfahren, ebenso wie das von Marcström (mündl. 1981) vorgeschlagene Verfahren grossflächiger Strukturanalysen, wird sich im reichgegliederten Gelände in den Alpen nur dann bewähren, wenn zusätzlich der Tatsache Rechnung getragen wird, dass hier wichtige Habitatteile oft voneinander durch unbewohnbare Geländepartien getrennt sind und in sehr unterschiedlichen Ausdehnungen zur Verfügung stehen.

Folgende Werte wurden aus einer Landkarte im Masstab 1:25'000, bzw. 1:50'000 abgelesen oder gemessen:

Höhe über Meer; Abstände zu anderen Geländepunkten, Transportanlagen, Pisten, Wegen und Strassen sowie Ruhe- und Nahrungsplätzen des Birkhuhns und zu Gewässern; auch die Exposition eines Hanges kann mit dem Kompass auf der Karte ermittelt werden. Mit einem einfachen Winkelmesser werden im Gelände die Hangneigung an Ort und 100 m berg- und talwärts als Durchschnitt gemessen, ebenso der Winkel zum nächsten sichtbehindernden Horizont (Abb. 1). An Ort und Stelle wurde auch die Horizonteneigung gemessen. Hierzu diente das Horizontoskop nach F. Tonne (1954). Diese Horizonteneigung wurde während der Vegetationszeit gemessen. Dabei ist zu beachten, dass das Birkhuhn bei hoher Schneelage, wie sie in vielen Teilen der Alpen während der Balzzeit die Regel ist, ein offeneres Landschaftsbild antrifft.

Alle anderen Parameter werden im Gelände sorgfältig geschätzt, bzw. ausgezählt: in einem engeren Umkreis mit dem Radius von 10 m die Pflanzengesellschaft (Waldgesellschaft, Grünlandgesellschaft), ihre Zusammensetzung, Struktur und die Deckungsanteile der einzelnen Strukturelemente, sowie die Nutzungsform; in einem weiteren Umkreis mit dem Radius von 300 m die Art der Bodenbedeckung und ihre Anteile. Es wurde im weiteren bestimmt, auf welcher Geländeform von 9 möglichen der Geländepunkt liegt, und wieviele dieser Geländeformen im Perimeter ($r = 300 \text{ m}$) angetroffen werden. Es gelang,

alle aufgenommenen Punkte einer der folgenden Geländeformen zuzuordnen: Ebene, Mulde, Senke, Graben, Schlucht = Klamm, Kuppe, Grat, Schwelle = Hangschulter. Die Qualität «andere Geländeform» wurde nicht benötigt, Definitionen im Anhang.

4.2.4. Feldarbeit

Die Balzplätze im Kanton Schwyz wurden von mir in den Monaten April bis Juni der Jahre 1976-1979 systematisch gesucht. Ein Teil dieser Balzplätze war mir schon seit vielen Jahren bekannt, in einigen Fällen hat mir Ruedi Hess, Unterägeri, wertvolle Hinweise gegeben. Alle Balzplätze wurden im Mai ein- oder mehrmals bestätigt. Hierfür setzte ich mich gewöhnlich lange vor Tagesanbruch auf einen aussichtsreichen Geländepunkt, suchte die Balzplätze aufgrund der singenden Hähne mit blossen Verhören und mit einem Feldstecher, Habicht, 7 × 42, und beobachtete die Vögel schliesslich aus respektvoller Distanz mit einem Fernrohr 30 × 75. Um weitere Balzplätze zu finden, wurde der Aussichtspunkt zuweilen ein- oder mehrmals am Morgen gewechselt. Anhand der wenigen Balzplätze, die mir im Frühjahr 1980 noch bekannt geworden sind, nehme ich an, dass diese Arbeit sich auf 90 % oder mehr aller regelmässig benützten Balzplätze im Kanton Schwyz stützt. – In den Tiroler Untersuchungsgebieten wurden mir die Balzplätze in vertrauensvoller Weise von den zuständigen Revierjägern gezeigt. Dabei erwies sich, dass hier die Balzplätze bereits recht vollständig bekannt waren. Dies erklärt sich aus der Tradition, den Birkhahn während der Balz zu bejagen. Im Kanton Schwyz ist der Birkhahn geschützt.

Bei der Suche nach den Balzplätzen in allen drei Untersuchungsgebieten gelangen mir ungefähr 150 Stunden Beobachtung an Birkhühnern. Dabei konnte ich keine Abweichung der Verhaltensweisen zu den Beschreibungen finden, die ausschliesslich auf ausser-alpinen Beobachtungen beruhen.

In der Vegetationszeit der Jahre 1977-79 wurden die anderen Geländepunkte aufgesucht. Einige schlecht zugängliche, aber gut einsehbare Geländepunkte (Seen, grosse Felswände, Legföhrenfelder) wurden auf Distanz eingemessen und eingeschätzt und anhand von Luftbildern des Forstdienstes überprüft.

4.2.5. Statistische Auswertung

Neben den Mittelwerten (\bar{x}) und der jeweiligen Standardabweichung (SD) wurden mithilfe des U-Testes nach Mann und Whitney (1947) auch Unterschiede zwischen den Datensätzen verschiedener Geländepunkte, bzw. Untersuchungsgebiete errechnet und mit + (plus) gekennzeichnet, sofern ein Unterschied mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P \leq 0,04$ gesichert werden konnte, andernfalls mit einem – (minus).

Zur Darstellung von Zusammenhängen zwischen einzelnen Parametern wurde die Rangkorrelation nach Spearman verwendet ($P \leq 0,01$), da sich herausstellte, dass die Werte keiner einzigen Variablen auch nur annähernd normalverteilt sind. Ausserdem sollte eine schrittweise, multiple, lineare Regressionsanalyse aufzeigen, wie stark der Abstand eines Geländepunktes zum nächsten Balzplatz abhängig ist von den am Geländepunkt gemessenen Geländeeigenschaften.

Zur leichteren Behandlung der Vielfalt in der Bodenbedeckung im Umkreis ($r = 300$ m) um einen Geländepunkt wurde aus den in diesem Umkreis enthaltenen Prozentanteilen flächendeckender Strukturelemente ein Diversitätsindex errechnet. Dieser

$$\text{Index } H = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (\text{nach Shannon und Weaver}) \quad \text{wird } H = 0,$$

wenn in der Fläche nur ein Strukturelement vorkommt, und nimmt dann einen maximalen Betrag ($= 1/n$) an, wenn sehr viele (alle aufgenommenen) Strukturelemente mit gleichen Flächenanteilen vertreten sind (vergl. Erhebungsformular im Anhang).

Es hat sich bei der Auswertung gezeigt, dass eine sehr hohe Dichte von Zufallspunkten erforderlich ist, um eine Alpen-Landschaft in ihrer diskreten, naturräumlichen Gliederung zu erfassen. In unseren – in Tallagen durch kulturelle Widmungen und in der Höhe durch die geländemässige Angliederung – so vielfältig und kleinräumig gestalteten Alpenlandschaften dürfte eine Dichte von 1 Messpunkt/ km^2 und eine Anzahl von etwa 1000 solcher Zufallspunkte nur knapp genügen, um ähnliche Fragen zu stellen, wie sie hier behandelt sind. In dieser Untersuchung wurde – mangels einschlägiger Erfahrung – 1 Zufallspkt./ 4 km^2 gewählt. Zur Charakterisierung einer Landschaft nach den in ihr enthaltenen Geländeformen ist eine vorgängige, qualitative Gliederung und hernach ein etwas dichteres Netz von Zufallspunkten von Vorteil. Auch andere Geländeeigenschaften liessen sich eindeutiger erfassen und vergleichen, hätte sich diese landschaftsökologische Untersuchung auf einen engeren Höhenbereich, zum Beispiel auf die Lebensgebiete der Birkhühner, beschränkt. Diese Gebiete sind aber einmal in ihrer Ausdehnung nur schlecht bekannt, zum anderen auch in ihrer Qualität erst schlecht beschreibbar. Hierfür sind die heutigen Kenntnisse über die Raumnutzung durch das Birkhuhn, insbesondere aber durch die Birkhenne, noch viel zu bescheiden.

An einem Beispiel soll aber gezeigt werden, dass schon eine Einschränkung der Fragestellung auf einen engeren Höhenbereich klarere Ergebnisse liefern kann:

In Tab. 4 sind für den Kanton Schwyz dreimal die gleichen Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern (Bodenbedeckung von Fels über Krautschicht bis Starkholz, Abstände zu anderen Geländepunkten und topographische Eigenschaften) angegeben, wie sie sich gesondert für Zufallspunkte, Bergstationen und Balzplätze ergeben. Dabei sind einmal die Korrelationen aus den Bergstationen, das andere Mal jene aus den Balzplätzen jenen aus den Zufallspunkten ähnlicher. Hier ist nun grundsätzlich zu beachten, dass die Balzplätze durchschnittlich etwas höher liegen (vergl Tab. 2 oder Abb. 10 a), als die Bergstationen, beide aber höher als der Durchschnitt der Zufallspunkte. Damit geben diese Korrelationen genauere Auskunft über ihren Höhenbereich. Beispielsweise sind die Korrelationen von Baumholz 1, Baumholz 2 und Starkholz zur Hangneigung an den Zufallspunkten positiv, an den Bergstationen nicht gesichert, an den Balzplätzen dann negativ: die Hangneigung nimmt mit der Höhe zu; sehr steile Hänge bleiben oberhalb einer bestimmten Höhe (auch unterhalb der Waldgrenze) waldfrei. Ebenso ist die negative Korrelation der Höhe ü.M. mit den Waldformen von Jungwuchs bis Starkholz zur Hauptsache mit dem Höhengradienten und nur zum Teil mit der Bevorzugung waldfreier Standorte durch Bergstationen zu erklären. Ähnliches gilt für die Distanz zum nächsten Balzplatz und ihre Korrelation mit den Waldformen Strauch bis Baumholz 2.

5.0.0. EIN LANDSCHAFTÖKOLOGISCHER VERGLEICH VON BALZPLÄTZEN DES BIRKHUHNS MIT BERGSTATIONEN UND PISTEN

Ziel der folgenden Analyse ist es, die einzelnen Geländeeigenschaften und Strukturelemente der Landschaft darauf hin zu prüfen, wie wichtig sie für die Anlage von Bergstationen und Pisten einerseits, beziehungsweise für die Wahl eines Geländepunktes als Balzplatz für das Birkhuhn andererseits sind, und inwieweit sie für die lokale Überlappung von Wintersportanlagen und Balzplätzen verantwortlich sind.

5.1.0. Beziehungen der Geländeeigenschaften untereinander

Vor der Behandlung der einzelnen Parameter soll – anhand der Daten aus den Zufallspunkten – auf ihre gegenseitigen Beziehungen eingegangen werden. Da sich kaum einer der Parameter entsprechend einer Normalverteilung verhält, wurde eine Rangkorrelation gewählt (Tab. 3 und 4).

Das Schwyzer Untersuchungsgebiet ist durch 228 Zufallspunkte repräsentiert, die beiden Tiroler Gebiete nur durch je einen Viertel davon. Vermutlich ist diese geringere Anzahl von Zufallspunkten dafür verantwortlich, dass für die Untersuchungsgebiete Karwendel und Zillertal weniger Korrelationen gesichert werden konnten, als für den Kanton Schwyz. Das Muster der Korrelationen zeigt jedoch eine verblüffende Übereinstimmung zwischen den drei Gebieten. Korrelationen mit positivem Vorzeichen im einen Gebiet verlaufen in den anderen beiden Gebieten ebenfalls positiv oder sind nicht gesichert; für negative Korrelationen gilt das gleiche. Nur in wenigen Fällen tragen Korrelationen in verschiedenen Gebieten ungleiche Vorzeichen. Diese Fälle sind aus dem besonderen Charakter des jeweiligen Untersuchungsgebietes erklärbar:

5.1.1. Unterschiedliche Beziehungen in den Untersuchungsgebieten

In den Gebieten Karwendel und Zillertal ist die Höhe ü.M. mit der Horizonteneinengung negativ korreliert, in Schwyz dagegen schwach gesichert positiv. Eine negative Korrelation ist plausibel: je höher ich steige, umso weiter wird die Rundsicht. Im Kanton Schwyz liegt aber ein beträchtlicher Teil der Zufallspunkte in den offenen Landschaften des Mittellandes und auf Alpenrand-Seen. Da es sich in diesen tiefen Lagen sehr oft um Kulturland handelt, ist hier, im Gegensatz zu den höher liegenden Wäldern, die Horizonteneinengung gering. Zudem liegt nur ein kleiner Teil der Zufallspunkte im Kanton Schwyz über der Waldgrenze, wo es eine schwache Horizonteneinengung aufweist.

Die Waldform «Jungwuchs und Dickung» (Prozentanteil der Bodenbedeckung im Perimeter, $r = 300$ m) ist im Zillertal negativ mit der Anzahl Geländeformen (cf. Kap. 4.2.3. und Definition Kap. 9.4.) korreliert, ebenso wie die Waldformen «Stangenholz» und «Baumholz 1». Im Kanton Schwyz dagegen besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den Anteilen an «Jungwuchs» in der Bodenbedeckung und der Anzahl Geländeformen im selben Perimeter. Landschaftsteile mit grösserer Anzahl Geländeformen und stärkerer Bedeckung durch Jungwuchs und Dickung sind hier besonders Wasserläufe, Gräben und Steilhänge hauptsächlich der tieferen Lagen. Solche Lagen sind in den Zufallspunkten der beiden Tiroler Untersuchungsgebiete nicht vertreten. Dort sind erst die – zu meist waldfreien oder mit Legföhren bestockten – Gipfelregionen besonders reich an Geländeformen.

Ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Tiroler Untersuchungsgebieten und dem Kanton Schwyz besteht im Zusammenhang der Waldformen (Sträucher bis Baumholz 2) mit den Abständen zum jeweils nächsten Lift, bzw. zur nächsten Piste. Im Kanton Schwyz ist eine Piste oder Transportanlage umso eher zu erwarten, je geringer die Waldanteile im Perimeter sind: Pisten werden grundsätzlich auf bereits waldfreien Standorten angelegt. Nicht so im Zillertal und im Karwendel, wo zur Anlage von Pisten und Aufstiegshilfen regelmässig ganz beträchtliche Waldrodungen durchgeführt werden (vergl. Abb. 8, 9)!

5.1.2. Korrelationen mit der Höhe ü.M.

Jeder Parameter, der mit der Höhe ü.M. positiv korreliert ist, zeigt zu allen anderen Parametern ein sehr ähnliches Korrelationsmuster wie die Höhe selbst, also die Bedeckungsanteile an Fels, Geröll, offenem Boden, der Zwergstrauchschicht, die Hangneigung und interessanterweise auch die Anzahl balzender Hähne innerhalb des Perimeters ($r = 300$ m) um die aufgenommenen Zufallspunkte. Es darf angenommen werden, dass gerade die Höhe einen wirklichen Einfluss auf die Vertretung dieser bodenbedeckenden Elementen ausübt. Davon dürften Fels, Geröll, offener Boden und Hangneigung für die Birkhühner nur von untergeordneter Bedeutung sein, während zumindest die Hangneigung für die Wintersportanlagen bedeutungsvoll ist.

5.1.3. Überlappung der Bergstationen und Pisten mit Habitatteilen des Birkhuhns

Nur im Kanton Schwyz, nicht aber im Karwendel und im Zillertal, sind die Abstände der Zufallspunkte zum jeweils nächsten Ruhe-, Nahrungs- und Balzplatz von Birkhühnern positiv korreliert mit den Abständen zur nächsten Piste oder Aufstiegshilfe. Daraus darf jedoch nicht geschlossen werden, das Phänomen der Überlappung von Pisten und Balzplätzen sei in den beiden Tiroler Untersuchungsgebieten nicht beobachtbar. Vielmehr sind im Kanton Schwyz der grössere Teil der Pisten im Höhenbereich der Waldgrenze angelegt. Dies ist im Karwendel aus topographischen Gründen nur bedingt möglich, während im Zillertal durch die relativ höhere Lage der Waldgrenze und der Skigebiete sehr lange Talabfahrten möglich sind. Daraus ergibt sich, dass in diesen beiden Gebieten ein grosser Teil der Lifte und Pisten weit unterhalb der Lebensgebiete der Birkhühner liegen. Im Bereich der Waldgrenze liegen jedoch auch hier alle Bergstationen und viele Pistenabschnitte in unmittelbarer Nähe von oder gar mitten auf Balzplätzen. Somit wäre aber – ausgenommen einige Standorte von Bergstationen – die Errichtung touristischer Transportanlagen auch ausserhalb der Lebensgebiete der Birkhühner möglich.

5.1.4. Pflanzengesellschaften an Bergstationen und Balzplätzen

Obwohl über die Nahrungswahl der Birkhühner schon viel Information vorliegt (vergl. Kap. 3.1.2.), ist bis heute ungeklärt, wie weit Birkhühner im Alpenraum an bestimmte Pflanzengesellschaften gebunden sind, und welche Grünland- oder Waldgesellschaften dies wären.¹ Da ein grosser Teil der Nahrung des Birkhuhns aus der Zwergstrauchschicht stammt, war zu vermuten, dass sich eine gesicherte Korrelation zwischen der Anzahl Hähne und der Ausdehnung der Zwergstrauchschicht im Umkreis ($r = 300$ m) um Balzplätze und Bergstationen finde liesse. Für den Kanton Schwyz war dies nicht der Fall (Tab. 4). Die Erklärung liegt in der Tatsache, dass Bergstationen mit Vorliebe auf ausgedehnten Weiden und Wiesen errichtet werden, ebenso wie auch Birkhühner am Balzplatz eine möglichst niedrige Vegetation bevorzugen. Zum einen zeigt dieser Befund, dass die einzelnen Habitatteile des Birkhuhns im alpinen Lebensraum zuweilen voneinander getrennt

liegen, zum andern wird hier klar, dass eine pflanzensoziologische Untersuchung weder der Balzplätze, noch der Bergstationen und Pisten wesentliche Bedürfnisse eines dieser Konkurrenten anspricht. Birkhühner ernähren sich oft abseits des Balzplatzes, solange noch eine geschlossene Schneedecke liegt, und die Bauingenieure von Wintersportanlagen nehmen bekanntlich wenig Rücksicht auf die bodenbedeckende Vegetation. Bei der Durchschneidung von Wintereinständen des Birkhuhns (wie natürlich auch des Auerhuhns) durch Pisten und Lifttrassen hingegen ist es höchstwahrscheinlich von grosser Bedeutung, um welche Waldgesellschaft es sich handelt.

Fussnote

1 Vergleiche dazu aber die Bedeutung ungemähter Weiden des horstbildenden Rispenchwingels (*Festuco spadi- cea*) für die Wahl des Nistplatzes (Bernard, 1981).

5.1.5. Verteilung der Balzplätze in Abhängigkeit von Geländefaktoren und Störintensität

Bei dieser Untersuchung wurde von der Annahme ausgegangen, dass Strukturmerkmale der Landschaft einzeln oder gemeinsam einen Geländeausschnitt als Balzplatz charakterisieren können und damit – gemeinsam mit der Intensität der Störungen – die Verteilung von Balzplätzen bestimmen: je mehr die Merkmale eines Geländepunktes den typischen oder günstigen Merkmalen eines Balzplatzes gleichen, umso geringer wird die Distanz dieses Geländepunktes zum nächsten Balzplatz sein! (Hier wird im Hintergrund ein «idealer» Balzplatz vorausgesetzt, ohne dass wir ihn schon beschreiben können.)

Eine schrittweise, lineare, multiple Regressionsanalyse sollte den Zusammenhang verschiedener Geländefaktoren mit den Abständen eines Geländepunktes zum nächsten Balzplatz aufzeigen (vergl. Tab. 5; Definitionen der Geländefaktoren im Anhang). Diese Analyse wurde für jede Art von Geländepunkten und für jedes Untersuchungsgebiet einzeln durchgeführt und ergab keine einheitlichen Ergebnisse, die überdies nur mit grösster Vorsicht zu interpretieren sind; sie stehen jedoch im Einklang mit den Ergebnissen aus den Korrelationstabellen (Tab. 3 und 4; der interessierte Leser möge den Vergleich anstellen).

Der negative Zusammenhang zwischen der Zahl der Birkhühner im Umkreis von 300 m um einen Geländepunkt und der Distanz dieses Geländepunktes zum nächsten Balzplatz rührt nicht notwendigerweise daher, dass bei höherer Birkwilddichte die Abstände zu den Balzplätzen abnehmen, und damit die Dichte der Balzplätze ebenfalls steigt. Gerade in Gebieten mit hoher Birkwilddichte wird nämlich vermehrt die Gruppenbalz auf einer gemeinsamen Balzarena beobachtet, und interessanterweise lässt sich angeschlossen für die Balzplätze als Geländepunkte dieser angesprochene, negative Zusammenhang nicht sichern.

Da Balzplätze in einem relativ engen Höhenbereich und gleichzeitig über dem Durchschnitt aller anderen Geländepunkte liegen (vergl. Abb. 10 und Kap. 5.2.) ergibt sich in der Beziehung zwischen Höhe ü.M. und dem Abstand zum nächsten Balzplatz ein negativer Koeffizient für alle Geländepunkte mit Ausnahme der Balzplätze selbst. Eine weitere sorgfältige Interpretation der Tab. 5 ergibt ausserdem, dass Balzplätze weder in sehr steilem, noch in stark gegliedertem Gelände (Anzahl Geländeformen im Perimeter) liegen (vergl. auch Kap. 5.4. und 5.5.).

Immer wieder wird beobachtet und berichtet, dass Birkhühner einen Balzplatz, in dessen Nähe ein neuer Wanderweg, eine Strasse oder eine eigentliche Transportanlage neu eröffnet worden war, verlassen haben. Demnach wäre zu erwarten, dass sich die Umgebung eines Geländepunktes, in dessen Nähe ein stark frequentierter Fuss- oder Fahrweg

vorbeiführt, nur noch bedingt als Balzplatz eignet. Nicht alle Befunde aus der Regressionsanalyse (Tab. 5) entsprechen dieser Erwartung. Das kann eine Folge davon sein, dass sich die Nutzung eines Geländesektors durch das Birkhuhn und den Menschen zwar örtlich, nicht aber zeitlich überlappt. Zumindest der negative Koeffizient für den Belastungsindex der Zillertaler Balzplätze (hohe Belastung durch Fussgänger und Fahrzeuge/geringe Distanz zum nächsten Balzplatz) rührt jedoch daher, dass gerade während der Dauer der Feldaufnahme mehrere Gebiete, in denen Birkhühner gebalzt haben, für den Wintertourismus neu erschlossen wurden. Die Angaben über die Balzplätze stammen aus der Zeit vor der Erschliessung und konnten nachher nur zum kleinen Teil überprüft werden.

Die Regressionsanalyse gründet auf der Annahme, dass sich die aufgenommenen Geländeeigenschaften – räumlich gesehen – kontinuierlich oder wenigstens schrittweise verändern. Der räumliche Abstand eines Geländepunktes zum nächsten Balzplatz entspricht dann dem Grade seiner Ähnlichkeit zu einem «idealen» Balzplatz. Wie die sorgfältige Betrachtung der Ergebnisse aus der vorstehenden Regressionsanalyse aber nahelegen, trifft die obige Annahme nicht auf beliebig grosse Räume zu: eine Einschränkung in irgendeinem Sinne drängt sich auf. Im vorliegenden Falle bringt eine Beschränkung auf einen engeren Höhenbereich nicht nur klarere Ergebnisse, sondern auch mehr Sinn, da sich hier auch die Mehrzahl der Konfrontationen zwischen den Ansprüchen der Birkhühner und Skifahrer ereignen. Auch im Sinne einer eingeschränkten Betrachtungsweise werden in den folgenden Kapiteln Geländeeigenschaften einzeln besprochen und Störfaktoren örtlich beurteilt.

5.2. Verteilung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten über die Höhe

Auffallenderweise beschränken sich die Birkhühner in allen drei Untersuchungsgebieten auf eine recht schmale Höhenstufe, die auch flächenmässig eher knapp vertreten ist. Dies geht leicht aus einem Vergleich der Höhenverteilung der Balzplätze und der Zufallspunkte hervor (Abb. 10 a – c) und ist schon in der vorhergehenden Regressionsanalyse deutlich geworden. Einzig die ausgedehnten Hangschultern der unteren Zillertaler Berge bieten zwischen 1800 und 2100 m recht ausgedehnte Lebensräume. In Schwyz findet sich die grösste Zahl der Balzplätze zwischen 1400 und 1800 m, im Karwendel zwischen 1500 und 1850 m. Die Bergstationen und Pisten verteilen sich zwar gleichmässiger über das Angebot. Der Schwerpunkt ihrer Verteilung liegt jedoch in allen Gebieten nur leicht unterhalb des Verteilungsschwerpunktes der Balzplätze. In der untenstehenden Tabelle 2 ist dies aus einem Vergleich der Mittelwerte deutlich. Auffallend ist die geringe Standardabweichung für die Balzplätze. Der U-Test gibt an, ob in den einzelnen Untersuchungsgebieten zwischen der Höhenverteilung der Balzplätze, bzw. der Bergstationen ein Unterschied besteht (+) oder nicht(-), ($P \leq 0,04$).

Tab. 2: Mittlere Höhe (m ü.M.) von Balzplätzen und Bergstationen

| Geländepunkte | Schwyz | | | Karwendel | | | Zillertal | | |
|---------------|--------|-----|--------|-----------|-----|--------|-----------|-----|--------|
| | Ø | SD | U-Test | Ø | SD | U-Test | Ø | SD | U-Test |
| Balzplätze | 1586 | 112 | + | 1640 | 145 | - | 2006 | 143 | + |
| Bergstationen | 1379 | 270 | | 1337 | 430 | | 1707 | 282 | |

5.3. Verteilung der Geländepunkte über die Expositionen

Tab. 6 gibt die Verteilung der Geländepunkte wieder, wobei die Zufallspunkte wieder Aufschluss über das Angebot geben.

Während Pisten, und mit ihnen auch Berg- und Talstationen, stark bevorzugt im nördlichen Sektor zwischen West und Ost angelegt werden, damit sie möglichst lange schneesicher bleiben, zeigt die Verteilung der Balzplätze ein Muster, das weitgehend dem Angebot entspricht. Man könnte zwar von einer leichten Bevorzugung des südlichen Sektors im Kanton Schwyz, des südöstlichen Sektors im Karwendel und des nordwestlichen Sektors im Zillertal sprechen. Zufällig ist das Angebot an Expositionen in den drei Untersuchungsgebieten recht ähnlich; nimmt man alle Balzplätze zusammen, ist es nicht mehr möglich zu behaupten, bei der Wahl des Balzplatzes bevorzuge das Birkhuhn bestimmte Expositionen. Anders ist dies mit den Wintereinständen, die zum grossen Teil nördlich exponiert sind und dadurch auch häufig mit den Ansprüchen der Skifahrer in Konflikt kommen. In nördlichen Expositionen bleibt der Schnee länger pulverig und damit geeignet für Schneehöhlen. Zudem dürfte hier die Nahrung proteinreicher sein als an Südhängen (Bossert 1980).

5.4. Geländeformen am eigentlichen Standort von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten

In Abb. 11 ist für jedes Untersuchungsgebiet dargestellt, wie sich die fünf Klassen von Geländepunkten auf die acht verschiedenen Geländeformen verteilen, die an Ort und Stelle jedes einzelnen Geländepunktes angesprochen wurden (Definitionen im Anhang).

Vergleichen wir die von den Balzplätzen, bzw. den Bergstationen, Pisten und Talstationen gewählten relativen Häufigkeiten, fällt uns ihre Ähnlichkeit quer durch alle drei Landschaften auf, es entsteht ein für jede Klasse von Geländepunkten typisches Muster. Gleichzeitig wird klar, dass Balzplätze und Bergstationen die ähnlichsten Ansprüche an die Geländeform ihres Standortes stellen. Sie konkurrieren um Kuppen, Kreten und Schwellen, gerade auch dort, wo diese Formen wie im Karwendel aufgrund der vertikalen Geländegliederung eher selten sind. Ausser diesen drei Formen akzeptieren Birkhühner auch waagrechte und geneigte Ebenen, sofern sie einen weiteren Rundblick und talwärts offene Flugschneisen gewähren. – Bergstationen könnte man zwar mit entsprechenden Erdverschiebungen auch in verschiedenen anderen Geländeausformungen errichten. Offenbar nützt der Erbauer jedoch die natürlichen Gegebenheiten im Sinne der in Kap. 3.2.3. aufgeführten Kriterien.

5.5. Vielfalt der Geländeformen in der Umgebung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten

Bei der Aufnahme der einzelnen Geländepunkte im Feld wurden auch die im Gesichtskreis (Radius von 300 m) auftretenden Geländeformen gezählt (vergl. Kap. 4.2.3. und Definitionen im Anhang). Hierdurch sollen folgende landschaftsökologischen Zusammenhänge berücksichtigt werden:

Allgemein gibt die Anzahl der Geländeformen in einem bestimmten Umkreis ein Mass für die klein- oder grossräumige Gliederung des Geländes. Aufgrund der – besonders in höheren Lagen – durch die Erosion bedingten oder – allgemein in tieferen Lagen – durch

die Sedimentation verdeckten Strukturen nimmt die Anzahl der Geländeformen mit der Höhe und mit der Steigung zu. Eine grosse Geländevielfalt ergibt eine Vielfalt kleiner Lebensräume. Mit zunehmender Höhe nimmt die Artenzahl bei Tieren und Pflanzen aus klimatischen Gründen dennoch wieder ab, damit auch die Diversität der Lebensgemeinschaften.

Für Pisten ist keine allzugrosse Geländevielfalt erwünscht (Kap. 3.2.); deshalb werden sie gerne an entsprechenden grosszügig geformten Hängen angelegt, wie das auch die Werte in Tab. 7 belegen. Wo rauhere, stärker akzentuierte Geländepartien durchquert werden müssen, werden Pisten planiert, um ihre Pflege zu erleichtern und um die Fahrgeschwindigkeit und damit die Durchsatzrate zu erhöhen.

Talstationen haben oft deshalb eine leicht höhere Anzahl Geländeformen in ihrem Perimeter (Tab. 7), weil sie am Fuss grösserer Hänge und deshalb oft in der Nähe eines Wasserlaufes stehen. Ein solcher bringt zwei bis vier zusätzliche Geländeformen in den Perimeter.

Die recht geringe Anzahl an Geländeformen um die Zillertaler Balzplätze rührt daher, dass diese Plätze auf weiten Almflächen, runden Bergrücken oder weichen Hangschultern liegen (vergl. Abb. 14). Im Zillertaler Untersuchungsgebiet haben – neben der Gipfelregion – erst die durch Wasserläufe zergliederten tiefer gelegenen Waldhänge eine grössere Geländevielfalt.

Der grosse Unterschied der Geländevielfalt in der Umgebung der Balzplätze (Tab. 7), mithin in den Lebensräumen der Birkhühner, ist beachtlich, z.B. Schwyz – Zillertal. Eine – vor allem horizontale – Gliederung des Geländes kann für das Birkhuhn von grosser Bedeutung sein, da dort dank einer unterschiedlich mächtigen Schneedecke die Zugänglichkeit der Bodennahrung länger gewährleistet sein kann. Es ist vor allem die Erreichbarkeit der Nahrung, weniger ihre Zusammensetzung, die durch die Strukturierung des Geländes beeinflusst wird. Trotzdem finden sich gerade in den weniger stark gegliederten Lebensräumen des Zillertales ganz bedeutende Birkhuhnpopulationen. Dies lässt sich vermutlich auf die – im Vergleich zu den Nordalpen – ungleich mächtigere und viel ausgedehntere Zwergstrauchschicht zurückführen. Trifft dies zu, würde es bedeuten, dass alpine Birkhuhnbestände an der Waldgrenze bereits auf jener Höhe leben, wo klimatische und topografische Faktoren das Nahrungsangebot bestimmen und begrenzen.

5.6. Hangneigung und Geländeform

In engem Zusammenhang mit der Geländeform stehen auch die Hangneigungen an Ort und ihre Differenz zur Steilheit des weiteren Umgeländes (= Hangneigung 100 m berg- und talwärts integriert; Definition im Anhang).

Bergstationen und Balzplätze können auf mässig geneigten Flächen liegen; da die Hangneigung mit der Höhe positiv korreliert ist (Tab. 3), und Balzplätze im Durchschnitt etwas höher liegen, resultiert für diese ein etwas höherer Neigungswinkel (Tab. 8). Eine minimale Neigung ist am Standort von Bergstationen bedeutungsvoll (etwa 12°), damit die Skifahrer zügig wegfahren können. Aber auch für Birkhühner ist es von Bedeutung, vom Balzplatz weg talwärts eine mühelose Abflugmöglichkeit zu haben. Damit erstaunen die für Bergstationen und Balzplätze so ähnlichen Werte für die Hangneigung im Umgelände nicht mehr (Tab. 8).

Die grösstenteils auf offenen Geländeformen liegenden Pisten (Ebenen, weite Mulden, Senken) weisen die kleinsten Unterschiede auf, sowohl was die Neigung an Ort und in der Umgebung betrifft, wie auch zwischen den Untersuchungsgebieten. Elsasser, Fehr und Maurhofer (1979) meinen zum günstigsten Neigungswinkel von Skipisten: «Der höchste Erfüllungsgrad für den alpinen Massenskillauf wird bei 15° Hangneigung erreicht und nimmt nach oben wie unten ab... Gelände mit einer Neigung von 18° bis 25° eignen sich nur für gute, von über 25° nur für sehr gute Fahrer und über 30° überhaupt nicht mehr zum Skifahren». Mit Erfüllungsgrad wird eine Art Nutzungsgrad verstanden, d.h. möglichst viele Skifahrer durchfahren eine Strecke in möglichst kurzer Zeit. Aus technischen Gründen gibt es hierfür Optimalwerte (vergl. Kap. 3.2.2.). Demnach wären allerdings entweder die meisten untersuchten Pisten zu steil angelegt, oder das Fahrvermögen der Skifahrer ist besser als angenommen.

5.7. Sichtwinkel und Distanz zum Horizont; Horizonteinengung

Diese drei Eigenschaften eines Geländepunktes hängen untereinander zusammen und sind im weiteren mehr oder weniger von der Geländeform am Ort abhängig. Noch stärker allerdings werden diese drei Grössen durch die Geländeausformung in der weiteren Umgebung beeinflusst.

Abstand und Sichtwinkel zum Horizont sowie die damit verbundene Horizonteinengung können durch die Wahl einer bestimmten Geländeform als Balzplatz direkt beeinflusst werden und sind für den Birkhahn in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Sie entscheiden, ob und wie weit der Hahn von Artgenossen gehört und gesehen werden kann; sie bestimmen aber auch, wie frühzeitig ein Feind, der sich aus der Luft oder am Boden nähert, erkannt werden, und wie schnell und leicht die Flucht vorstatten gehen kann (vergl. Kap. 3.1.7. und 3.1.8.). Für den Skitouristen bestimmen diese drei Werte in erster Linie die Qualität einer Aussicht, wobei – ebenso wie vom Birkhahn – ein geringer Sichtwinkel, eine grosse Distanz und eine möglichst geringe Horizonteinengung angestrebt werden.

Hier wird der Leser aufgefordert, die Abb. 12 a – c zu vergleichen und sich an den Werten in Tab. 9 zu orientieren. Die stärkere Horizonteinengung, die geringere Sichtdistanz und der höhere Sichtwinkel der Bergstationen im Vergleich zu den Balzplätzen rühren daher, dass Bergstationen häufig knapp unterhalb einer Gratkante errichtet werden, während Balzplätze zumeist auf dem Grat oder der Kuppe liegen. Die Balzplätze in den Voralpen des Kantons Schwyz liegen fast alle auf solchen Kuppen. Deshalb haben sie die geringste Horizonteinengung von nur 9 %, den grössten Abstand zum nächsten sichtbehindernden Horizont und den flachsten Sichtwinkel. Insgesamt ist die Ähnlichkeit der Werte für Balzplätze und Bergstationen dennoch sehr gross, was auch in vielen, negativ verlaufenen U-Tests zum Ausdruck kommt (Tab. 9).

5.8. Bodenbedeckung und ihre Diversität in der Umgebung von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten

Der Charakter einer Landschaft wird nicht nur durch ihre gross- und kleinräumige Geländeausformung bestimmt. Sie erhält ihr besonderes Gepräge auch durch die Anzahl, Ausdehnung und Verteilung der einzelnen bodenbedeckenden oder schattenspendenden

Elemente, wie Wasser, Geröll, Gräser Bäume, Hütten (vergl. Erhebungsformular im Anhang).

In der Folge wird von solchen Elementen nur als Strukturmerkmal gesprochen, unbesehen vorerst, ob zwischen ihnen und Birkhühnern oder Skifahrern tatsächlich ökologische Zusammenhänge bestehen und ohne Bezug zu einzelnen Pflanzengesellschaften. Dass sich aus einer solchen integrativen Betrachtungsweise dennoch ökologisch sinnvolle Schlüsse ergeben können, haben Lüberle (1973) und Meile (1978) gezeigt. Im Weiteren findet diese Betrachtungsweise ihre Entsprechung in der praktischen Landschaftspflege (Kötzli, 1978; Wildermuth, 1978).

Vorerst sollen die drei Untersuchungsgebiete miteinander verglichen werden (Tab. 10 a, b). Um in einem vergleichbaren Höhenbereich zu bleiben, werden nur die Daten von Balzplätzen, Bergstationen und Pisten berücksichtigt. Dabei ergibt sich für die Bodenbedeckung in der Umgebung ($r = 300$ m) dieser Geländepunkte in allen drei Untersuchungsgebieten ein etwa gleich hoher Anteil an *Fels, Geröll und Schutt*, während in den beiden Tiroler Gebieten ein deutlich höherer Anteil an offenem Boden auftritt. Im Karwendel ist dies durch die lockere Kalkvegetation und stärkere Pistenplanierung verursacht, im Zillertal praktisch nur durch letztere (Abb. 8, 9, 17). Ein grosser Unterschied ergibt sich ausserdem in den Bedeckungsanteilen durch die *Zwergstrauchschicht*. Sie ist in den Nordalpen kleinflächig vertreten und relativ bescheiden ausgebildet, wenn sie auch fast nie ganz fehlt. Im Zillertal findet sich eine ausgedehnte und mächtige Zwergstrauchschicht vor allem in den oberen Waldlagen und oberhalb der durch die Weidewirtschaft künstlich um etwa 200 m gesenkten Waldgrenze (heute Rohhumusböden auf Urgesteinsgrundlage). Diese Zwergstrauchschicht wird allerdings im Bereich von Bergstationen und Pisten durch Planierung weitgehend entfernt oder verschüttet.

Der hohe Anteil an *Sträuchern* im Bereich von Balzplätzen und Bergstationen des Karwendel wird durch die in dieser Höhenlage sich immer weiter ausbreitenden Latschenfelder gebildet. Ein Vergleich der Anteile an Waldformen ergibt für das Untersuchungsgebiet Karwendel die höchsten Bedeckungsanteile ausgerechnet für Pisten; sie führen hier fast ausnahmslos auf Rodungen durch mehr oder weniger geschlossenen Wald. Dagegen liegt im Zillertal ein grösserer Teil der Beschäftigungsanlagen (= Transportanlagen mit Ausnahme der Zubringeranlagen aus dem Tal) über der Waldgrenze. Es wurden und werden auch im Zillertal ganz erhebliche Rodungen bewilligt (vergl. Abb. 8 und 9).

In einem zweiten Schritt soll jetzt die Bodenbedeckung im Bereich von Balzplätzen mit jener in der Umgebung von Bergstationen verglichen werden. Dabei ergibt sich für die Balzplätze wegen ihrer durchschnittlich höheren Lage (Tab. 2 S. 35) ein höherer Anteil an *Fels, Geröll und Schutt*. Der Anteil der *Krautschicht* ist an den Balzplätzen wegen der hier stärker vertretenen *Zwergsträucher* etwas geringer. Auch *Sträucher* sind an den Balzplätzen (bes. im Karwendel) stärker vertreten als an den Bergstationen, deren Umgebung häufig gerodet und trassiert ist. Im Schwyzer Untersuchungsgebiet bestehen die Sträucher oberhalb der Waldgrenze grossenteils aus Erlen, im Karwendel fast ausschliesslich aus Legeföhren und im Zillertal aus beidem zu etwa gleichen Teilen.

Dagegen ist die Ausbildung der einzelnen *Waldformen* vom Jungwuchs bis zum Starkholz an den Balzplätzen am geringsten. Dies ist nicht nur durch ihre grössere Höhe bedingt, sondern auch durch die Wahl des jeweils offensten Landschaftsbildes als Balzplatz. Bergstationen und Pisten werden jedoch dort plaziert, wo sich die Gelände-

deausformung dafür am besten eignet. Der Wald spielt dabei nur eine geringe Rolle. Zum Vergleich der Zahlen sei noch einmal darauf verwiesen, dass bei der Aufnahme der Bergstationen und Pisten, sofern sie auf Rodungen liegen, jeweils das nächstliegende entsprechende Waldbild eingemessen wurde.

Ausdrücklich sei hier auch festgehalten, dass die Werte über die Bodenbedeckung am Balzplatz nicht dem durchschnittlichen Strukturbild des ganzen Birkhuhnhabitats gleichkommen. Da Balzplätze an der jeweils offensten Stelle mit der geringsten Vegetationshöhe liegen, und da ihr Standort jeweils ein- oder mehrere hundert Meter von den anderen wichtigen Lebensgebieten (Wintereinstände, Nahrungsgebiete, Aufzuchtgebiete) entfernt liegt, sind die Anteile an Zwergsträuchern, Sträuchern und Waldformen an den Balzplätzen geringer als in den gewöhnlich auch etwas tiefer liegenden übrigen Habitatteilen. Interessant ist jedoch der relativ hohe Anteil an Starkholz im Perimeter der Balzplätze. Er wird zum grossen Teil durch Wetterfichten und grosse Arven oder Lärchen gebildet (vergl. Abb. 2, 3, 4).

Um die Vielfalt der flächendeckenden Strukturelemente einfacher ausdrücken zu können, wurde aus den Prozentanteilen (Mittelwerte in Tab. 10) dieser Elemente ein Diversitätsindex errechnet, wobei ein hoher Wert eine gleichmässige Vertretung möglichst zahlreicher Elemente innerhalb der untersuchten Fläche ($r = 300$ m) anzeigt (vergl. Kap. 4.2.5.). Hier wird der Leser aufgefordert, die Abbildungen 13 a – c zu Rate zu ziehen.

Die Zufallspunkte liefern die Daten für den ungefähren Wandel der Diversität im oben angegebenen Sinne mit der Höhe, wobei selbstverständlich fleckweise und nur bedingt abhängig von der Höhe auch eine sehr hohe oder geringe Diversität auftreten kann (Seen/Vorstadtgärten). Die Darstellung für Schwyz (13 a) zeigt eine aufschlussreiche Höhengliederung, welche grundsätzlich auch für die beiden Tiroler Gebiete gültig ist. Um für die reich gegliederte Karwendellandschaft ein klareres Bild zu erhalten, wäre ein Vielfaches an Zufallspunkten notwendig gewesen, während die grosszügig gestaltete Urgesteinslandschaft des Zillertales sich auch mit den 57 Zufallserhebungen in etwa darstellen lässt.

Die höchste Diversität wird jeweils dort erreicht, wo der höchste Waldanteil mit der intensivsten Geländegliederung zusammenfällt (Schwyz auf etwa 1200 m, Karwendel zwischen 1000 und 1400 m, Zillertal in den Bachgräben über der Talsohle auf etwa 900 m und unterhalb der Waldgrenze auf etwa 1700 m; vergl. Abb. 13 a – c).

Die geringste Vielfalt in der Bodenbedeckung finden wir dagegen in der intensiv genutzten Kulturlandschaft (Äcker, Mähwiesen, Autobahnen, viele Stadtbilder), auf offenen Wasserflächen und im Bereich von Fels, Schnee und Eis.

Der Zwergstrauchgürtel besitzt eine hohe Diversität (vergl. Abb. 13c, Zillertal). Ebenso die Latschenfelder, die ja auch stets mehrstufig aufgebaut sind (Abb. 13b, Karwendel).

Balzplätze und Bergstationen weisen naturgemäss eine geringere Diversität auf, weil sie in offenen Vegetationsbildern, zumeist nicht im Wald, sondern auf Weiden und Wiesen liegen. Dagegen scheinen die – hier nicht eigens untersuchten – Herbst- und Wintereinstände der Birkhühner jeweils die höchste Diversität der von Birkhühnern bewohnten Höhenlage aufzuweisen. Dasselbe lässt sich nach mehrjähriger Erfahrung auch von den Auerhuhn-Lebensräumen sagen, bedarf, aber noch der Quantifizierung (vergl. Abb. 15 für das Birkhuhn, Abb. 5 für das Auerhuhn).

Dagegen verringert die Anlage von Bergstationen und Pisten, sofern dafür Rodungen und Trassierungen notwendig sind, die Diversität an Ort und Stelle beträchtlich. Dies kommt in unseren Daten zu wenig zum Ausdruck, weil hier anstatt der «bereinigten» Flächen jeweils entsprechende, ursprüngliche Standorte aufgenommen wurden, und weil für diese besondere Frage der aufgenommene Perimeter mit einem Durchmesser von 600 m zu gross ist.

5.9. Verteilung der Balzplätze und Transportanlagen über die Landschaft

Da sowohl die Balzplätze als auch die Transportanlagen je besondere Geländeansprüche stellen, wird ihre Verteilung unter anderem vom Angebot geeigneter Geländeausformungen bestimmt. Die Dichte der Transportanlagen hängt ausserdem vom Erschliessungsgrad ab (Verdichtungsprinzip), die Dichte der Balzplätze hingegen von der Dichte der Birkhühner und dem Anteil an Solosängern in der Population. Allgemein erscheinen Transportanlagen im Bereich der Waldgrenze in eher geklumpfter Verteilung als die Balzplätze, während sich die Balzplätze auf einen schmalen Höhengürtel beschränken.

Um ein Dichtemass der Balzplätze zu erhalten, wurde deren Anzahl auf die ungefähre Fläche des ganzjährigen Birkhuhn-Lebensraumes bezogen. Dabei wurden die Punkte, an denen noch Birkhühner zur Beobachtung gelangten, miteinander verbunden, die dadurch umrissene Fläche dann als Birkhuhn-Lebensraum verstanden. Obwohl die Bestimmung dieser Flächen auf einer grossen Zahl oft langjähriger Beobachtungen beruht, können die Daten lediglich einen ungefähren Anhalt geben. Fehlerquellen liegen einmal in der durch die Hangneigung bedingten grösseren Grundfläche, in der von Jahr zu Jahr schwankenden Populationsgrösse und besonders auch in einer schlecht bestimmbar Anzahl und Ausdehnung von Arealteilen innerhalb des Lebensraumes, die für Birkhühner keinerlei Bedeutung haben. Für die Interpretation der Daten ist überdies zu beachten, dass die Form und die Ausdehnung der von Birkhühnern genutzten Flächen in allen unterschiedlichen Lebensräumen verschieden sind (Tab. 11).

Die grössten zusammenhängenden Birkhuhn-Lebensräume finden sich im Zillertal (z.B. Stummerberg über 30 km²). Auch im Alpengebiet des Kantons Schwyz liegen wenigstens 4 Birkhuhn-Areale von mehr als 10 km² zusammenhängender Fläche. Dagegen haben alle Birkhuhn-Lebensräume der Voralpen die Form von bis zu 10 km langen, oft nur 500 m breiten Streifen, die sich über die entwaldeten Hügelrücken ziehen (horizontal). Die grösste Dichte an Balzplätzen in den Voralpen wird jeweils dort erreicht, wo sich solche Hügelketten vereinen (Holzegg, Aubrig). Aufgrund der Steilheit des Geländes in der Höhe der Waldgrenze bilden Birkhuhn-Lebensräume im Karwendel sehr oft nur schmale Streifen, allenfalls sternförmige Flächen, kleine Flecken oder stark gewundene, oft unterbrochene Bänder. Grössere zusammenhängende Lebensräume finden sich höchstens im Bereich der Latschenfelder in mässig geneigten Hang- oder Plateau-Lagen. Nur unter Beachtung dieser Tatsachen ist zum Beispiel die unerwartet hohe Dichte der Balzplätze in der Schwyzer Voralpenregion zu verstehen, wo die Habitate wohl als suboptimal angesprochen werden müssen (geringe Zwergstrauchschicht, häufige Störungen durch Weidegang und Touristen, ganzjährig vom Habicht bewohnt).

Balzplätze mit mehr als drei Hähnen finden sich in allen drei Untersuchungsgebieten regelmässig dort, wo die Lebensräume eine zusammenhängende Fläche von mehr als 10 km² erreichen, und zwar auch dann, wenn hier die Anzahl balzender Hähne pro km² nicht höher ist als in den kleinflächigen Lebensräumen, wie sie für die Nordalpen typisch

sind. Diese Werte bewegen sich hier in der Grösse von 1 – 2 Hähnen pro km², in günstigen Jahren oder in grossflächigen Lebensräumen darüber. – Bezzel und Ranftl (1974) fanden im Werdenfelser Land auf etwa 150 km² 140 – 150 balzende, Hähne, wobei sie die Grösse des Lebensraumes in ähnlicher Weise bestimmt hatten, wie in dieser Untersuchung (Umgrenzung der äussersten Punkte, auf denen Birkhühner beobachtet werden konnten, bzw. Zählen der Flächenquadrate, in denen Birkhühner zur Beobachtung gelangten).

In der Tab. 12 a, b finden wir ausgerechnet für die Abstände der Balzplätze zu den Transportanlagen und umgekehrt der Bergstationen zu den Balzplätzen die höchsten Werte. Dies könnte zum Schluss führen, dass von einem Problem der Platzkonkurrenz gar nicht gesprochen werden könne. Genau genommen sind jedoch die Abstände der Bergstationen zu den Balzplätzen jeweils nur halb so gross wie die Abstände der Balzplätze zur jeweils nächsten Aufstiegshilfe (Durchschnittswerte, die die Verteilung nicht zum Ausdruck bringen). Zudem sind die Abstände der Bergstationen zum nächsten Balzplatz mit durchschnittlich 1000 – 1500 m erstaunlich gering, zumal unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in diesen Mittelwerten die Abstände einiger Bergstationen inbegriffen sind, die weit unter der Waldgrenze und ausserhalb der Birkhuhn-Lebensräume liegen.

Damit ergibt sich für die hier besprochene Konkurrenzsituation tatsächlich folgendes Bild: Nicht alle Balzplätze sind durch die Errichtung touristischer Transportanlagen gefährdet, aber fast alle Bergstationen und Pisten oberhalb der Waldgrenze liegen in unmittelbarer Nähe oder mitten in Birkhuhn-Lebensräumen.

Ein Vergleich der Abstände der Bergstationen und Pisten zur jeweils nächsten anderen Aufstiegshilfe und zum nächsten Fuss- oder Fahrweg (Tab. 12. a, b) zeigt für alle drei Untersuchungsgebiete einen gleichmässigen und erstaunlich hohen Erschliessungsgrad. Die Auftrennung der Schwyzer Balzplätze nach ihrer Lage in den Alpen oder Voralpen und nach dem örtlichen Erschliessungsgrad ist offenbar berechtigt. Die Unterschiede in den Abständen der Balzplätze zum nächsten Balzplatz zwischen erschlossenen und unerschlossenen Regionen sind mit dem U-Test ($P \leq 0,04$) gesichert, ebenso die durchschnittliche Anzahl der Hähne pro Balzplatz ($P \leq 0,02$) (Tab. 11). Je höher die Frequenz an Fussgängern und Fahrzeugen im Umkreis ($r = 300$ m) eines Balzplatzes ist, umso weiter entfernt liegt der nächste Balzplatz: der Balzplatz liegt in einer Region mit geringer Dichte an Balzplätzen (vergl. Tab. 5: positive Regression für das Untersuchungsgebiet Schwyz). Deutlicher wird diese Beziehung durch die negative Korrelation in Tab. 4, wo für die Balzplätze im Kanton Schwyz folgendes gilt:

Je näher ein Balzplatz bei einer Aufstiegshilfe oder Piste liegt, umso grösser ist sein Abstand zum nächsten Ruhe- und Nahrungsplatz. Die Balzplätze werden also – aufgrund der speziellen Anforderungen – länger beibehalten, als die übrigen Teile des Birkhuhn-Lebensraumes. Durch die Erschliessung wird dieser Lebensraum verkleinert. Aus schmalen Streifen werden Inseln, die Abstände der einzelnen Balzplätze zueinander werden grösser, die Anzahl balzender Hähne pro Balzplatz wird geringer, die Anzahl dieser Hähne pro km² sogar sehr viel geringer. Es treten hauptsächlich noch Solosänger auf, ehemalige Arenen werden aufgegeben.

Auf Beispiele und Gegenspiele zu diesen statistisch gesicherten Angaben wird im folgenden Kapitel eingegangen.

6.0.0. WORAN STERBEN UNSERE RAUHFUSSHÜHNER

6.1. Ursachen des Rückganges von Birk- und Auerhuhn

Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über die in der Literatur häufiger genannten Rückgangsursachen der Waldhühner. Da Birk- und Auerhuhn in grossen Teilen ihres Vorkommens nebeneinander leben, treffen viele dieser Ursachen für beide Arten zu. Dass das Auerhuhn jedoch weit mehr seines Verbreitungsareals eingebüsst hat, zeigt, dass es in Bezug auf einige der Rückgangsursachen wesentlich empfindlicher reagiert. Als wichtigste und / oder häufigste Rückgangsursachen wurden bis heute genannt:

- Drainieren und Aufforsten nasser Lagen (z.B. im Flysch),
- erneutes Schliessen der durch Weide aufgelockerten Waldgrenze (Auflassung und Aufforstung von Almweiden),
- Trennung von Wald und Weide in höheren Lagen,
- einseitige Förderung der Fichte zuungunsten einer standortgerechten Baumartenmischung (Verlust an Föhren, Lärche, Arve),
- Vernachlässigung der Laubgehölze, insbesondere der Eberesche, im Forstbetrieb, oder Überbeanspruchung durch Weidevieh oder Gems- und Rotwild, nach dem letztere durch häufige Störungen (Touristen, unsachgemässe Bejagung) von den offenen Äsungsflächen vertrieben worden sind.
- Veränderung der bevorzugten Waldstruktur (Auerhuhn) durch kürzere Umtriebszeiten oder durch das selektive Entfernen alter und sehr alter Nadelbäume (Zusammenbruch der hohen strukturellen Diversität),
- vernachlässigte Waldpflege (zu wenig Licht für die Entwicklung einer Zwergstrauchschicht zumindest unter Baumholz 2),
- Zerstörung des Lebensraumes oder wichtiger Teile davon durch Erschliessung mit Waldstrassen, Schleppliften, Sesselliften, anderen Seilbahnen, durch Überbauung mit Bergstationen, Bergrestaurants, Hotels, Ferien- und Appartemenshäusern, durch die Anlage von gerodeten, trassierten Abfahrtspisten,
- Störung in den winterlichen Aufenthaltsgebieten durch Skifahrer, die den Tiefschnee abseits präparierter Pisten suchen, und durch Langläufer,
- Störungen des Sozial- und Fortpflanzungsverhaltens am Balzplatz durch Beobachtungsexkursionen, Einzelbeobachter, Tierfotografen und Jäger,
- Unfälle der schnellfliegenden Vögel an Kabeln, Drahtseilen von Transportanlagen und an Forstzäunen,
- übermässiger Abschuss balzender Hähne im Frühjahr,
- übermässiger Abschuss im Herbst.

(Einzeln oder gruppenweise finden sich diese Rückgangsursachen in sehr vielen Titeln über Waldhühner; sie werden hier nicht einzeln besprochen und deshalb auch nicht nach Autoren zitiert).

Die hier beliebig aufgezählten Ursachen dürften örtlich ein verschiedenes Gewicht haben und einzeln oder in einer Summe auch verschieden starke Auswirkungen zeigen. Dies liegt letztlich auch an der Vielgestalt alpiner und subalpiner Lebensräume. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass eine beträchtliche Zahl weiterer anthropogener Störgrössen noch unerkannte Auswirkungen zeitigt, und schliesslich hängt die Gewichtung einzelner Faktoren auch vom Standort des Beobachters ab.

Vor dem Erfahrungshintergrund dieser Feldarbeit über das Birkhuhn, sowie früherer und laufender Arbeiten über die Ansprüche des Auerhuhns (Hess und Meile, 1978), soweit letztere auch in den Tiroler Untersuchungsgebieten bestätigt werden konnten, sind in den drei Untersuchungsgebieten folgende anthropogene (also vermeidbare!) Störfaktoren für die Waldhühner von grosser Bedeutung:

- für das Birkhuhn: Zerstörung des Lebensraumes durch Erschliessung mit Wintersportanlagen, Störung im Wintereinstand und am Balzplatz durch Skifahrer, Störung des Sozial- und Fortpflanzungsverhaltens am Balzplatz, übermässiger Abschuss balzender Hähne zur falschen Zeit¹;
- für das Auerhuhn: Zerstörung des Lebensraumes durch Erschliessung wichtiger Habitateile wie Balzplätze durch Waldstrassen, durch waldbauliche Massnahmen (grossflächige Kahlschläge, zu niedriges Zielalter, Entnahme sehr alter Nadelbäume, Zerstörung alter, reifer Waldbilder mit allen Entwicklungsstufen, Förderung gleichaltriger Bestände), Störungen des Sozial- und Fortpflanzungsverhaltens am Balzplatz (Jäger, Tierfotografen, Wildbiologen) und der junge führenden Henne im Aufzuchtgebiet (Pilze- und Beerensucher, Wildweide durch Schafe oder Jungvieh), Abschuss von Hähnen im Frühjahr.

6.2. Reaktionen der Birk- und Auerhühner auf die Erschliessung mit Wintersportanlagen

In den im Laufe dieser Untersuchung bekanntgewordenen Fällen haben die Auerhühner die durch Liftrassen und Pisten zerschnittenen Habitateile ganz verlassen, teils schon während des Baus und der Errichtung der Anlagen. Wo Lebensräume der Auerhühner nur durch Störungen seitens wanderlustiger Touristen, Pilze- und Beerensucher beeinträchtigt werden, lassen sich adulte Auerhähne trotzdem öfter beobachten, während zumindest die Junge führenden Hennen empfindlicher zu reagieren scheinen und ausweichen. Es ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, dass die verbliebenen Restareale der Auerhühner durchweg nur noch kleinflächig die Bedürfnisse dieses auf lichte, reich strukturierte Waldbilder spezialisierten Vogels erfüllen.

Birkhühner zeigen selbst bei umfangreicher Erschliessung nicht immer die gleiche Reaktion. In einem Falle in den Schwyzer Voralpen wurde ein Balzplatz noch immer besucht, als auf die gleiche Hügelkuppe der dritte Lift gebaut worden war (Abb. 4). Nicht selten trifft man balzende Birkhähne – wie zur Illustration ihrer so ähnlichen Geländeansprüche – unmittelbar an der Bergstation (Abb. 16), sodass man den Eindruck gewinnt, die baulichen Massnahmen störten den balzenden Birkhahn kaum. Auf Rigi Scheidegg (Kahton Schwyz) balzen regelmässig zwei Birkhähne unmittelbar vor dem Hotel, zuweilen auf dessen Terrasse. In zwei Fällen (in Fügen-Spieljoch und Hochfügen, beide im Zillertal) wurde eine Balzarena um 400 m, bzw. 600 m verlegt, in einem anderen Fall (Gerlos) wurde eine ehemals von 6 – 8 Hähnen besuchte Arena auf einer vorgelagerten Bergkuppe praktisch aufgegeben, indem dort jetzt nur noch ein Hahn balzt. Ein ähnlicher Fall ereignete sich im Karwendel (Achenkirch), wo sich eine Balzgruppe von 8 Birkhähnen aufgelöst und vorerst scheinbar auf die umliegenden Balzplätze verteilt hat (Abb. 17). Nur ein Hahn verblieb in der Nähe des alten Balzplatzes, er balzt heute etwa 300 m von diesem entfernt. Auch aus dem Aletschwald wird ein solcher Fall berichtet, wo von einer Balzgesellschaft von einst 35 Hähne ein einziger verblieb (Pauli, mündl.). Auch diese Hähne scheinen sich auf die umliegenden Balzplätze verteilt zu haben.

Bei eingehender Betrachtung aller Fälle, in denen Bergstationen und Pisten direkt in die Lebensgebiete der Birkhühner gebaut wurden, ergibt sich folgendes regelmässige Reaktionsmuster:

- Balzplätze werden möglichst lange beibehalten, auch wenn andere Teile des Lebensgebietes aufgegeben werden (dies gilt in etwas schwächerem Masse auch für Auerhühner);
- liegen Winter- und Frühjahrseinstand in der Nähe des Balzplatzes, aber in für Menschen unbegehrter Lage, werden diese Teile des Lebensraumes beibehalten, die Populationsgrösse ändert sich erst bei zunehmender Störung am Balzplatz;
- wird ein Balzplatz innerhalb eines sehr grossflächigen Lebensraumes zerstört, kann er um einige hundert Meter verlegt werden, die Balzgruppe kann nach anfänglichen Verlusten wieder etwa die frühere Grösse erreichen;
- existiert in kleinräumig gegliederten alpinen Landschaften weder eine grosszügige Ausweichmöglichkeit für den Winterstand, noch für den Balzplatz, kommt es zu einer einschneidenden Verkleinerung des Lebensraumes und damit der Populationsgrösse; der Rückgang wird in manchen Fällen zuerst an der Peripherie des Populationsareals und erst später im Kerngebiet der Population spürbar, selbst wenn die grössten Verluste an erwachsenen Vögeln (Drahtseile) und an Jungen (Störung durch Touristen) in diesem Kerngebiet zu beklagen sind.

Damit ist herausgestellt, dass jede touristische Erschliessung Störungen grösseren oder geringeren Masses mit sich bringt, was eine Beeinträchtigung des oft schon kleinflächigen Lebensraumes bedeutet. Auerhühner reagieren mit völligem Verschwinden, Birkhühner erleben eine Einbusse der Populationsgrösse. Es gibt aber durchaus Situationen, in denen eine touristische Erschliessung nicht unbedingt zu einem Populationseinbruch der Birkhühner führen muss.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung, sowie die Erfahrung mit Auerhuhn-Beständen im Kanton Schwyz und in den beiden Tiroler Untersuchungsgebieten zeigen deutlich, dass diese Waldhühner dort die höchsten Siedlungsdichten und stabilsten Populationen haben, wo ihre mehr oder weniger günstigen Lebensräume die grösste Ausdehnung haben. Nun liegen aber im Alpenraum selbst unter ungestörten Voraussetzungen solche Lebensräume wegen der horizontalen und vertikalen Geländegliederung nur kleinflächig vor. Recht ausgedehnte und gleichförmige, dennoch aber reich strukturierte Lebensräume finden sich im Zillertal. Dagegen haben die Lebensräume von Auer- und Birkhühnern in den Kalkalpen oft eine sehr kleine Fläche, eine ungünstige Form und eine weit zerstreute Verteilung. Eine relativ günstige Form und Ausdehnung haben Auerhuhn-Lebensräume in den zwar vielgestaltigen, aber insgesamt sanft geformten Flyschlandschaften des Alpennordrandes, die einzigen Landschaften am Alpenrand, in denen sich Auerhühner bisher recht gut halten konnten.

Der Zusammenhalt einzelner Populationsteile getrennt liegender Inselvorkommen wird wesentlich durch das Ausbreitungs- und Rückzugsverhalten der Vögel bestimmt. Hier unterscheiden sich Auerhuhn und Birkhuhn. Ersterer Art ist wesentlicher Bestandteil reifer und überreifer Waldbilder mit sehr hoher Diversität in der Vegetationsstruktur auf kleinem Raum. Solche Waldbilder ändern sich natürlicherweise nur langsam, und gleichzeitig entstehen in unmittelbarer Nachbarschaft gleichwertige Bestände. Ihr wesentliches Merkmal ist der Anteil an alten und sehr alten Nadelbäumen. Sobald diese ausfallen, verringert sich die Diversität schlagartig, es kommt zu engerem Bestandesschluss und zum Rückgang der Bodenvegetation. Auerhühner – besonders die Hähne – sind entsprechend wenig wanderfreudig. Immer wieder lässt sich an dieser Art beobachten, wie isolierte Teil-

populationen auf dem Rest natürlichen Lebensraumes ausharren bis zum Aussterben. – Das Birkhuhn ist vergleichsweise viel wanderfreudiger, es ist eine Charakterart früher Entwicklungsstadien des Waldes und es versteht, auch getrennt liegende Habitatteile zu nutzen. Zur Erfassung der Populationsdynamik des Birkhuhns sind selbst in den Alpen nur grossflächige Erhebungen zielführend.

6.3. Störungsmechanismen bei touristischen Erschliessungen

Es ist oft schwierig, im Nachhinein zu beurteilen, ob ein Balzplatz aufgrund der stattgefundenen baulichen Veränderungen verlassen worden ist, oder ob es vielmehr die im Zug der Erschliessung hereingebrachten Störungen oder Störer (Tiefschneeliebhaber, Wanderer abseits der Wege, Pilz- und Beerensucher, Tierfotografen) sind. Durch die bei der Anlage von Liftrassen und Pisten vorgenommenen Planierungen jedenfalls werden wertvolle Teile der Zwergstrauchschicht zerstört. Oft werden Baumgruppen entfernt, die von Birk- oder Auerhühnern vorher regelmässig aufgesucht worden waren. Waldrodungen an der Waldgrenze und in den bisher extensiv bewirtschafteten Bergwäldern stellen immer einen schweren Eingriff in den Lebensraum der Birkhühner und der viel empfindlicheren Auerhühner dar.

Um die Einflüsse der touristischen Erschliessung auf die Landschaft etwas abschätzen zu können, wurden die Balzplätze des Kantons Schwyz nach ihrer Lage und dem Erschliessungsgrad ihrer Umgebung in 4 Gruppen eingeteilt (vergl. Tab. 11) und gegeneinander sowie gegen Bergstationen und Pistenpunkte verglichen. Aus dem U-Test nach Mann und Whitney ergaben sich als gesicherter Unterschied eine Beeinträchtigung der Zwergstrauchschicht und eine grössere Anzahl von Gebäuden im Perimeter von Bergstationen. Alle anderen Unterschiede könnten auch durch die unterschiedliche Höhenverteilung bedingt sein. Wäre derselbe Versuch für das Zillertal durchführbar gewesen (die Anzahl an Geländepunkten war zu klein), wären die Resultate eindeutiger und umfassender gewesen, da man hier, wie in vielen Gegenden Graubündens und andernorts, vor grossen Erdverschiebungen bei der Anlage von Pisten und Bergstationen nicht zurückschreckt.

Hierdurch und durch die hereingeführten permanenten Störungen wird letztlich der Lebensraum der Birk- und Auerhühner stark eingeengt. Bei deren vielseitigen Nahrungsansprüchen, deren beschränkten Fluchrfähigkeiten und der steten Gegenwart von Raubfeinden (in touristisch erschlossenen Regionen vermehrt Schwärme von Kolkraben (*Corvus corax*), in tieferen Lagen auch von Rabenkrähen (*Corvus corone*), ausserdem Steinadler, Habicht, Baumratter (*Martes martes*) und Fuchs) bedeutet aber eine Verkleinerung des Lebensraumes selbst bei optimalem Nahrungsangebot eine Einengung der Ausweichmöglichkeiten und damit eine erhöhte Störungsanfälligkeit: der Lebensraum wird schlechter, denn grundsätzlich wird bei jeder Flucht höchstens der nächstbeste Aufenthalt aufgesucht. So hat im Hoch Ybrig (Schwyz) die Zahl der balzenden Birkhähne seit der Errichtung des dortigen Skizirkus um die Hälfte abgenommen (Meile, 1978). Findet der grösste Verlust – wie in diesem Fall – im Kerngebiet der Population statt, spiegelt die Zahl der weiterhin balzenden Hähne hier nur bedingt den tatsächlichen Rückgang wieder. Da nämlich der Skibetrieb in der Regel Mitte April aufhört, und weil vor 9 Uhr morgens kaum Menschen in der Region der Balzplätze anzutreffen sind, erscheinen diese zur Zeit der wichtigsten Balzaktivität beinahe störungsfrei. Sie werden dann offenbar doch besetzt, dafür bleiben die Balzplätze an der Peripherie der Population verwaist. Da die relativ langlebigen, adulten Vögel immer wieder beobachtet werden können, und weil von den im Juni durch die häufigen Störungen verlorenen Gelegen und Gesperren niemand etwas

wahrnimmt, wird der negative Einfluss einer solchen Erschliessung oft erst nach Jahren offenkundig.

Direkte Störungsmechanismen verlaufen vermutlich hauptsächlich über zwei Wege: im Winter gestörte Vögel verlieren mit Flucht und Sichern mehr Energie, als sie durch Fressen aufnehmen können (Bossert, Pauli und Zbinden 1976; Rajala, 1964; Scherzinger, 1977), oder die Vögel werden gezwungen, sich ihren natürlichen Feinden vermehrt auszusetzen. Dazu kommen die oftmals nicht abschätzbaren, aber manchmal sehr hohen Verluste durch Kollision der fliegenden Vögel an den Drahtseilen.

Blicken wir nochmals zurück auf die Aufzählung häufig angegebener Rückgangsursachen, erkennen wir unter ihnen zwei Gruppen: Solche, die ihren Einfluss direkt auf den Lebensraum nehmen und diesen ganz oder teilweise unbewohnbar machen, also verkleinern, und solche, die direkt auf die Bastandesdichte wirken (Verluste durch Raubfeinde, Transportkabel, Unterkühlung). *Die Ursachen der ersten Gruppe führen über die Verkleinerung des Lebensraumes zu einer Verkleinerung der Population, welche damit umso empfindlicher wird für die Ursachen der zweiten Gruppe.*

Es sei aber noch einmal festgehalten, dass die Beeinträchtigung von Balzplätzen und Wintereinständen des Birkhuhns und von Lebensgebieten des Auerhuhns örtlich zu beurteilen ist, weil sie wegen der besonderen Gliederung des Geländes unterschiedlich ausfallen kann (Kap. 6.2.).

6.4. Ökologische Kapazität und Bioindikation

Unter Fremdenverkehrs- und Landschaftsplanern ist es in Schwang gekommen, von «ökologischer Kapazität» einer Landschaftszelle zu sprechen; Naturschützer und andere Berater aus dem Bereich der Zoologie sprechen gerne von «Bioindikatoren». Dabei sind Raufusshühner öfter erwähnt worden. Beides soll hier überdacht werden.

Die Fremdenverkehrsindustrie und viele Kurorte können auf den Wintertourismus nicht mehr verzichten, da der Sommertourismus die teure Infrastruktur oftmals nicht mehr ausreichend bezahlt macht. Deshalb werden heute Seil- und Sesselbahnen zwar auch in der weniger rentablen Sommersaison in Betrieb gehalten, aber stets direkt auf den Wintersport hin konzipiert. Dies bringt immer einen hohen Erschliessungsgrad mit sich. Dabei werden althergebrachte, konservative und konservierende, seit langem bewährte Nutzungsformen alpiner Landschaften beeinträchtigt oder verunmöglicht; der Entscheidungsprozess über den engeren Heim- und Heimatbereich gerät der einheimischen Bevölkerung aus den Händen. «Mit zunehmender Intensivierung der ausgeführten Erholungsaktivitäten vom linienhaften zum flächigen Anspruch ist auch eine stärkere Ausnutzung des Raumes und des Landschaftsinhaltes – im Sinne einer Entwicklung von der multi- zur monokulturellen Nutzung – verbunden . . . Die flächenhaft sich auswirkenden Erholungsaktivitäten mit Infrastruktur schliesslich sind eine intensiv betriebene Hauptnutzung, die sich eigene Standorte schafft.» – Mit den hier gewonnenen landschaftsökologischen Befunden verglichen können wir diese Feststellungen von Ewald (1978) nur bestätigen. Der letzte naturnah gebliebene Grossraum Mitteleuropas, der Alpenraum, erweist sich jedoch als viel empfindlicher, als man geglaubt hatte (viele glauben es noch)! Gegen diese Entwicklung sind nicht nur Stimmen der Land- und Alpwirtschaft, der Forstwirtschaft und des Landschafts- und Naturschutzes laut geworden. Bereits bedrängen und beengen sich die Touristen selber in der Ausübung ihrer verschiedenen Erholungsaktivitä-

ten (vergl. auch Schwarzenbach, 1979; Scheiring in Cernusca, 1977; Ewald, 1978). Damit erweist sich der Alpenraum auf weiten Strecken bereits als touristisch übernutzt, bevor die öffentliche Hand auch nur in der Lage war, die Verkehrsengpässe an den Eingangsportalen zu den einzelnen Skigebieten zu sanieren.

Spricht man die touristische Nutzung, beziehungsweise Übernutzung regional oder lokal an, wird ein Urteil schwieriger. Zwar versuchen Vertreter der Landwirtschaft ihre Rechte durchzusetzen und auf die Abgeltung von Ertragsverlusten, Durchleitungsrechten, Bewirtschaftungsbehinderungen und der Mehrarbeit sowie Freihaltepflcht der Piste zu dringen (Moor, 1976). Ist jedoch der Grundeigentümer, z.B. die Gemeinde oder Alpkorporation, am Skiliftunternehmen beteiligt, werden gegenseitige Beeinträchtigungen schon nicht mehr gleich angesprochen (Piffner, 1978). Der Forstmann verlangt grundsätzlich eine Verlegung der Pisten über die Waldgrenze (Hensler, 1969). Da aber ein Skigebiet wesentlich an Attraktivität gewinnt, wenn es eine Talabfahrt besitzt (Tiroler Pistengütesiegel), werden immer wieder riesige Waldrodungen zur Anlage von breiten Pisten bewilligt. Um wenigstens die nachteiligen Folgen auf den Wasserhaushalt auszugleichen, wird eine Ersatzaufforstung vom Zwei- bis Dreifachen der gerodeten Pistenfläche gefordert, dies nach Möglichkeit im selben Abflusssystem (Hanausek, 1969). Eine solche Ersatzaufforstung ist in Österreich nicht gesetzlich verankert und wird, wenn überhaupt, auf bisherigen Grenzertragsböden durchgeführt. Damit werden in der Regel für den Naturschutz wertvolle, seltene Lebensstätten zerstört.

Argumente von Natur- und Landschaftsschutz erhalten erst dann Gewicht, wenn sie mit gegenläufigen touristischen Ansprüchen verknüpft werden können. «Erreicht eine Landschaftszelle oder ein Erholungsgebiet sowohl im Sommer als auch im Winter oder für Erholungsaktivitäten, die sich konkurrenzieren, einen etwa gleich hohen quantitativen Eignungswert, wobei davon ausgegangen wird, dass dieser mit sehr gut oder gut taxiert worden ist, so muss untersucht werden, ob in ökologischer Hinsicht Konflikte entstehen können.» So drücken sich Elsasser, Fehr und Maurhofer (1977) in ihrem Buch. «Erholungsräume im Berggebiet. Bewertung und Selektion geeigneter Erholungsgebiete» aus. Diese Schrift ist im Auftrag der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, entstanden und spiegelt klar die derzeitige Wirtschaftsphilosophie wider. Der oben angesprochene qualitativ-quantitative Eignungswert wird von den zitierten Autoren definiert als das Produkt aus dem ökologischen Eignungswert und der Nutzungskapazität, und stellt ein Mass für die touristische Entwicklungsfähigkeit dar. Die Nutzungskapazität wieder stellt die unter Einsatz von Anlagen und Einrichtungen gesteigerte ökologische Kapazität dar. Für unsere Fragestellung ist von Belang, wie nun diese ökologische Kapazität definiert wird: sie ist die «Tragfähigkeit einer Landschaft an Erholungssuchenden, welche eine Benutzung zulässt, ohne dass unzumutbare Schäden an Boden, Pflanzen und Tieren entstehen». – das Adjektiv «unzumutbar» entstammt hier einer integrativen subjektiven Wertung der «ökologischen» Beeinträchtigung einer Landschaft. Welche Kapazität man auch immer zur Bestimmung der Tragfähigkeit eines Erholungsgebietes zugrundelegt, sie bleibt subjektiv bestimmt – allenfalls durch sozialpsychologische Argumente der Einheimischen und/oder Erholungssuchenden. Damit ist diese «zumutbare Tragfähigkeit» Gegenstand politischer Interessen und Kräftespiele.

Bei der herrrigen intensiven Konkurrenzlage der einzelnen Wintersportregionen wird zwar grundsätzlich erst dann ein neues Angebot erstellt, wenn die Nachfrage gesichert ist. Dabei wird im sogenannten Verdichtungsprinzip die gesamte Nutzungskapazität bereits bestehender Fremdenverkehrsregionen bzw. bereits erschlossener Landschaftszellen erhöht.

Daneben trifft man derzeit aber auch immer wieder auf Planungen und Neuerschliessungen, die nach einer wesentlich anderen Philosophie entwickelt werden. Den theoretischen Ansatz hierzu findet man – teils verdeckt, teils offenkundig – ebenfalls in der Studie von Elsasser, Fehr und Maurhofer (1977), aber auch bei Girardi (1972, 1973, 1974). Dabei werden von der Bruttoskigebietsfläche, das ist die Gesamtfläche eines für Pisten geeigneten Gebietes, die nicht befahrbaren Flächen (Fels, Blockfelder, Neigungszonen über 60 %, Gefahrenzonen mit einer Gefährdung an 30 und mehr % der Saisontage, nicht aber der Wald) abgezogen. Nach Tragfähigkeit in irgend einem anderen Sinne als der möglichen Anzahl an Skifahrern wird nicht mehr gefragt. Zur vollen Ausnutzung der verbliebenen Nettoskigebietsfläche werden grossflächige Waldrodungen durchgesetzt, und die sich ergebenden Teilflächen wo nötig mit Skiwegen und sogar Kunstbauten verbunden (Negler, 1973). Hernach wird die Nutzungskapazität dieser Flächen mittels verschiedener Aufstiegshilfen, Pistentrassierungen, Verpflegungs- und sogar Beherbergungsstätten gesteigert. Zuweilen wird dabei die Erholungskapazität des betreffenden Gebietes ohne Zurückstellung von Restkapazitäten voll genutzt oder übernutzt, obwohl das Nachfragepotential einer solchen Nutzungskapazität noch längere Zeit nicht zu entsprechen vermag. Denn nicht nur die Bewertungsverfahren für Erholungsflächen, auch die Methoden zur Einschätzung des Nachfragepotentials lassen bei entsprechender Gewichtung subjektiver Momente erhebliche Spielräume offen.

Damit steht der Naturschutzberater heute unbestreitbar zwei Erschliessungsphilosophien in ihren extremen Ausbildungen und in vielen Zwischenformen gegenüber, die hier die vorsichtige und die aggressive Philosophie genannt seien:

- vorsichtig: das Betätigungsangebot wird erst dann ergänzt, wenn alle infrastrukturellen Voraussetzungen erfüllt sind, und wenn ein echtes Bedürfnis nicht nur zu erwarten, sondern nachgewiesen und überfällig ist. Dann wird im Verdichtungsprinzip aus bestehenden Fremdengebieten das Beste gemacht, bevor man ursprüngliche, nicht erschlossene Erholungsgebiete antastet.
- aggressiv: um sich ein Stück aus dem Fremdenverkehrspotential zu sichern, wird eine Landschaftszelle – ohne Rücksicht auf ihre ökologische Belastbarkeit (die überdies noch subjektiv definiert wäre) – nach ihrer Erholungseignung bewertet und darauf mit einem entsprechenden Transportpotential überzogen. Dadurch wird schockartig ein zumeist sehr beachtliches Angebot geschaffen, das anfangs beinahe eigengesetzlich zu einem bestimmten Grad auch genutzt wird.

Nach welcher Erschliessungstaktik vorgegangen wird, kann für das Ausmass der Beeinträchtigung ursprünglicher oder naturnaher Lebensräume von Belang sein. Zweifellos bringt die aggressive Taktik ein grösseres Mass an Veränderungen mit sich. Aber auch die Erschliessung im Verdichtungsprinzip hat ihre wesentlichen Tücken, indem dabei oft bisher schlecht erschliessbare extreme und besonders wertvolle Lebensräume, oft auch Rückzugsgebiete gefährdeter Arten, entwertet werden. Von ökologischer Relevanz ist neben dem Ausmass und der Art der Beeinträchtigung vor allem die Empfindlichkeit der betroffenen Lebensgemeinschaften.

Angaben zu ökologischen Veränderungen durch das Anlegen von Skiabfahrten an Waldhängen bringt u. a. Cernusca (1977) in Zusammenarbeit mit vielen anderen Biologen. Aus deren Untersuchungen, die sich nun auf ein biologisches Verständnis von Ökologie stützen, geht hervor, dass vor allem die Beeinträchtigung des Humuskörpers eine Reihe von schwerwiegenden Folgen nach sich zieht: Verlust an organischer Substanz und an Bioelementvorräten, insbesondere Stickstoffreserven (Neuwinger und Friedrich,

1.c.); Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes und des Abflussregimes (Guggenberger und Neuwinger, 1.c.), und vor allem Änderungen im Oberflächenabfluss, der die Erosion bestimmt (Karl, 1.c.). Darüber hinaus verändern sich Mikroklima und Energiehaushalt auf planierten Pisten gegenüber der natürlichen Pflanzengesellschaft (Cernusca, 1.c.), und wohl als Folge dieser physikalisch erfassbaren Änderungen auch die Primärproduktion (Huber; Grabherr; Cernusca; 1.c.), sowie Artenspektren von Pflanzen (Reisigl) und Tieren (Thaler; Grabherr; 1.c.). Vor allem aber zeigte sich auch in dieser Studie, dass es in unserem feingliederten Alpenraum schwierig ist, Befunde zu verallgemeinern (Cernusca, 1.c.).

Um zu einer treffenden Abschätzung ökologischer Veränderungen zu gelangen, muss jeweils auf das lokale Beziehungsgefüge eingegangen werden. Hierfür sind schon in der Planung touristischer Erschliessungsmassnahmen ökologisch geschulte Gutachter beizuziehen (Cernusca, 1.c.). Die Bedeutung dieser Forderung erhellt auch aus den letztlich schwerwiegenden volkswirtschaftlichen Konsequenzen einer voreilig durchgeführten und allein technokratisch gesteuerten Erschliessung (Scheiring in Cernusca, 1977; Schwarzenbach, 1979; Lauterwasser, 1977).

In diesem ganzen Problembereich eignet sich das Birkhuhn nur bedingt als Bioindikator. Zum einen wird es durch touristische Erschliessungen je nach den örtlichen Gegebenheiten und insbesondere der Lage und Ausdehnung seines ganzen Lebensraumes lokal unterschiedlich betroffen; zum anderen zeigt es als mobiler Pflanzenfresser sogar schwere Störungen im Bodenhaushalt nun undeutlich an. – Dagegen dürfen wir seine Anwesenheit durchaus als Hinweis auf eine mehr oder weniger vollständige Waldgrenze mit all ihren Strukturelementen, insbesondere aber einer stärker ausgebildeten Zwergstrauchschicht werten. Das Birkhuhn darf auch als kennzeichnender Bestandteil der höhenbedingten Waldgrenze in den Alpen betrachtet werden, vielerorts aber auch als Charakterart einer alten Kulturlandschaft (traditionelle Kulturlandschaft im Sinne von Ewald, 1978), nämlich der Weidewirtschaft in der Hügellzone unterhalb der höhenbedingten Waldgrenze. Dementsprechend kann das Auerhuhn als Charakterart reichstrukturierten Waldbilder gelten, die nicht nur eine gut ausgebildete Kraut- und Zwergstrauchschicht enthalten, sondern auch Koniferen aller Entwicklungsstufen, insbesondere aber eine bestandesbildende Anzahl alter und sehr alter Bäume. Als Wirtschaftswald entspricht der Pleuterwald, wie er in der Schweiz heute vielerorts angestrebt wird, dem vom Auerhuhn bevorzugten Waldform am ehesten, vor allem dann, wenn vorwachsene und reich beastete alte Bäume gesont werden.

Fussnote:

1 Eigentümlicherweise wird in Tirol der Abschuss der Birkhähne erst ab dem 10. Mai freigegeben. Damit findet diese «Balzjagd» ausgerechnet zu einer Zeit statt, in der die meisten Hennen den Balzplatz besuchen. Selbst im Juni wäre es noch unverantwortlich, auf den balzenden Hahn zu schiessen, da er jetzt immer wieder von Hennen aufgesucht werden kann, die nach missglücktem Erstgelege noch einmal getreten werden möchten. Einzig der Abschuss der – vor allem jungen – Birkhähne im Herbst liesse sich einigermaßen vertreten. In Gebieten mit sehr hohen Niederschlägen in der Brut- und Aufzuchtzeit (Alpennordrand = Karwendel) ist dabei vorher der Fortpflanzungserfolg zu überprüfen (Anzahl der Junge führenden Hennen pro Gesamtzahl der Hennen, Anzahl Junge pro Henne im späten August).

7.0. ANWENDUNG IN DER PRAXIS

7.1. Zur Ausscheidung von Skigebieten und Birkhuhn-Habitaten

So wie der Pistenbauer auf die örtliche Erkundung im Gelände angewiesen ist (Wolfgang 1969), lässt sich auch zur Vermeidung einer möglichen Konkurrenzsituation der Wintersportanlagen zu den Ansprüchen einer lebensfähigen Birkhuhn-Population keine allgemeingültigen Empfehlungen formulieren. Es müssen an Ort und Stelle Erhebungen durchgeführt werden, um besonders die Ausdehnung des Lebensraumes, bestehende Balzplätze und allfällige Ausweichmöglichkeiten für sie, von den Birkhühnern benützte Flugschneisen, sowie den Zusammenhang der betroffenen Populationsteile zu den umliegenden abschätzen und bestimmen zu können.

Im Einzelnen hat sich eine Beurteilung nach folgenden Erhebungen vor Ort zu richten:

- Kartieren der Überwinterungsgebiete anhand der Ansammlungen von Winterlosung am Boden im Frühjahr (vor Ende der Schneeschmelze);
- Kartieren der Balzplätze (durch Direktheobachtung an wenigstens 3 Tagen im Mai, mindestens eine Stunde vor Sonnenaufgang bis in den Vormittag hinein),
- gleichzeitig Kartieren der An- und Wegflugschneisen zwischen den Balzplätzen und den Tagesaufenthaltsgebieten,
- Kartieren der Brut- und Aufzuchtgebiete mithilfe eines geübten, gut dressierten Vorstehhundes und anhand von Eischalen und gemauserten Federn.

Danach werden mithilfe einer Landkarte und einer Begehung durch die Interessierten folgende Empfehlungen gemacht:

- Aussparen der für das Birkhuhn unverzichtbaren Landschaftsteile (Balzplätze und Überwinterungsgebiete) aus den Pistenarealen;
- keine Kabel durch Flugschneisen;
- keine Erschliessung von Brut- und Aufzuchtgebieten mit neuen Wanderwegen, dagegen gute Markierung bestehender Wege und – wo möglich – Verpflichtung der Sommertouristen auf diese Wanderwege und Schutz der Beeren und Pilze;
- Bergstationen stets unterhalb der Horizontlinie und nie auf Balzplätzen errichten;
- keine Rodung an der Waldgrenze;
- Verzicht auf jede Planierung und Trassierung in der Zwergstrauchregion;
- Verpflichtung der Skifahrer auf die präparierten Pisten durch Hinweise und Abspernung der gefährdeten Wintereinstände bereits von der Bergstation weg (jedoch keine Hinweise auf Birkhühner)
- allenfalls tages- und jahreszeitliche Einschränkung des Betriebes der Sportanlagen (Revisionspause von Mitte April bis mindestens Mitte Juni, wie vielerorts üblich),
- wo nötig Ausweisung wichtiger Lebensräume als Landschaftsschutzgebiete mit Landeverbot für Helikopter.

Beispiele zeigen, dass auch unter diesen Bedingungen rentable Wintersportanlagen gebaut werden können, und dass sich Wintersport und Birkhühner nicht grundsätzlich ausschliessen. Allgemein dort, wo die Birkhühner den Balzplatz gefahrlos erreichen können und dort schon vom April an bis um 10 Uhr ungestört balzen können, wo sie die Balzplätze mit wenig Bewegungsaufwand verlassen können um schnell einen tiefer liegenden unwegsamen Einstand zu erreichen und dort, wo Touristen weder den Wintereinstand noch die Brut- und Aufzuchtgebiete betreten können, kann sich das Birkhuhn halten.

7.2. Zur Ausscheidung von Auerhuhn-Habitaten

Aufgrund der sehr speziellen Anforderungen an die Waldstruktur und des bereits stark fortgeschrittenen Erschliessungsgrades der Bergwälder finden wir heute nicht einmal mehr in der grosszügig angelegten Zillertaler Urgesteinslandschaft grössere zusammenhängende Auerhuhn-Habitats. Jede Erschliessung für touristische Zwecke hat fatale Folgen für die verbliebenen Restpopulationen. Selbst Erschliessungen für rein forstliche Zwecke (Waldpflege) haben fast immer eine erhebliche Beeinträchtigung und Veränderung des Lebensraumes zur Folge. Einzig die sehr pflegliche Nutzung im Plenterbetrieb, womöglich die einzelstammweise Nutzung, höchstens aber eine kleinflächige Behandlung im Femelschlag oder im Keilschirmschlag, vermag die Bedürfnisse des Auerhuhns zu berücksichtigen, und dies auch nur dann, wenn eigens darauf geachtet wird, dass alte und sehr alte Bäume, vor allem aber jene, die vom Auerhuhn regelmässig benützt werden, in ausreichender Zahl im Bestand vertreten sind. Eine solche feinmaschige Nutzung ist heute zweifellos auf ein ausreichendes Wegnetz angewiesen. Forstliche Wege und Strassen sind aber unbedingt für den privaten Verkehr zu sperren. Um Auerhuhn-Habitats vor der touristischen Erschliessung zu verschonen, müssen sie in ihrer Lage und Ausdehnung ausreichend bekannt sein. Dies wird am besten auf folgende Art erreicht:

- Kartieren der Überwinterungsgebiete anhand der Ansammlungen von Winterlosung am Boden im Frühjahr,
- Kartieren der Balzplätze und der Hahnenentitorien anhand des Spurenbildes balzaktiver Hähne bei Spurnschnee; diese Aufnahmen werden zwar zur Balzzeit durchgeführt, aber jeweils erst am Vormittag begonnen (April bis Mitte Mai), so dass die Störung des Sozial- und Fortpflanzungsverhaltens auf einem Minimum gehalten werden kann;
- Kartieren der Brut- und Aufzuchtgebiete anhand von Zufallsbeobachtungen oder mithilfe eines sehr kurz suchenden vorsichtigen Vorstehhundes, jedoch nicht vor Ende Juni und nur bei anhaltend schönem Wetter (Unterkühlung der Küken).

Über weitere Schonmassnahmen zugunsten des Auerhuhns arbeiten Hess und Meile derzeit in dem hier beschriebenen Schwyzer Untersuchungsgebiet (vergl. auch Hess und Meile, 1978).

8. ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit befasst sich mit der Überlappung von Geländeansprüchen seitens der Skifahrer und der Birkhühner in ihren Winteraufenthaltsgebieten und auf ihren Balzplätzen. Die Bergstationen der Transportanlagen überschneiden sich besonders mit den Balzplätzen, während Pisten und freie Abfahrtsrouten oft die wertvollsten Wintereinstände der Birk-, aber auch der Auerhühner durchqueren. In einem quantitativen Vergleich werden Geländeeigenschaften und Vegetationselemente an Birkhuhn-Balzplätzen und an Winter-sportanlagen gegeneinander und gegen das Angebot in der Landschaft gehalten.

Im Kanton Schwyz besiedeln die Birkhühner vor allem grössere Bergföhren-Bestände und in der Voralpenregion auch alte, durch Waldweide aufgelockerte Fichtenwälder. Auf dem Kalk- und Dolomitgrund des Karwendel übernehmen die ausgedehnten Legföhrenfelder teilweise die Funktion der Bergföhren. Im Zillertal (Gneis, Schiefer) sind die Birkhühner an aufgelockerte Arven- und Lärchenwälder gebunden. Hier findet das Birkhuhn

in dem ausgedehnten Zwergstrauchgürtel grossflächig günstige Lebensbedingen und Ausweichmöglichkeiten. Dagegen sind die günstigen Waldparzellen in den anderen beiden Landschaften eher kleinflächig verfügbar und weit zerstreut.

Die Balzplätze liegen in aller Regel über den Wintereinständen und auf einer aussichtsreichen Warte mit möglichst geringem Sichtwinkel, aber möglichst grossem Abstand zum Horizont. Deshalb werden für die Balzplätze die Gelädeformen Kuppe, Schwelle, Grat oder weite Ebene bevorzugt. Sie gewährleisten dem Birkhuhn eine optimale Ausbringung seiner fernwirkenden optischen und akustischen Signale und eine frühzeitige Feinderkennung. Dem Skifahrer bieten diese Punkte eine gute Aussicht und eine flotte Abfahrtsmöglichkeit. Nicht alle Balzplätze sind durch die Errichtung touristischer Transportanlagen gefährdet, aber fast alle Bergstationen und Pisten oberhalb der Waldgrenze liegen in unmittelbarer Nähe oder mitten in Birkhuhn-Lebgebieten. Pisten zerschneiden sehr oft auch Auerhuhn-Habitats, falls zu ihrer Anlage Rodungen bewilligt werden. Die grösste Beeinträchtigung für das Birkhuhn ergibt sich aus der Verkleinerung seines Lebensraumes um die durch Störung und Zerstörung unbewohnbar gewordenen Flächen. Auerhühner, die hohe Anforderungen an die Waldstruktur stellen, reagieren empfindlicher auf Erschliessungen. Empfehlungen zum Schutz der Birk- und Auerhühner beschliessen die Arbeit.

Summary

Skiers and woodland grouse claim for the same topographical qualities of a site through the whole Alpine range: skiruns cross the most suitable wintering areas of black grouse and capercaillie on northern slopes, meanwhile the top stations of skiing facilities are built quite at the same places where black grouse have their display arenas. As a consequence of this kind of interference, black grouse abandon important parts of their resting and feeding sites and sometimes leave their traditional arenas. As a rule, the capercaillie disappears, because this grouse is very susceptible to disturbances and to changes in habitat structure.

The following questions have been studied: what are the structural features of a favorable black grouse habitat and of a suitable display arena, and which qualities of a landscape are demanded by the skier?

Field work was done from 1976 to 1980 in three Alpine regions: in the Canton of Schwyz (Swiss Alps), the Karwendel Mountainrange (Northern Calcareous Alps, Tyrol) and the Zillertal (Central Alps, Tyrol). Sites used by grouse and skiers have been compared statistically. Parameters measured in the field included vegetation cover and several topographical qualities.

The selection of a particular site for the display arena seems to be tightly connected with the far-reaching signals of intraspecific communication. To allow an early recognition of an enemy, the ground vegetation has to be low, the sight angle to the horizon must be as small as possible, but the distance to the horizon should be as long as possible. The more developed an Alpine region is, the lower becomes the density of grouse. All the damages to the habitat and disturbances of the birds lead to one and the same effect: the habitat of woodland grouse becomes diminished in its extension, but the highest densities and most stable populations of grouse are to be found in continuous habitats of very large surface. Recommendations are given on behalf of both a longterm maintenance of Alpine habitats of black grouse and capercaillie and for the construction of skiing facilities, with no harm to the birds.

9.0.0. ANHANG

| | |
|----------------------------|----------|
| 9.1.0 Tabellen 3 – 12 | 55 – 68 |
| 9.2.0 Abbildungen 1 – 17 | 69 – 87 |
| 9.3.0 Erhebungsformular | 88 – 93 |
| 9.4.0 Definitionen | 94 |
| 9.5.0 Literaturverzeichnis | 95 – 101 |

Sämtliche Tabellen und Abbildungen sind original, alle Photographien sind vom Verfasser aufgenommen worden.

Tab. 3a: Zusammenhänge zwischen Geländeeigenschaften, Distanzen und Bodenbedeckung (Rangkorrelation nach Spearman, $P \leq 0,01$)
 + = positive / - negative / 0 = keine Korrelation

Zufallspunkte Schwyz

| | Zahl balzender Hähne | Höhe ü.M | Hangneigung, 1000 m Umkreis | Horizonteigung 360° | Anzahl Geländeformen | Abst. zum nächsten Lift | Abst. zur nächsten Piste | Abst. zum nächsten Balzplatz | Abst. zum nächsten Ruheplatz | Abst. zum nächsten Nahrungsplatz |
|---------------------|----------------------|----------|-----------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Fels | + | + | + | 0 | + | 0 | 0 | - | - | - |
| Geröll | + | + | + | 0 | + | 0 | 0 | - | - | - |
| offener Boden | + | + | + | + | + | 0 | 0 | - | - | - |
| Krautschicht | 0 | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Zwergsträucher | + | + | + | + | + | 0 | 0 | - | - | - |
| Strauchschicht | 0 | 0 | + | + | 0 | - | - | - | - | - |
| Jungwuchs | 0 | 0 | + | + | + | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Stangenholz | - | 0 | 0 | + | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Baumholz 1 | 0 | 0 | 0 | + | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Baumholz 2 | 0 | 0 | + | + | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 |
| Starkholz | 0 | 0 | + | + | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| Abst. z. Balzplatz | - | - | - | 0 | - | + | + | | + | + |
| Abst. z. Ruheplatz | - | - | - | 0 | - | + | + | + | | + |
| Abst. z. Nahr.platz | - | - | - | 0 | - | + | + | + | + | |
| Horizonteigung | 0 | + | + | | + | - | - | - | - | - |
| Hangneigung | + | + | | + | + | 0 | 0 | - | - | - |
| Höhe ü.M. | + | | + | + | + | 0 | 0 | - | - | - |
| | | | | | + | | | | | |
| Zahl balz. Hähne | | + | + | 0 | + | 0 | 0 | - | - | - |

* $P \leq 0,03$

Tab. 3b: Zusammenhänge zwischen Geländeeigenschaften, Distanzen und Bodenbedeckung (Rangkorrelation nach Spearman, $P \leq 0,01$)
 + = positive / - negative / 0 = keine Korrelation

Zufallspunkte Karwendel

| | Zahl balzender Hähne | Höhe ü.M | Hangneigung, 1000 m Umkreis | Horizonteinnengung 360° | Anzahl Geländeformen | Abst. zum nächsten Lift | Abst. zur nächsten Piste | Abst. zum nächsten Balzplatz | Abst. zum nächsten Ruheplatz | Abst. zum nächsten Nahrungsplatz |
|---------------------|----------------------|----------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Fels | 0 | + | + | - | + | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Geröll | 0 | + | + | - | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| offener Boden | 0 | 0 | + | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Krautschicht | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zwergsträucher | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Strauchschicht | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Jungwuchs | - | - | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stangenholz | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Baumholz 1 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + |
| Baumholz 2 | 0 | + | - | + | 0 | 0 | 0 | + | + | + |
| Starkholz | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abst. z. Balzplatz | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | + | + |
| Abst. z. Ruheplatz | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | | + |
| Abst. z. Nahr.platz | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | |
| Horizonteinnengung | - | - | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hangneigung | 0 | + | | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Höhe ü.M. | + | | + | - | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| Zahl balz. Hähne | | + | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

Tab. 3c: Zusammenhänge zwischen Geländeeigenschaften, Distanzen und Bodenbedeckung (Rangkorrelation nach Spearman, $P \leq 0,01$)

+ = positive / - negative / 0 = keine Korrelation

| Zufallspunkte Zillertal | Zahl balzender Hähne | Höhe ü.M | Hangneigung, 1000 m Umkreis | Horizonteinträngung 360° | Anzahl Geländeformen | Abst. zum nächsten Lift | Abst. zur nächsten Piste | Abst. zum nächsten Balzplatz | Abst. zum nächsten Ruheplatz | Abst. zum nächsten Nahrungsplatz |
|-------------------------|----------------------|----------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Fels | 0 | + | + | - | + | + | + | 0 | 0 | 0 |
| Geröll | 0 | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| offener Boden | 0 | + | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Krautschicht | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zwergsträucher | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |
| Strauchschicht | 0 | - | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jungwuchs | 0 | - | 0 | + | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stangenholz | 0 | - | 0 | + | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Baumholz 1 | 0 | - | 0 | + | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Baumholz 2 | 0 | - | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Starkholz | 0 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Abst. z. Balzplatz | - | -* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | + | + |
| Abst. z. Ruheplatz | - | -* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | | + |
| Abst. z. Nahr. platz | - | -* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | |
| Horizonteinträngung | 0 | - | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hangneigung | 0 | + | | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Höhe ü.M. | 0 | | + | - | + | 0 | 0 | -* | -* | -* |
| Zahl balz. Hähne | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

* $P \leq 0,03$

Tab. 4: Zusammenhänge zwischen Geländeeigenschaften, Distanzen und Bodenbedeckung (Rangkorrelation nach Spearman)

Vergleich der Zufallspunkte / Bergstationen / Balzplätze aus Schwyz
 (P ≤ 0,01) (P ≤ 0,05) (P ≤ 0,05)

| | Zahl balzender Hähne | Höhe ü.M | Hangneigung, 1000 m Umkreis | Horizonteinkung 360° | Abst. z. nächsten Balzplatz | Abst. z. nächsten Ruheplatz | Abst. z. nächsten Nahrungsplatz |
|--|----------------------|-----------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Fels | + /0/0 | + / + / + | + / + / + | 0/0/ + | - /0/0 | - /0/- | |
| Geröll | + / + /0 | + / + / + | + / + / + | 0/0/0 | - /- /0 | - /- /- | |
| offener Boden | + / + /0 | + / + /0 | + / + / + | + /0/0 | - /- /0 | - /- /0 | |
| Krautschicht | 0/0/0 | - /0/- | - /0/ + | - /- /- | 0/0/0 | 0/- / + | |
| Zwergsträucher | + /0/0 | + / + / + | + /0/ + | + /0/0 | - /- /0 | - /- /- | |
| Strauchschicht | 0/- /0 | 0/0/0 | + /0/ + | | 0/0/ + | | |
| Jungwuchs | 0/- /0 | 0/- /0 | 0/0/ + | | 0/0/ + | | |
| Stangenholz | - /0/0 | 0/- /0 | 0/0/0 | | 0/0/ + | | |
| Baumholz 1 | 0/- /0 | 0/- /- | 0/0/0 | | 0/ + /0 | | |
| Baumholz 2 | 0/- /0 | 0/- /- | + /0/- | | 0/ + /0 | | |
| Starkholz | 0/0/0 | - /- /- | + /0/- | | - /0/0 | | |
| Abst. z. nächst. Balzpl. + Ruhepl. + Nahrungsplatz | - /- /0 | - /- /- | - /- /0 | | + / + / + | | |
| Abst. z. nächst. Lift | | | | | + /0/0 | + /0/- | + /0/- |
| Abst. z. nächst. Piste | | | | | + /0/0 | + /0/- | + /0/- |

+ = positive / - = negative / 0 = keine Korrelation

Tab. 5: Der Abstand eines Geländepunktes (linke Kolonne) zum nächsten Balzplatz steht in Zusammenhang mit folgenden Parametern (des Geländepunktes):

| Geländeeigenschaft: | Höhe ü.M. | Neigung an Ort | Neigung, 100 m Umkreis | Distanz z. Horizont | Sichtwinkel z. Horizont | Horizonteinkennung | Anzahl Geländeformen | Diversität Bodenbedeckg. | Anzahl balz. Birklöhne | Personenfrequenz auf dem nächsten Weg | Fahrzeuffrequenz auf der nächsten Strasse | Belastungsindex (= Frequenz × Benützungsdauer × Abstand z. Gel.punkt) |
|---------------------------------|-----------|----------------|------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|---|---|
| Geländepunkte: | | | | | | | | | | | | |
| Schwyz: | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze (FG 94; T 1,98) | | | | | | | | | | + | | |
| Bergstationen (FG 52; T 2,01) | - | | | | - | | | | | | | |
| Pisten (FG 160; T 1,98) | - | | | | | | | | | | | |
| Zufallspunkte (FG 227; T 1,97) | - | - | + | + | | | | | | | + | |
| Karwendel | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze (FG 49; T = 2,01) | | | | | | | | | | | | |
| Bergstationen (FG 16; T = 2,12) | - | | | | | | | | | | | |
| Pisten (FG 59; T = 2,00) | - | | | | | + | | | | | | |
| Zufallspunkte (FG 56; T = 2,00) | - | | | | | | | | | | | + |
| Zillertal: | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze (FG 34; T = 2,04) | + | | | | | | | | | | | |
| Bergstationen (FG 12; T = 2,18) | | | | | | | + | | | | | - |
| Pisten (FG 44; T = 2,01) | - | | + | | - | | | | | - | | |
| Zufallspunkte (FG 53; T = 2,01) | | | | + | | | | | | | + | |

Schrittweise multiple lineare Regression: + = es besteht ein positiver Zusammenhang, - = es besteht ein negativer Zusammenhang. (P ≤ 0,05; 2-seitig).

Tab. 6: Verteilung der Geländepunkte auf die Expositionen (12 Klassen à 30°) in Prozenten

| Geländepunkte Expositionen | | 1-30° | 31-60° | 61-90° | 91-120° | 121-150° | 151-180° | 181-210° | 211-240° | 241-270° | 271-300° | 301-330° | 331-0° |
|----------------------------|----|-------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| Schwyz | | | | | | | | | | | | | |
| Zufallspunkte | 17 | 6 | 11 | 7 | 4 | 9 | 9 | 7 | 4 | 11 | 11 | 9 | 4 |
| Balzplätze | 17 | 3 | 3 | 3 | 6 | 5 | 5 | 0 | 5 | 19 | 17 | 14 | 6 |
| Bergstationen | 31 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 19 | 31 | 0 |
| Pisten | 27 | 12 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 | 27 | 0 |
| Talstationen | 27 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 20 | 27 | 0 |
| Karwendel | | | | | | | | | | | | | |
| Zufallspunkte | 17 | 12 | 9 | 4 | 5 | 9 | 9 | 2 | 7 | 12 | 2 | 16 | 7 |
| Balzplätze | 17 | 10 | 6 | 12 | 13 | 12 | 12 | 6 | 0 | 13 | 2 | 6 | 2 |
| Bergstationen | 17 | 0 | 39 | 6 | 0 | 0 | 0 | 11 | 6 | 17 | 6 | 0 | 0 |
| Pisten | 19 | 0 | 39 | 5 | 0 | 5 | 5 | 2 | 5 | 20 | 5 | 0 | 0 |
| Talstationen | 17 | 0 | 44 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 17 | 6 | 0 | 0 |
| Zillertal | | | | | | | | | | | | | |
| Zufallspunkte | 17 | 6 | 11 | 7 | 4 | 9 | 9 | 7 | 4 | 11 | 11 | 9 | 4 |
| Balzplätze | 17 | 3 | 3 | 3 | 6 | 5 | 5 | 0 | 5 | 19 | 17 | 14 | 6 |
| Bergstationen | 31 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 19 | 31 | 0 |
| Pisten | 27 | 12 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 | 27 | 0 |
| Talstationen | 27 | 13 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 20 | 27 | 0 |

Tab. 7: Anzahl der Geländeformen im Perimeter (r = 300 m) der Geländepunkte.

Ø = Mittelwert, SD = Standardabweichung

U-Test: + = es besteht ein Unterschied

- = es besteht kein Unterschied; (P ≤ 0,04)

| | Ø | SD | U-Test |
|----------------------|--------|---------|--|
| Schwyz | | | |
| Balzplatz Alpen | 8,703 | 3,766 | $\left. \begin{array}{l}]+ \\]+ \\]- \end{array} \right\}^+ \left. \begin{array}{l}] \\]+ \end{array} \right\}^+$ |
| Balzplatz Voralpen | 9,879 | 5,583 | |
| Bergstationen | 7,075 | 3,292 | |
| Pisten | 6,199 | 3,244 | |
| Talstationen | 6,273 | 3,135 | |
| Karwendel | | | |
| Balzplätze | 7,120 | 2,775 | $\left. \begin{array}{l}]- \\]+ \end{array} \right\}^+$ |
| Bergstationen | (8,800 | 8,179)* | |
| Pisten | 5,883 | 2,823 | |
| Talstationen | 6,579 | 4,073 | |
| * zu geringe Anzahl! | | | |
| Zillertal | | | |
| Balzplätze | 4,879 | 2,559 | $\left. \begin{array}{l}]+ \\]- \end{array} \right\}^+$ |
| Bergstationen | 5,80 | 1,971 | |
| Pisten | 5,510 | 1,782 | |
| Talstationen | 5,429 | 1,555 | |

Tab. 8: Hangneigung am Ort des Geländepunktes und Hangneigung 100 m berg- und talwärts gemittelt

Ø = Mittelwert, SD = Standardabweichung

U-Test: + = es besteht ein Unterschied

- = es besteht kein Unterschied; ($P \leq 0,04$)

| | Hangneigung an Ort | | | Hangneigung 100 m berg- und talwärts integriert | | |
|--------------------|--------------------|--------|--------|---|--------|--------|
| | Ø | SD | U-Test | Ø | SD | U-Test |
| Schwyz | | | | | | |
| Balzplatz Alpen | 12,14° | 13,89° |] -] | 24,88° | 11,48° |] +] |
| Balzplatz Voralpen | 6,73° | 6,52° | | 24,09° | 11,94° | |
| Bergstationen | 8,04° | 7,43° |] +] | 20,92° | 5,78° |] -] |
| Pisten | 17,43° | 6,88° | | 19,70° | 5,60° | |
| Talstationen | 6,79° | 5,01° | | 16,12° | 6,84° | |
| Karwendel | | | | | | |
| Balzplätze | 17,42° | 10,25° |] +] | 26,34° | 6,49° |] +] |
| Bergstationen | 8,20° | 9,09° | | 18,00° | 12,62° | |
| Pisten | 17,22° | 7,45° | | 18,50° | 7,41° | |
| Talstationen | 7,95° | 6,55° | | 17,68° | 7,18° | |
| Zillertal | | | | | | |
| Balzplätze | 15,33° | 9,37° |] +] | 24,79° | 7,91° |] +] |
| Bergstationen | 6,87° | 4,94° | | 18,20° | 7,51° | |
| Pisten | 17,76° | 6,84° | | 19,84° | 5,60° | |
| Talstationen | 10,21° | 8,34° | | 19,21° | 7,03° | |

Tab. 9: Distanz und Sichtwinkel zum Horizont, Horizonteinengung

Ø = Mittelwert, SD = Standardabweichung

U-Test: + = es besteht ein Unterschied

- = es besteht kein Unterschied; (P ≤ 0,04)

| | Distanz | | | Sichtwinkel | | | Horizonteinengung | | | |
|--------------------|---------|-------|---------|-------------|------|---------|-------------------|---------|---------|---------|
| | Ø | SD | U-Test | Ø | SD | U-Test | | | | |
| Schwyz | | | | | | | | | | |
| Balzplatz Alpen | 261 m | 245m |] -] + | 22° | 13° |] -] + | 13 % |] -] + |] +] + |] +] + |
| Balzplatz Voralpen | 466 m | 791 m | | 16° | 14° | | 9 % | | | |
| Bergstationen | 206 m | 412 m | 23° | 12° | 16 % | | | | | |
| Pisten | 177 m | 186 m | 26° | 12° | 19 % | | | | | |
| Talstationen | 156 m | 155 m | 30° | 14° | 22 % | | | | | |
| Karwendel | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 268 m | 220 m |] +] + | 24° | 11° |] -] - | 15 % |] -] - |] +] + |] +] + |
| Bergstationen | 155 m | 174 m | | 32° | 26° | | 25 % | | | |
| Pisten | 151 m | 172 m | 30° | 26° | 37 % | | | | | |
| Talstationen | 133 m | 192 m | 40° | 20° | 36 % | | | | | |
| Zillertal | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 361 m | 345 m |] -] - | 26° | 9° |] +] + | 13 % |] -] - |] -] - |] -] - |
| Bergstationen | 211 m | 220 m | | 25° | 13° | | 18 % | | | |
| Pisten | 161 m | 140 m | 29° | 20° | 24 % | | | | | |
| Talstationen | 234 m | 404 m | 26° | 14° | 19 % | | | | | |

Tab. 10a: Bodenbedeckung in % des Perimeters ($r = 300$ m) um den Geländepunkt.
Mittelwerte. Bezügl. A₁, A₂, B₁, B₂ vergl. Tab. 11

| | Fels | Geröll und Schutt | offener Boden | Krautschicht | Zwergsträucher | Sträucher | Jungwuchs u. Dicketung | Stangenholz | Baumholz 1 | Baumholz 2 | Starkholz | Wasser | Gebäude |
|---|------|-------------------|---------------|--------------|----------------|-----------|------------------------|-------------|------------|------------|-----------|--------|---------|
| Schwyz | | | | | | | | | | | | | |
| A ₁ | 6,3 | 2,7 | 1,4 | 77,8 | 12,6 | 3,2 | 0,6 | 0,6 | 3,4 | 3,3 | 1,3 | 0,3 | 0,2 |
| A ₂ | 2,2 | 3,2 | 1,9 | 81,6 | 6,4 | 1,9 | 0,2 | 0,6 | 5,2 | 0,3 | 0,9 | 0,5 | 0,7 |
| B ₁ | 8,7 | 5,8 | 1,9 | 73,0 | 12,1 | 6,9 | 1,4 | 1,0 | 5,3 | 2,6 | 1,3 | 0,2 | 0,2 |
| B ₂ | 2,1 | 2,5 | 1,5 | 79,6 | 5,3 | 2,7 | 1,0 | 1,6 | 8,9 | 8,5 | 4,9 | 0,4 | 0,4 |
| A ₁ + A ₂ + B ₁ + B ₂ | 5,8 | 3,5 | 1,7 | 77,4 | 11,0 | 3,8 | 0,7 | 0,8 | 4,7 | 3,7 | 1,6 | 0,2 | 0,2 |
| Bergstationen | 2,9 | 2,6 | 1,5 | 82,7 | 2,7 | 3,5 | 1,0 | 1,4 | 5,0 | 4,6 | 0,4 | 1,3 | 1,6 |
| Pisten | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 85,5 | 2,7 | 4,3 | 1,4 | 1,9 | 5,4 | 4,6 | 0,5 | 0,8 | 1,3 |
| Talstationen | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 80,8 | 3,7 | 4,5 | 1,8 | 3,5 | 5,9 | 4,9 | 0,4 | 0,8 | 4,1 |
| Karwendel | | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 4,4 | 4,0 | 3,6 | 64,0 | 13,6 | 21,1 | 0,4 | 0,3 | 2,6 | 3,4 | 2,9 | 0,1 | 0,1 |
| Bergstationen | 9,4 | 4,3 | 2,8 | 68,7 | 7,0 | 11,4 | 1,2 | 1,1 | 4,5 | 6,5 | 0,7 | 0,4 | 0,6 |
| Pisten | 3,0 | 1,8 | 3,2 | 78,0 | 8,4 | 6,1 | 1,1 | 1,6 | 6,1 | 10,1 | 2,7 | 0,6 | 0,8 |
| Talstationen | 5,3 | 3,4 | 2,7 | 73,8 | 5,8 | 7,7 | 0,4 | 0,8 | 6,2 | 10,8 | 2,3 | 0,6 | 1,6 |
| Zillertal | | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 5,0 | 2,6 | 1,7 | 42,1 | 58,6 | 4,2 | 0,1 | 0,5 | 1,6 | 0,6 | 1,0 | 0,3 | 0,1 |
| Bergstationen | 2,4 | 3,0 | 4,4 | 47,5 | 33,8 | 2,3 | 0,5 | 1,0 | 4,8 | 1,6 | 1,7 | 0,7 | 2,1 |
| Pisten | 1,7 | 2,4 | 2,1 | 51,6 | 38,6 | 3,1 | 1,1 | 1,7 | 4,2 | 1,8 | 2,5 | 0,8 | 1,8 |
| Talstationen | 3,5 | 2,1 | 3,2 | 48,0 | 31,8 | 4,9 | 0,8 | 0,9 | 4,6 | 2,8 | 2,5 | 0,6 | 2,9 |

Tab. 10b: Bodenbedeckung in % des Perimeters ($r = 300$ m) um den Geländepunkt.
Standardabweichungen. A_1, A_2, B_1, B_2 ; vergl. Tab. 11

| | Fels | Geröll und Schutt | offener Boden | Krautschicht | Zweigsträucher | Sträucher | Jungwuchs u. Dickete | Stangenholz | Baumholz 1 | Baumholz 2 | Starkholz | Wasser | Gebäude |
|------------------|------|-------------------|---------------|--------------|----------------|-----------|----------------------|-------------|------------|------------|-----------|--------|---------|
| Schwyz | | | | | | | | | | | | | |
| $A_1 + A_2$ | 10,7 | 5,4 | 1,3 | 14,5 | 9,2 | 4,6 | 0,7 | 1,3 | 4,6 | 3,8 | 2,4 | 0,5 | 0,4 |
| $B_1 + B_2$ | 6,1 | 3,1 | 0,8 | 15,3 | 14,7 | 3,2 | 1,6 | 1,7 | 5,4 | 5,7 | 3,3 | 0,4 | 0,4 |
| Bergstationen | 4,1 | 4,1 | 1,2 | 15,3 | 2,9 | 3,2 | 1,8 | 1,9 | 5,5 | 5,8 | 1,5 | 4,4 | 3,2 |
| Pisten | 3,0 | 2,0 | 1,3 | 13,5 | 4,5 | 6,1 | 2,6 | 4,4 | 5,1 | 6,0 | 1,7 | 2,1 | 2,6 |
| Talstationen | 3,1 | 1,8 | 2,2 | 13,2 | 5,5 | 4,4 | 3,5 | 9,0 | 5,5 | 6,0 | 0,9 | 0,6 | 5,9 |
| Karwendel | | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 6,2 | 4,4 | 9,8 | 24,2 | 16,2 | 20,0 | 0,9 | 0,7 | 2,8 | 4,0 | 3,6 | 0,4 | 0,2 |
| Bergstationen | 11,7 | 5,0 | 3,1 | 18,2 | 9,3 | 11,5 | 3,1 | 1,1 | 4,5 | 14,0 | 1,3 | 0,5 | 0,8 |
| Pisten | 5,6 | 2,5 | 10,8 | 18,3 | 8,2 | 8,3 | 2,4 | 1,8 | 7,1 | 14,6 | 4,5 | 1,3 | 1,7 |
| Talstationen | 9,8 | 5,5 | 3,0 | 18,9 | 9,2 | 9,7 | 0,6 | 0,9 | 6,3 | 13,5 | 4,6 | 1,4 | 3,6 |
| Zillertal | | | | | | | | | | | | | |
| Balzplätze | 10,5 | 2,6 | 2,9 | 22,4 | 15,8 | 3,6 | 0,2 | 1,9 | 2,7 | 1,1 | 1,6 | 0,5 | 0,3 |
| Bergstationen | 4,0 | 2,6 | 7,6 | 26,4 | 28,8 | 1,8 | 0,7 | 1,6 | 8,2 | 2,3 | 3,3 | 0,8 | 3,8 |
| Pisten | 2,0 | 1,9 | 2,5 | 26,7 | 29,7 | 3,6 | 2,8 | 3,4 | 7,6 | 3,6 | 5,3 | 0,7 | 3,6 |
| Talstationen | 3,5 | 2,1 | 3,2 | 48,0 | 31,8 | 4,9 | 0,8 | 0,9 | 4,6 | 2,8 | 2,5 | 0,6 | 2,9 |

Tab. 11: Dichte der Balzplätze und der balzenden Birkhähne in verschiedenen Birkhuhn-Lebensräumen (Flächen, innerhalb derer Birkhühner ganzjährig beobachtet werden können)

| | N Balzplätze | mittlere Höhe ü.M. | totale Fläche des Habitates | Balzplätze pro km ² | Ø N Hähne pro Balzplatz | Ø N Hähne pro km ² |
|--|-----------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Schwyz | | | | | | |
| A ₂ = Alpen, unerschlossen | 50 | 1588 m | 50 km ² | 1,0 | 1,54 | 1,5 |
| A ₂ = Alpen, erschlossen | 14 | 1612 m | 11,4 km ² | 0,8 | 1,43 | 1,1 |
| B ₁ = Voralpen, unerschlossen | 22 | 1523 m | 30,2 km ² | 1,4 | 1,91 | 2,7! |
| B ₂ = Voralpen, erschlossen | 11 | 1523 m | 9,9 km ² | 0,9 | 1,0 | 0,9 |
| A ₁ + A ₂ = Alpen | 64 | 1593 m | 61,2 km ² | 0,9 | 1,5 | 1,4 |
| B ₁ + B ₂ = Voralpen | 33 | 1523 m | 40,1 km ² | 1,2 | 1,5 | 1,8 |
| Karwendel | 48 | 1640 m | 28,8 km ² | 0,6 | 1,64 | 1,0 |
| Zillertal | 35 | 2006 m | 17,5 km ² | 0,5 | 4,24! | 2,1 |

Der Unterschied in der Anzahl Hähne pro Balzplatz zwischen dem erschlossenen und dem unerschlossenen Schweizer Voralpengebiet ist mit $P \leq 0,02$ gesichert.

Tab. 12a: Abstände (*Mittelwerte*) in m:

| | zur / zum nächsten | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|
| | andern Aufstiegshilfe | Fuss- oder Fahrweg | Balzplatz | Ruheplatz | Nahrungplatz |
| Schwyz | | | | | |
| Balzplätze: | | | | | |
| – Alpen, unerschlossen | 3055 | 227 | 523 | 202 | 235 |
| – Alpen, erschlossen | 1114 | 161 | 600 | 223 | 254 |
| – Voralpen, unerschlossen | 2785 | 265 | 666 | 145 | 162 |
| – Voralpen, erschlossen | 3325 | 176 | 972 | 351 | 350 |
| Bergstationen | 509 | 73 | 1524 | 1592 | 1601 |
| Pisten | 692 | 151 | 1651 | 1706 | 1712 |
| Karwendel | | | | | |
| Balzplätze | 4293 | 291 | 804 | 172 | 176 |
| Bergstationen | 302 | 15 | 1370 | 1450 | 1450 |
| Pisten | 386 | 168 | 1500 | 1557 | 1552 |
| Zillertal | | | | | |
| Balzplätze | 2110 | 374 | 695 | 212 | 189 |
| Bergstationen | 389 | 174 | 1053 | 990 | 970 |
| Pisten | 514 | 213 | 1022 | 931 | 915 |

Tab. 12b: Abstände (*Standardabweichungen*) in m:

| | zur / zum nächsten | | | | |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|-----------|---------------|
| | andern Aufstiegshilfe | Fuss- oder Fahrweg | Balzplatz | Ruheplatz | Nahrungsplatz |
| Schwyz | | | | | |
| Balzplätze: | | | | | |
| – Alpen, unerschlossen | 2273 | 208 | 328 | 178 | 231 |
| – Alpen, erschlossen | 1222 | 146 | 685 | 194 | 194 |
| – Voralpen, unerschlossen | 1938 | 276 | 456 | 118 | 146 |
| – Voralpen, erschlossen | 1180 | 207 | 556 | 225 | 227 |
| Bergstationen | 737 | 105 | 1894 | 1954 | 1949 |
| Pisten | 847 | 122 | 1743 | 1861 | 1859 |
| Karwendel | | | | | |
| Balzplätze | 2372 | 646 | 603 | 110 | 106 |
| Bergstationen | 188 | 20 | 1342 | 1228 | 1228 |
| Pisten | 398 | 258 | 919 | 890 | 896 |
| Zillertal | | | | | |
| Balzplätze | 1649 | 298 | 514 | 407 | 412 |
| Bergstationen | 663 | 232 | 788 | 832 | 846 |
| Pisten | 662 | 208 | 726 | 783 | 786 |

Abb. 1: Hangneigung, Distanz zum Horizont und Sichtwinkel zum Horizont

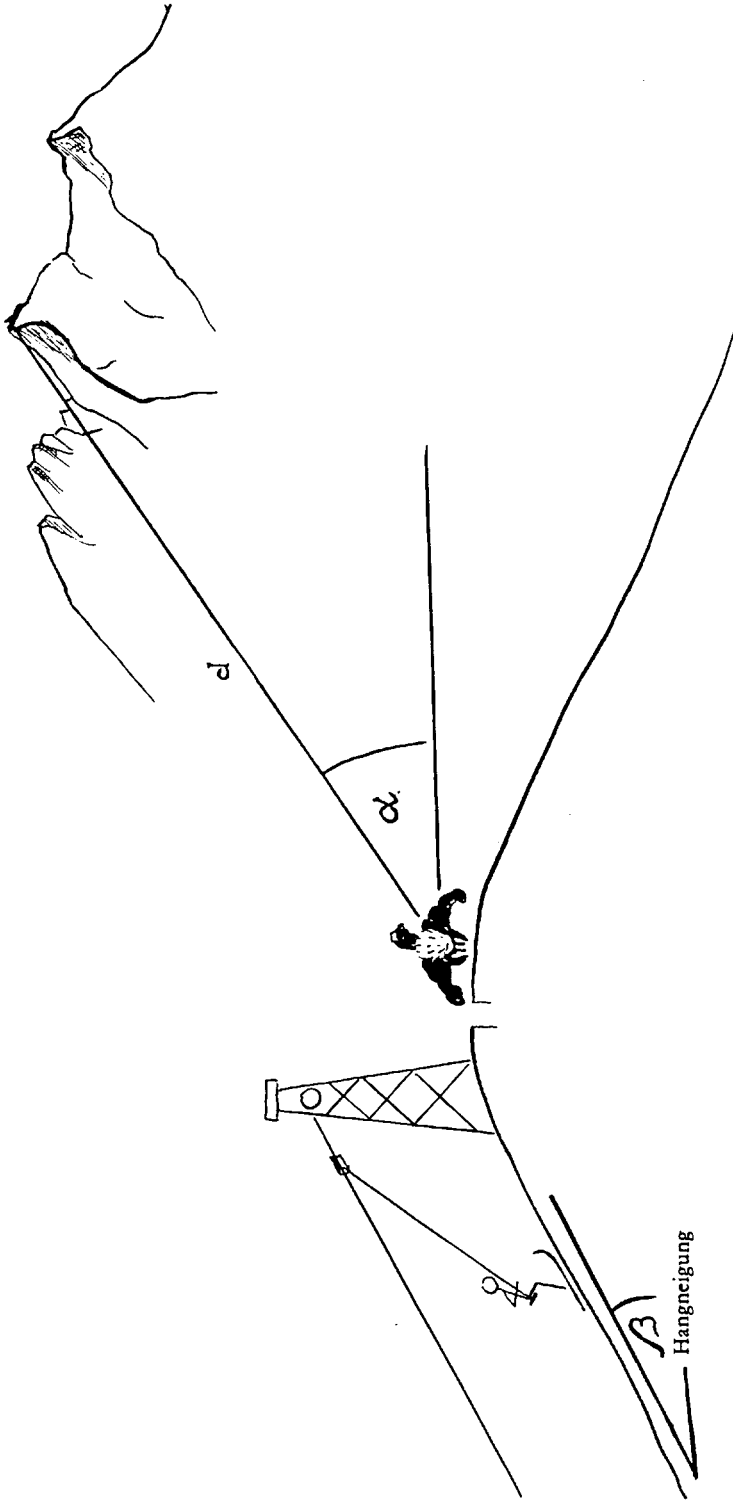




Abb. 2: Birkhuhn-Lebensraum im Bereich der aktuellen Waldgrenze auf 1800 m, Bächtal, Karwendel (15.3.79). Durch Waldweide aufgelockerter Lärchen-, Arven- und Fichtenwald, teilweise ersetzt durch Legföhrenbestände.

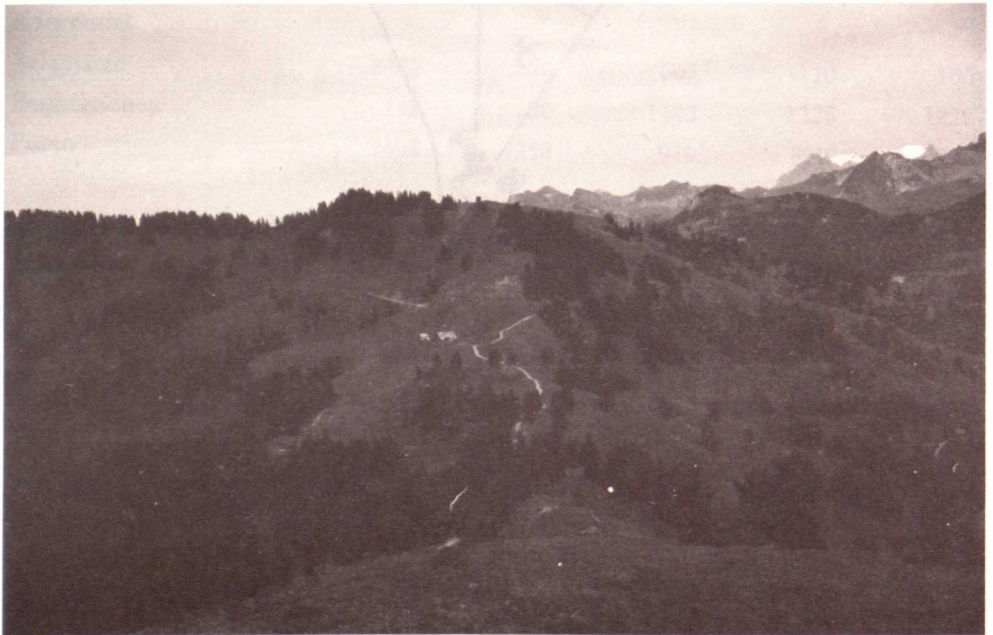


Abb. 3: Birkhuhn-Lebensraum in den Schwyzer Voralpen, Zwäcken und Brünnelstock (7.8.79). Die aufgelockerten, oft überalterten Reste des Subalpinen Fichtenwaldes beherbergen eine schwache Birkhuhn-Population. Ihre Balzplätze liegen auf den waldfreien Kuppen und Hügelkämmen.



Abb. 4: Auf dieser Hügelkuppe – einst ein traditioneller Birkhahn-Balzplatz, heute nur noch unregelmässig besucht – stehen heute die Bergstationen von 3 Skiliften (Schwyz, Brünnelstock, 8.8.79). Der Balzplatz wurde um 300 m in deckungsreicheres Gelände verlegt.



Abb. 5: Vegetationsstruktur eines Auerhuhn-Balzplatzes in einem Bergföhren-Alpenrosen-Wald (Schwyz, Grosse Runs, 25.7.78). Abbildung 12d zeigt das zugehörige Horizonteinengungsdiagramm.

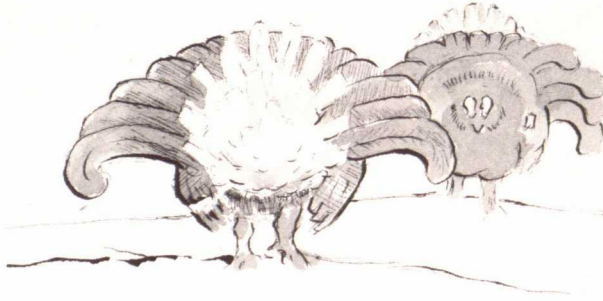


Abb. 6a: Anpreisen

Vorwärts-Pose

fortgesetztes Kullern; Drehen an Ort; bei schwacher Intensität stehend oder auf den Fersen sitzend. Anonym gerichtet.

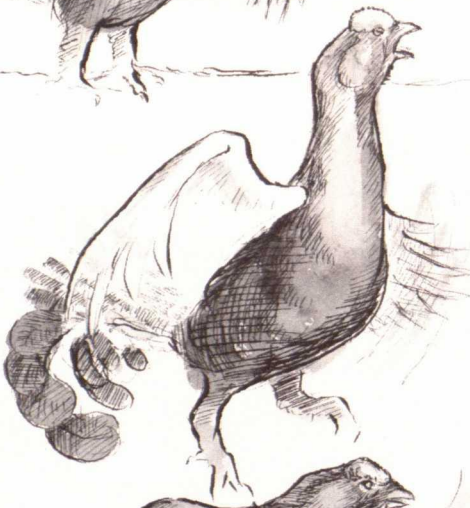
Optische und akustische Fernwirkung; akustisch schlecht lokalisierbar.



Sich-Strecken

mit Zischen und Flügelschlagen. Im Sonnenlicht blitzen die weißen Flügelinnenseiten zweimal auf. Oft Antwort auf Zischen von Artgenossen.

Optische und akustische Fernwirkung.



Flattersprung

mit Zischen. Nächstintensivere Form der obigen Verhaltensweise; ein bis zwei Meter hoher Sprung; Landung oft mit Drehung an Ort, scharfes Zischen. Oft Antwort auf vorbeifliegende oder landende Artgenossen.

Optische und akustische Fernwirkung



Flatterflug

Nächstintensivere Form des Flattersprungs. Steiles Auffliegen führt wenige Meter hoch und etwa 3 - 15 m weit; Landung unter mehreren heftigen Zischlauten.

Optische und akustische Fernwirkung.

77 81

Abb. 6b: Drohen

Vorwärts-Pose

Anpreiserverhalten, stehend oder marschierend, z.B. an der Territoriumsgrenze; Kullern.

Akustische Fernwirkung, optische Nahwirkung, weisse Unterschwanzdecken wirken beschwichtigend.



Drohlaufen

Parallel-Lauf an der Grenze mit dem Territoriumsnachbar.

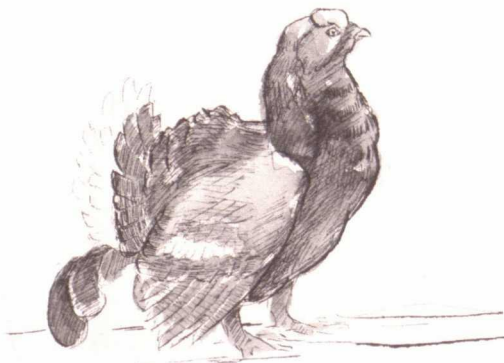
Optische und akustische Nahwirkung.



Schwache Drohpose

mit Intentionskullern (bruchstückhaftes Kullern) und manchmal mit nasalem Wiehern. An den Territoriumsnachbar gerichtet.

Optische Nahwirkung, nasales Wiehern mit akustischer Fernwirkung.

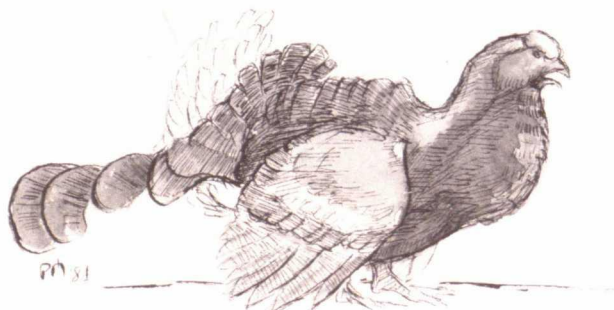


Starke Drohpose

mit nasalem Wiehern gegen Nachbarhahn.

Optische Nahwirkung, akustische Fernwirkung.

Die nächstintensivere Form aus dieser Pose heraus ist ein Nickduell mit dem Nachbarhahn an der Grenze (beide Hähne stehen sich drohend gegenüber und verneigen sich voreinander unter seitlichen Schwenkungen).



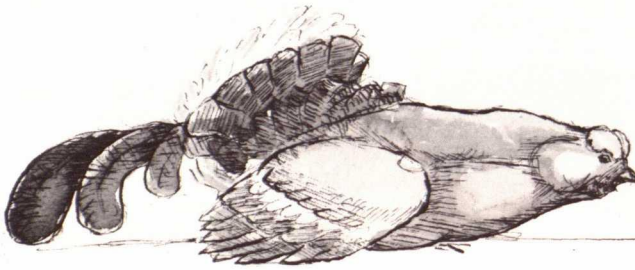
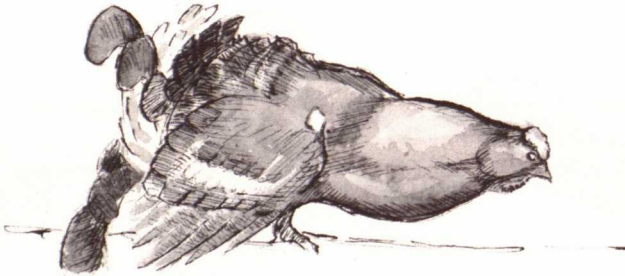


Abb. 6c: Werben

Vorwärtspose

Kullern, auf den Fersen sitzend oder stehend. Anpreiserverhalten bei schwacher Intensität. Ist es gegen die Henne gerichtet, werden Kopf und Hals tiefer gesenkt als normal.

Diese Vorwärtspose wird oft dann gezeigt, wenn anhaltendes Werben und Umkreisen der Henne nicht zu ihrer Begattungsaufforderung geführt haben. Kullern oft leiser als normal und nicht mehr immer an der übersichtlichsten Stelle des Balzplatzes.



Kullern mit Flügelschleifen

In dieser Stellung nähert sich der Hahn der Henne oft unter leichten seitlichen Schwankungen. Er folgt ihr auch über die Territoriumsgrenzen hinaus und abseits des Balzplatzes.

Akustische Fernwirkung; Optische Nahwirkung.



Umkreisen

der Henne mit Kullern, Flügelschleifen und Schwanzkippen. Der Schwanz wird gegen die Henne gekippt und oft derart längs aufgefächert, dass das hennenseitige Schwanzende tiefer und weiter hinten liegt. Damit beschreibt der Körper des Hahnes von der Schnabelspitze bis zum Schwanzende einen Bogen, in dessen Zentrum der Hahn die Henne zu halten versucht. Die Henne rennt vor allem in den zentralen Territorien der Arena hin und her.

Die Begattungsaufforderung der Henne ist eine Kauerstellung mit leicht gehobenen Flügeln. Während der kurzen Kopulation hält sich der Hahn mit dem Schnabel im Nackengefieder der Henne fest.



Abb. 7: Gleichsam als Verdeutlichung seines «inneren Bildes» vom idealen Balzplatz setzt sich der Birkhahn auf einen Zaunpfahl und zeigt hier den Flattersprung. Der Zaunpfahl steht überdies auf einer Kuppe (Schwyz, Sattelegg, 15.5.1977)



Abb. 8: Pistenplanierungen und Waldrodungen im Karwendel (Achenkirch, 1000 m, 18.9.78)



Abb. 9: Pistenplanierungen und Waldrodungen im Zillertal (Gerlos, 1300 m, Oktober 1980). Ein Eindruck von der Gründlichkeit touristischer Erschliessungsmethoden: Die Bergstation mit Verpflegungsstätte liegt auf 2000 m. Die Beschäftigungsanlagen führen noch höher hinauf. Hier wurde der Lebensraum einer Balzgruppe von 8 Birkhähnen betroffen. Schon einen Winter nach der Errichtung und Inbetriebnahme war hier nur noch ein Birkhahn regelmässig bei der Balz zu beobachten, ein weiterer unregelmässig (Mai 1981). – Ausserdem haben 80 Gams ihren üblichen Winterzustand verlassen, um weiter taleinwärts und höher zu überwintern (Wechsel, Wimmertal). Letztlich liegen die ganzen Transportanlagen und Pisten auf den Brunftplätzen von 7 Rotwildrudeln mit insgesamt 50 Rothirschen. Sie wurden wintersüber an ihren Fütterungen stark gestört und verursachten im Winter 80/81 grössere Schälchäden (Angaben durch den örtlichen Berufsjäger).

Abb. 10a: Höhenverteilung der Geländepunkte Schwyz

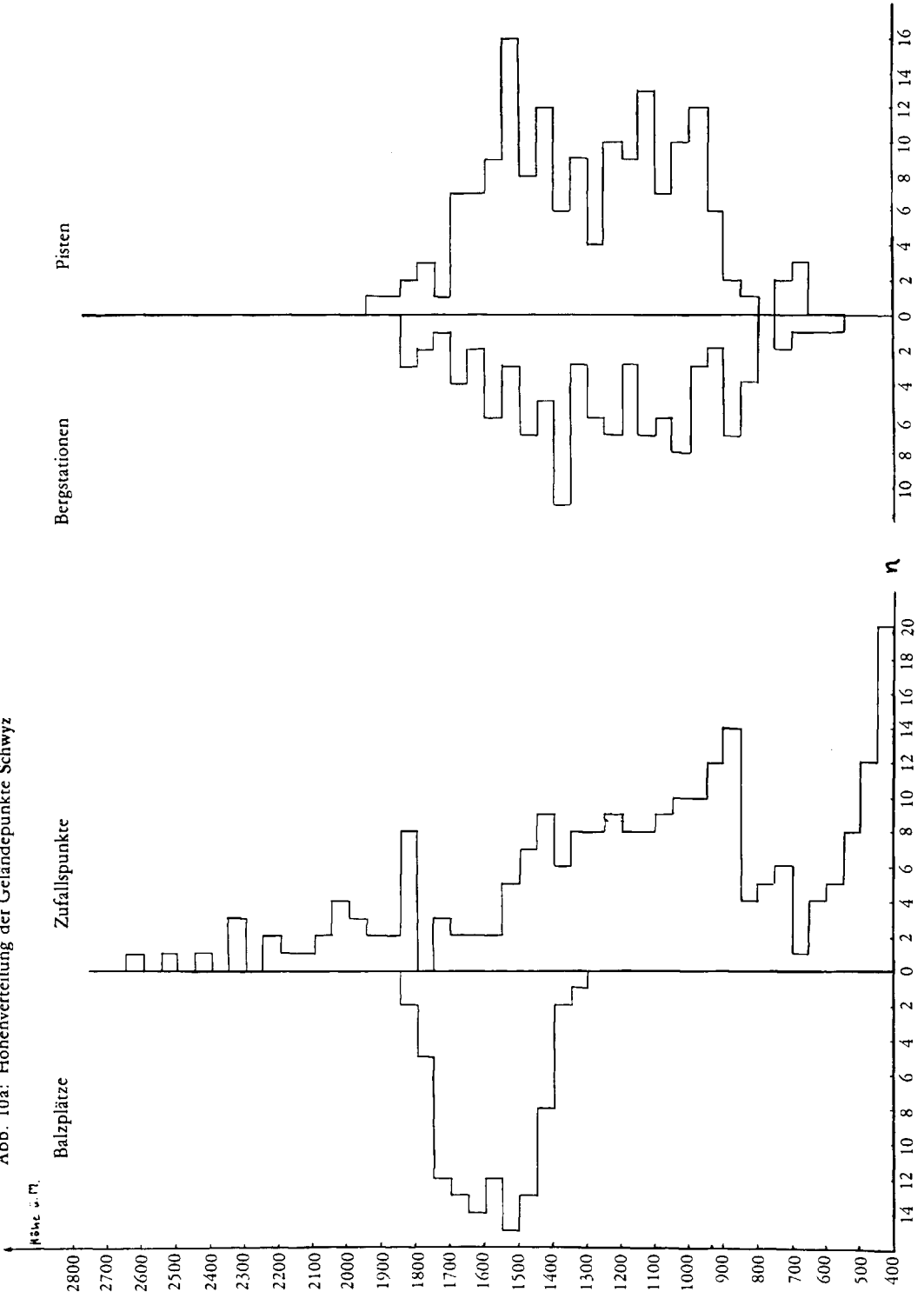


Abb. 10b: Höhenverteilung der Geländepunkte **Karwendel**

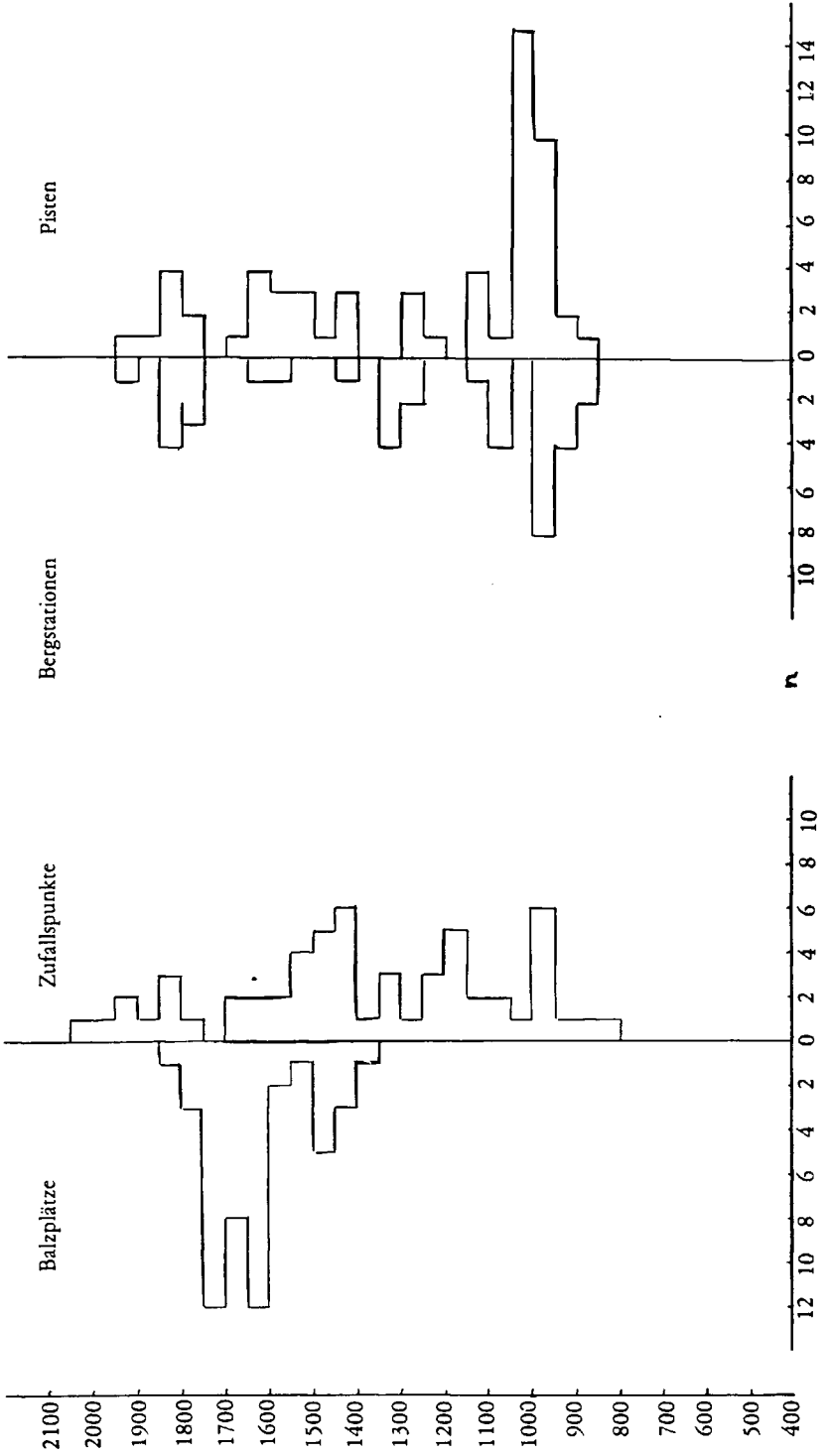


Abb. 10c: Höhenverteilung der Geländepunkte Zillertal

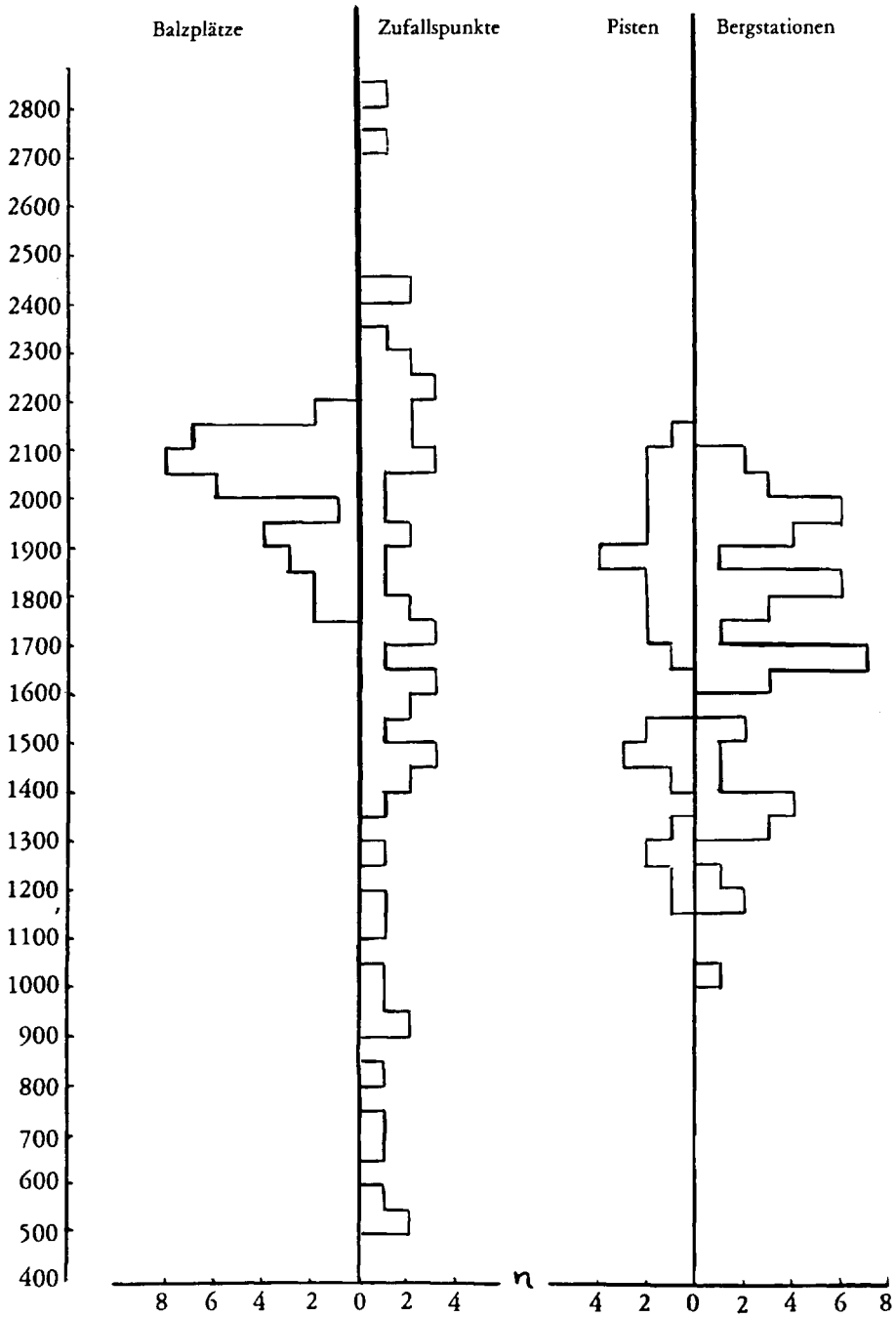


Abb. 11: Verteilung der Geländepunkte auf Geländeformen (%)

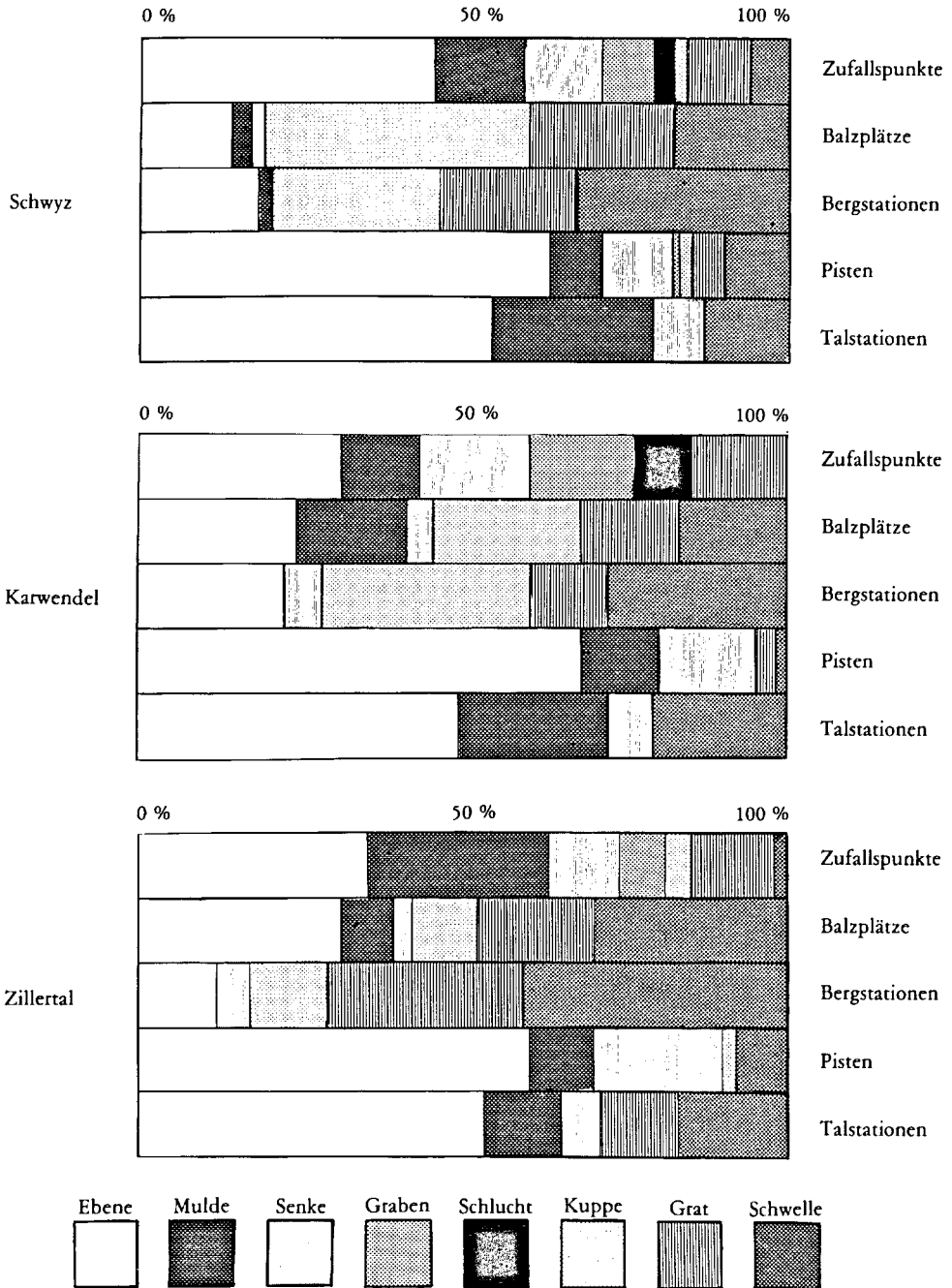


Abb. 12a: Schwyz: durchschnittliche Horizont-Einengungs-Diagramme

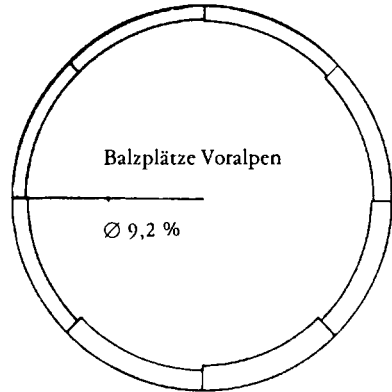
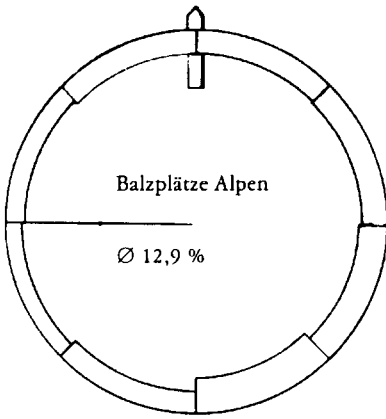
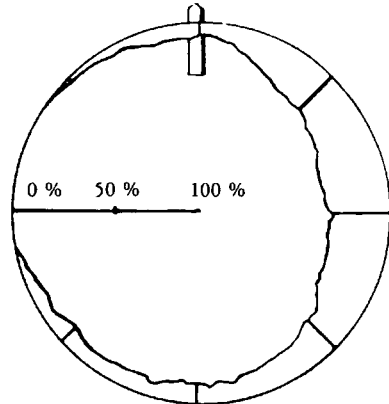
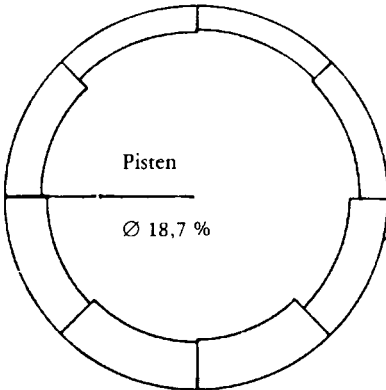
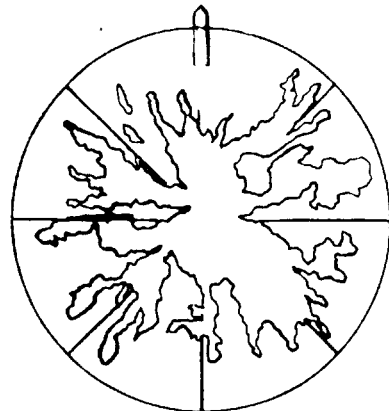
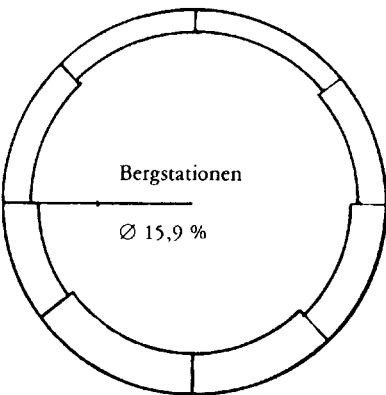


Abb. 12d: Beispiel der Horizont-



Einengung an einem Birkhuhn-Balzplatz und



an einem Auerhuhn-Balzplatz (vergl. Abb. 5)

Abb. 12b: Karwendel

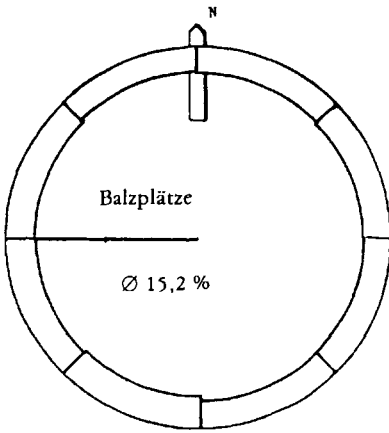
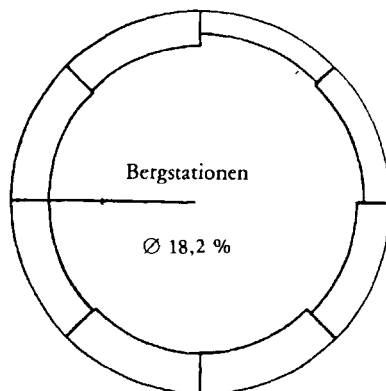
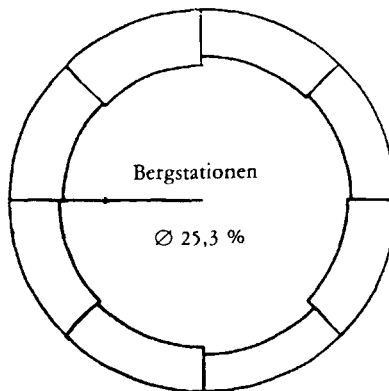
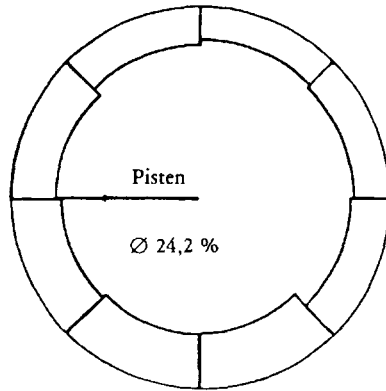
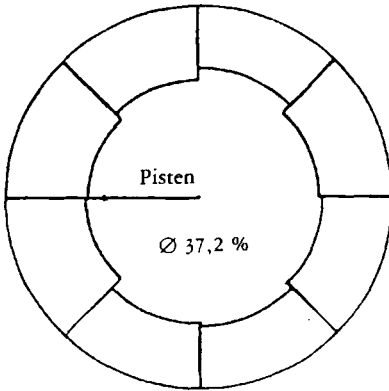
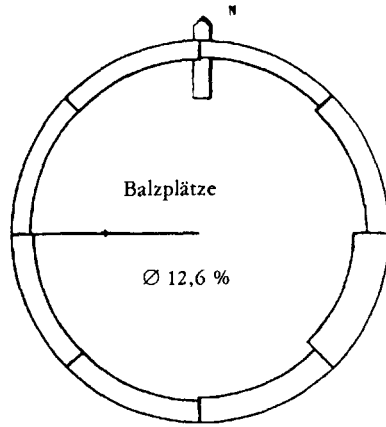


Abb. 12c: Zillertal



durchschnittliche Horizont-Einengungs-Diagramme

Abb. 13a: Verlauf der Diversität der Bodenbedeckung mit der Höhe an den Zufallspunkten, Balzplätzen und Bergstationen (Erläuterung im Text, Kap. 5.8.)

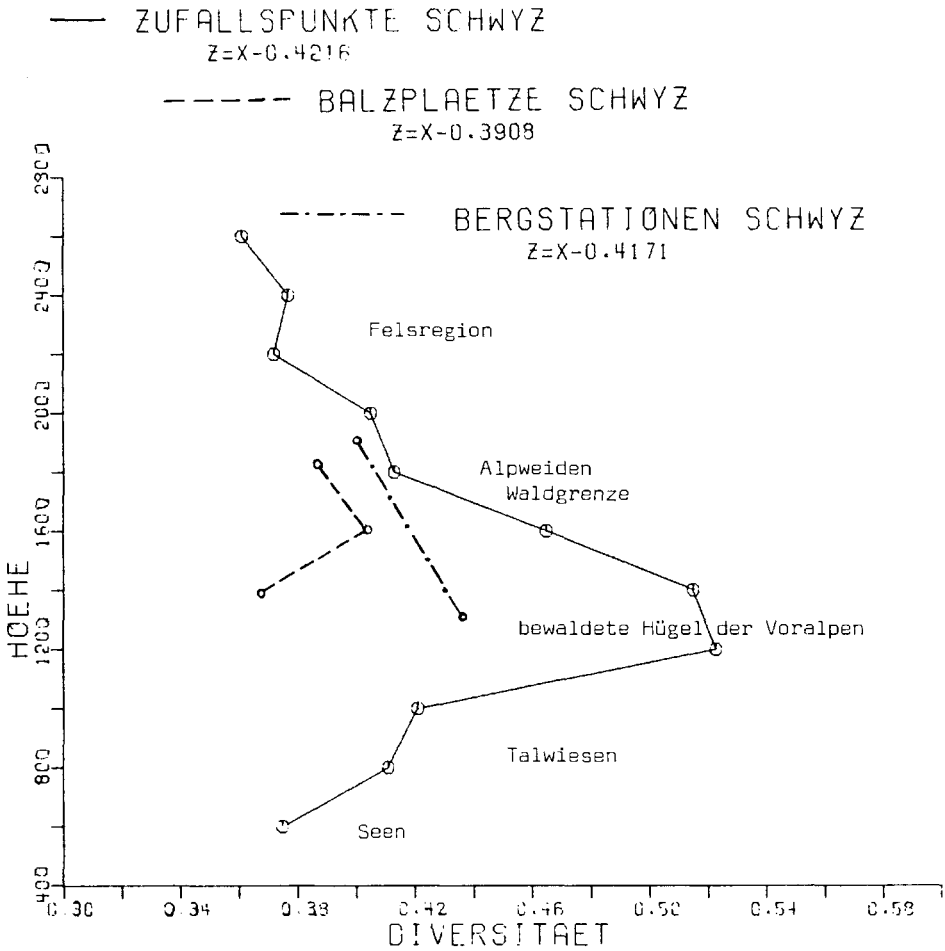


Abb. 13b: Verlauf der Diversität der Bodenbedeckung mit der Höhe an den Zufallspunkten, Balzplätzen und Bergstationen (Erläuterung im Text, Kap. 5.8.)

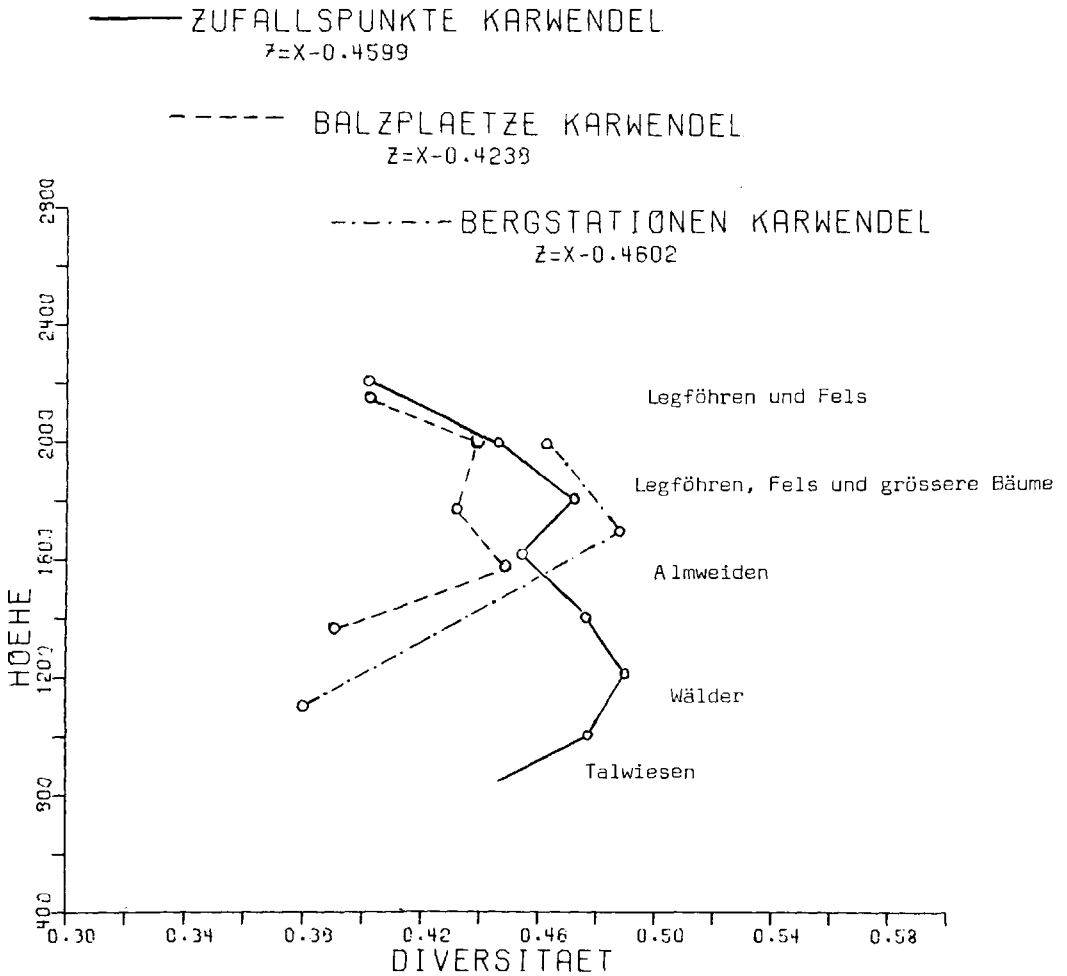


Abb. 13c: Verlauf der Diversität der Bodenbedeckung mit der Höhe an den Zufallspunkten, Balzplätzen und Bergstationen (Erläuterung im Text, Kap. 5.8.)

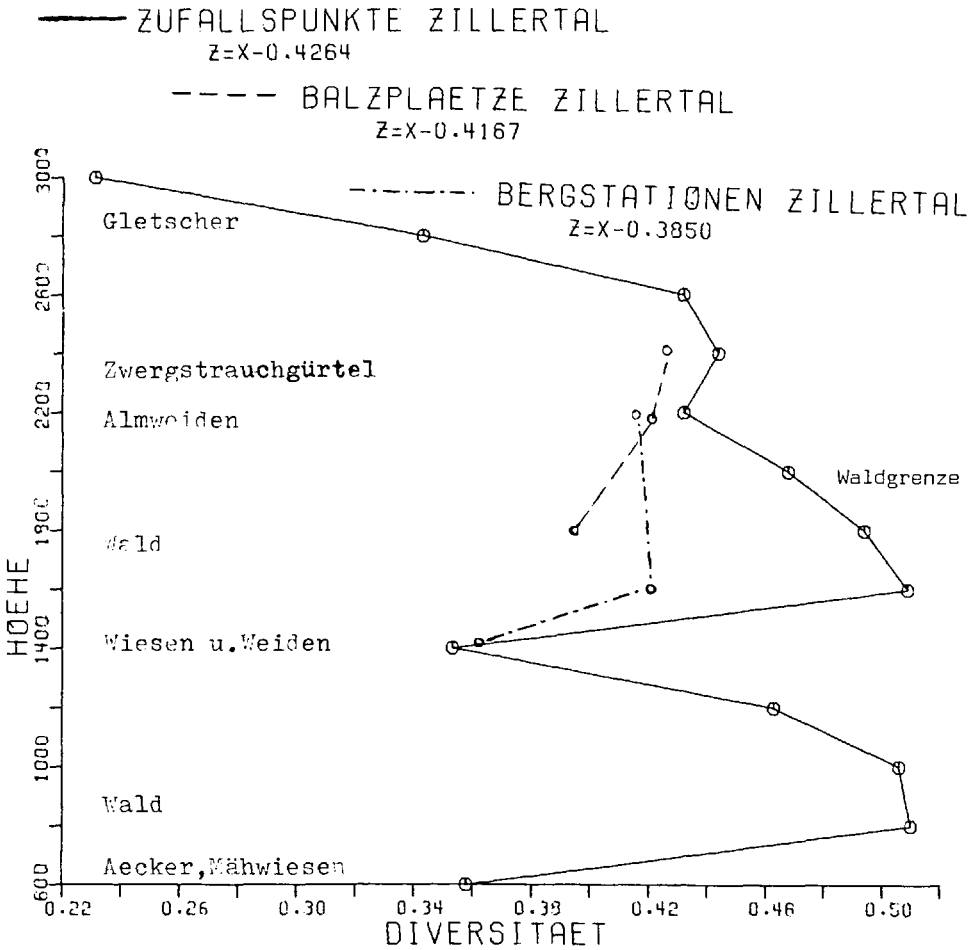




Abb. 14: Birkhuhn-Lebensraum im Zillertal. Vom Vordergrund bis in den Hintergrund reihen sich die Balzplätze auf der Isohypse in einem Abstand von etwa 600 m. (Maschental, Hochfügen, 17.6.78)

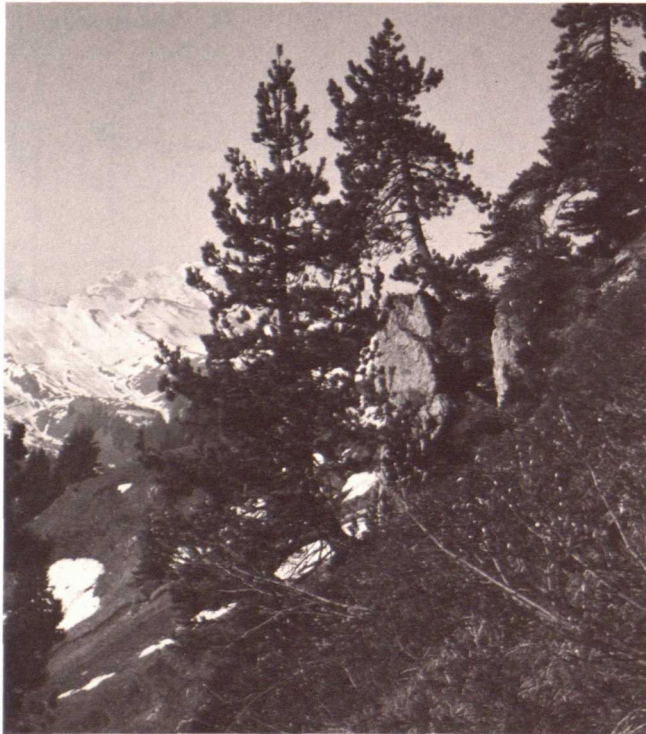


Abb. 15: Hohe Diversität der Bodenbedeckung – im Vergleich zur Umgebung – in einem Birkhuhn-Wintereinstand in den Schwyzer Alpen (Roggenstock, 1.6.79)

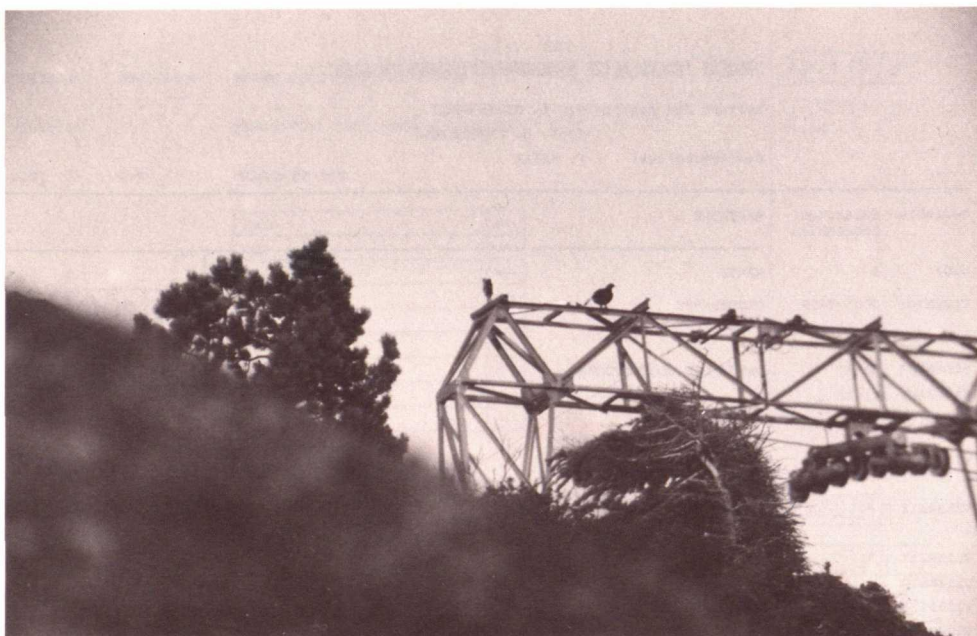


Abb. 16: Wo der Skibetrieb schon Mitte April aufhört, halten die Birkhähne ihre Balzplätze ein, selbst wenn sie unmittelbar an einer Bergstation liegen. Dagegen verlassen sie die pistennahen Ruhe- und Nahrungsplätze. Auch bilden die Transportkabel eine ständige Unfallgefahr für die Birkhühner.



Abb. 17: Veränderungen an einem ehemals von 8 Birkhähnen besetzten Balzplatz im Karwendel (Achenkirch, 22.6.78): Erosionsschäden nach der Anlage von Liftrasse und Piste.

PROJEKT: "BALZPLAETZE BIRKHUHN/WINTERSPORTANLAGEN"

Leitung der Arbeit: Dr. B. NIEVERGELT
 Prof. H. JANETSCHKE
 Sachbearbeiter: P. MEILE

Variable zulässige
Codezahlen

VARIABLE

V101 1
 V102B105 0001-9999
 V106B107 01-31
 V108B109 01-12
 V110B111 75-80

KARTE
 LAUFNUMMER
 DATUM DER BEOBSCHTUNG

V112
 V113B114
 V115B117
 V118B120
 V121B123
 V124B126

BEOBACHTER
 REGION *Fügen - Gestalm*
 KOORDINATEN A
 KOORDINATEN B

CODE 01
 CODE 02

V127 1-9

BALZENDE VOGELART

| | |
|---------------|-----|
| Birkhuhn | N*1 |
| Auerhuhn | N*2 |
| Haselhuhn | N*3 |
| Schneehuhn | N*4 |
| | N*5 |
| | N*6 |
| | N*7 |
| Art fraglich | N*8 |
| Art unbekannt | N*9 |

V128B130

ART DES GELAENDEPUNKTES

| | Name | T*Code |
|---------------|------|----------|
| Zufallspunkt | | T* 1 . . |
| Skipiste | | T* 2 . . |
| Langlaufloipe | | T* 4 . . |
| Bergstation | | T* . 1 . |
| Mittelstation | | T* . 2 . |
| Talstation | | T* . 4 . |
| Rodung | | T* . . 1 |
| Trassierung | | T* . . 2 |
| | | T* . . 4 |
| Summe | | T* |

1

2

6

12

13

15

21

27

T-Code

114

- V131B134 0001-4800 HÖHE ÜBER MEER IN METERN
- V135B136 EXPOSITION NACH HIMMELSRICHTUNG(0^0-360^0) $\times 10^{-1}$
- V137 1-9 GELÄNDEFORM
- | | |
|--------------------------|-----|
| Ebene | N#1 |
| Mulde | N#2 |
| Senke | N#3 |
| Graben | N#4 |
| Kamm | N#5 |
| Kuppe | N#6 |
| Kreuz | N#7 |
| Schwelle | N#8 |
| andere Geländeform | N#9 |
- V138B140 HANGNEIGUNG IN * AM PLATZ
- V141B143 HANGNEIGUNG IN * 100 m BERGW. UND TALW. INTEGRIERT
- V144B148 DISTANZ ZUM NÄCHSTEN SICHTBEHINDERNDEN HORIZONT IN METERN
- V149B151 SICHTWINKEL ZU BEGRENZENDEM HORIZONT
- V152 0-9 WALDGESELLSCHAFT
- ENTWICKLUNGSTUFEN DER WALDGESELLSCHAFT
- V154B155 BAUMSCHICHT 1 Höhe in m
- V156B157 BAUMSCHICHT 2 Höhe in m
- V158B160 STRAUCHSCHICHT Höhe in cm (3 Stellen)
- V161B162 ZWERGSTRAUCHSCHICHT Höhe in cm
- KRONENSCHLUSS UND DECKUNGSGRAD IN %
- V163B164 000-100 KRONENSCHLUSS IN B1
- V165B166 000-100 KRONENSCHLUSS IN B2
- V167B168 000-100 DECKUNGSGRAD IN *Strauch*
- V169B170 000-100 DECKUNGSGRAD IN *Zweigstrauch*
- V174B176 WALDNUTZUNG

CODE 04

| | T# Code |
|-----------------------------------|----------|
| unbewirtschaftet | T# 1 . . |
| Eingriff in den letzten 10 Jahren | T# 2 . . |
| Eingriff in den letzten 30 Jahren | T# 4 . . |
| Waldweide durch Grossvieh | T# . 1 . |
| Waldweide durch Kleinvieh | T# . 2 . |
| massierter Wildbestand | T# . 4 . |
| andere Nutzungsform | T# . . 1 |
| | T# . . 2 |
| | T# . . 4 |
| | T# |

31

35

37

38

41

44

49

52

54

56

58

61

63

66

69

72

T-Code

74

V201 2 KARTE

V202B205 0001-9999 LAUFNUMMER

V207 1 - 7 WALDENTWICKLUNGSSTUFEN

| | |
|------------------------|-----|
| Jungwuchs und Dichtung | N#1 |
| Stangenholza | N#2 |
| Baumholza 1 | N#3 |
| Baumholza 2 | N#4 |
| Starkholza | N#5 |
| plenterartige Bestände | N#6 |
| unproduktiv | N#7 |

V208 1 - 5 SCHLUSSGRAD BZW. SCHLUSSFORM

| | |
|--------------------|-----|
| gedrängt | N#1 |
| normal geschlossen | N#2 |
| licht bis lückig | N#3 |
| räumig | N#4 |
| stufig | N#5 |

V209 SINGWARTE

CODE 05

V210 1-5,8-9 STAND DER WARTE

| | |
|----------------|-----|
| freiständig | N#1 |
| randständig | N#2 |
| räumiger Stand | N#3 |
| lückiger Stand | N#4 |
| normaler Stand | N#5 |

V211 1-9 ZAHL DER WAGRECHTEN AESTE

| | |
|------------------------|-----|
| 1 Ast | N#1 |
| 2 Aeste | N#2 |
| 3 Aeste | N#3 |
| | N# |
| keine wagrechten Aeste | N#9 |

V212B213 FREIE HOEHE UEBER WAGRECHEM AST IN METERN

V214B215 HOEHE DER SINGWARTE UEBER BODEN IN METERN

V217B219 BAUMFORM (IUFRO-KLASSIFIKATION) A

CODE 06

V220B222 BAUMFORM (IUFRO-KLASSIFIKATION) B

CODE 06

1 2

2 0501

7

8

9

10

11

12

14

17

20

116

V223B224

GRUENLANDGESELLSCHAFT *Handelbäume - 17/10/0000*
Zwergweide, Kiefer, Buche, Nadelbäume etc.

CODE 07

23

| | |
|--|---|
| | 7 |
|--|---|

V225

1-5

BEWIRTSCHAFTUNG

| | |
|--------------------------|-----|
| Acker oder drei Schmitte | N*1 |
| Mähwiese | N*2 |
| Weide | N*3 |
| Streu | N*4 |
| unbewirtschaftet | N*5 |

25

| |
|---|
| 3 |
|---|

V227B229

000-100

DECKUNGSGRAD IN % S K Z M

DECKUNGSGRAD *Strauß*

27

| | |
|--|---|
| | 5 |
|--|---|

V230B232

000-100

DECKUNGSGRAD *Kraut*

30

| | |
|--|----|
| | 30 |
|--|----|

V233B235

000-100

DECKUNGSGRAD *Zwergweide*

33

| | |
|--|----|
| | 65 |
|--|----|

V236B238

000-100

DECKUNGSGRAD *Moss*

36

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

V240B244

ABSTAEUNDE ZU GELAEENDEEINGRIFFEN IN METERN

ABSTAND ZUR NAECHSTEN ANDEREN LIIFT- ODER BAHNANLAGE

(Name: _____)

40

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

V245B249

ABSTAND ZUR NAECHSTEN ANDEREN PISTE ODER LOIPE

(Name: _____)

45

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

V250B254

ABSTAND ZU WEG ODER STRASSE

50

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

BETRIEBSZEITEN PRO TAG (dieser Lift- oder Bahnanlage bzw. Piste oder Loipe, falls unter V117 N*2-N*9 eintreffen, sonst der nächsten anderen)

V256

BETRIEBSZEITEN LIIFT ODER BAHN

CODE 08

56

| |
|---|
| 3 |
|---|

V257

BETRIEBSZEITEN PISTE ODER LOIPE

CODE 08

57

| |
|---|
| 3 |
|---|

V258

BETRIEBSZEITEN WEG ODER STRASSE *Imi-Sept*

CODE 08

58

| |
|---|
| 5 |
|---|

FREQUENZEN PRO TAG (dieser Lift- oder Bahnanlage bzw. Piste oder Loipe, falls unter V112 N*2-N*9 eintreffen, sonst der nächsten anderen)

V259

FREQUENZEN LIIFT ODER BAHN

CODE 09

59

| |
|---|
| 5 |
|---|

V260

FREQUENZEN PISTE ODER LOIPE

CODE 09

60

| |
|---|
| 5 |
|---|

V261

FREQUENZEN PERSONEN WEG ODER STRASSE *10-15*

CODE 09

61

| |
|---|
| 3 |
|---|

V262

FREQUENZEN FAHRZEUGE WEG ODER STRASSE

CODE 09

62

| |
|--|
| |
|--|

ABSTAND DES GELAEENDEPUNKTES IN METERN

V263B267

ABSTAND ZU BALZPLATZ

63

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| | | 7 | 5 | 0 |
|--|--|---|---|---|

V268B272

ABSTAND ZU RUHEPLATZ

68

| | | | |
|---|---|----|---|
| 4 | 0 | 10 | 0 |
|---|---|----|---|

V273B277

ABSTAND ZU AESUNGSPLATZ

73

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

117

V301 3 KARTE

V302B305 0001-9999 LAUFNUMMER

V307B311 ABSTAND ZU OFFENEM GEWAESSER

V312 ABFLUGSCHNEISEN

| | |
|--------------------------------|-----|
| eine Abflugschneise | N#1 |
| zwei oder mehr Abflugschneisen | N#2 |
| keine Abflugschneise | N#9 |

V313B314 00-20 ZAHL DER BEOBACHTETEN HAEHNE
STOERENDE LEBEWESEN

V315 MARDER

V316 ADLER

V317 HABICHT

V318 MENSCH

V320B322 SCHNEEDAUER IN TAGEN

BODENBEDECKUNG DES PERIMETERS (Radius 300 m) IN %

V324B326 000-100 FELS

V327B329 000-100 GEROELL ODER SCHUTT

V330B332 000-100 OFFENER BODEN

V333B335 000-100 KRAUTSCHICHT

V336B338 000-100 ZWERGSTRAUCHSCHICHT

V339B341 000-100 STRAUCHSCHICHT

V342B344 000-100 JUNGWUCHS UND DICKUNG

V345B347 000-100 STANGENHOLZ

V348B350 000-100 BAUMHOLZ 1

V351B363 000-100 BAUMHOLZ 2

V354B356 000-100 STARKHOLZ

V357B359 000-100 MOOS

V360B362 000-100 WASSER

V363B365 000-100

V366B368 000-100

V371B372 00-99 ANZAHL GELAEENDEFORMEN IM PERIMETER

CODE 11

✓ CODE 11

CODE 11

✓ CODE 11

1

2

7

12

13

15

16

17

18

20

24

27

30

33

36

39

42

45

48

51

54

57

60

63

66

71

| | | | | |
|-----------|-----------|---------------|----------|-----|
| (V401 | 4 | KARTE | | 118 |
| (V402B405 | 0001-9999 | LAUFNUMMER | | |
| V406B408 | 000-100 | HORIZONTOSKOP | 1. ACHEL | |
| V409B411 | 000-100 | - | 2. ACHEL | |
| V412B414 | 000-100 | - | 3. ACHEL | |
| V415B417 | 000-100 | - | 4. ACHEL | |
| V418B420 | 000-100 | - | 5. ACHEL | |
| V421B423 | 000-100 | - | 6. ACHEL | |
| V424B426 | 000-100 | - | 7. ACHEL | |
| V427B429 | 000-100 | - | 8. ACHEL | |

| | | | | | | |
|----|---|---|---|---|--|---|
| 1 | 4 | | | | |) |
| 2 | | | | | |) |
| 6 | | 1 | 0 | | | |
| 9 | | | | 5 | | |
| 12 | | | | 5 | | |
| 15 | | | | 5 | | |
| 18 | | | | 5 | | |
| 21 | | 1 | 0 | | | |
| 24 | | 2 | 5 | | | |
| 27 | | 3 | 0 | | | |

9.4. DEFINITIONEN

Das Relief der Landschaft an den einzelnen Geländepunkten wurde nach den folgenden Definitionen beschrieben:

- Ebene:** eine waagrechte oder geneigte ebene Fläche mit einem minimalen Durchmesser von 50 m
- Mulde:** längsovale bis runde Eindolung in einer Ebene; Verhältnis des kleinsten Durchmessers zur Tiefe grösser als 4:1 (darunter = Loch; nicht aufgetreten).
- Senke:** Eintiefung einer Ebene in der Abflussrichtung ohne abrupten Übergang; geringste Breite zur Tiefe grösser als 4:1
- Graben:** Eintiefung einer Ebene, Mulde oder Senke in der Abflussrichtung mit allenfalls abruptem Übergang; geringste Breite zur Tiefe kleiner als 4:1
- Schlucht:** tiefe Einfurchung mit steilen Seitenwänden und zutage tretendem Fels
- Kuppe:** alleinige oder einem grösseren Massiv vorgelagerte Erhöhung mit einem Rundblick von wenigstens 270° und wenigstens auf drei Seiten abfallenden Flanken; hierzu wurden sowohl Berggipfel als auch aufgewölbte Hangschultern gezählt.
- Grat:** Bergkamm oder Krete; bildet auf kürzerer oder längerer Strecke eine Wasserscheide
- Schwelle:** Aufwölbung einer Ebene quer zur Abflussrichtung; Hangschulter.

Einer Definition bedürfen auch die Ausdrücke

- Nahrungsplatz:** Stellen innerhalb des Birkhuhn-Lebensraumes, an denen Birkhühner regelmässig der Nahrungssuche nachgehen.
- Ruheplatz:** hier verweilt der Birkhahn nach der Balz und nach der Nahrungssuche, um den Tag zu verbringen
- Balzplatz:** ein Geländepunkt, an dem an mehreren Tagen im Mai und mindestens zwei Jahre lang auch mindestens ein balzender Birkhahn beobachtet werden kann. Gewöhnlich sind dies beim Birkhahn leicht zu bezeichnende, enge Plätze, während der Auerhahn zuweilen in einem Umkreis mit dem Durchmesser von bis zu hundert Metern balzen kann.
- Balzarena:** Balzplatz im obigen Sinne mit regelmässig 3 und mehr balzenden Hähnen.

9.5. LITERATURVERZEICHNIS

- ANDREEV, A.V. (1974): Über die Adaptationsmöglichkeiten der Tetraoniden an winterliche Existenzbedingungen. Zoologičeskije isledovanija Sibiri i Dalnego vostoka. Vladivostok. 108 – 112. Russisch, durch Porkert übersetzt.
- ANONYMUS (1974): Spieljochbahn Fügen, Tirol/Austria. Internationale Seilbahnrundschau 17: 118 – 120.
- ANONYMUS (1978): Erstmalige Verleihung des «Pistengütesiegels des Landes Tirol». Internat. Seilbahnrundsch. 2: 72
- ANONYMUS (1979): Das untere Zillertal geht nach oben. Zwei neue Skigebiete in Tirol. Motor im Schnee 10, 1: 18 – 20.
- ANONYMUS (1979): Schigebiet «Rosenalm» / Zillertal Internationale Seilbahnrundschau 3:120.
- Arbeitsausschuss der Konferenz der beamteten Naturschutzreferenten Österreichs (1978): Richtlinien für die Planung, den Bau, die Erhaltung und die Pflege von Schiabfahrten, Langlaufloipen (Schiwanderwegen) und für die Planung und für Naturschutz- (Landschaftsschutz-) vorschreibungen in Bewilligungsverfahren von Aufstiegshilfen (Seilbahnen, Lifte u.ä.). 1 – 71.
- BARNICK, H. (1971): Wie viele Skifahrer sind nötig, um eine Seilförderanlage betriebsmässig gut auszulasten? Schul- und Sportstättenbau 71: 23 – 24.
- BAYFIELD, N.G. (1971): Some effects of walking and skiing on vegetation at Cairngorm. The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation. (Ed. By E. Duffey & A. S. Watt). Symposia of the British Ecological Society, 11: 469 – 485.
- BEISEL, R. (1977): Der Einsatz öffentlicher Mittel und die Kapazitätsauslastung bei Wintersport-Dienstleistungsbetrieben, insbesondere bei Skiliften. Allg. Forstzeitg. 32: 20 – 21.
- BERGMANN, H. H., S. KLAUS, F.MÜLLER und J.WIESNER (1975): Individualität und Artspezifität in den Gesangstropfen einer Population des Haselhuhns. Behaviour LV 94 – 114.
- BERNARD, A. (1979): Régime alimentaire du Tétrás lyre en automne dans une zone de mélèzes des Alpes Françaises. Office national de la chasse, 31: 24 – 27.
- BERNARD, A. (1981): Biologie du Tétrás lyre (*Lyrurus tetrix* L.) dans les Alpes Françaises: la sélection de l'habitat de reproduction par les poules. Dissertation, Academie de Montpellier.
- BERTHOLD, P., E. BEZZEL & G. THIELCKE (1974): Praktische Vogelkunde. Kilda-Verlag, Greven, 1 – 144.
- BEZZEL, E. und H. RANFTL (1974): Vogelwelt und Landschaftsplanung. Tier und Umwelt, 11/12: 1 – 94.
- BILLE, R.P. (1969): Sur le comportement hivernal et les gites du Tétrás lyre dans les alpes. Nos Oiseaux 30: 81 – 86.
- BLASER, H. (1965): A propos de la parade du Tétrás lyre (*Lyrurus tetrix*) Nos Oiseaux 28: 73 – 87.
- BOBACK, A.W. und D. MÜLLER-SCHWARZE (1968): Das Birkhuhn. Neue Brehm-Bücherei 396, Ziemschen-Verlag, Wittenberg-Lutherstadt. 1 – 102.
- BØRSET E. und A. KRAFFT (1973): Black grouse and capercaillie brood habitats in Norwegian spruce forest. Oikos, 24: 1 – 7.

- BOSSERT, A.P. (1980): Winterökologie des Alpenschneehuhns (*Lagopus lagopus* Montin) im Aletschgebiet, Schweizer Alpen. Selbstverlag, System-Druck, Bern. 1 – 68.
- BOSSERT, A., H.R. PAULI und N. ZBINDEN (1976): Auch «sanfter» Wintersport ist nicht problemlos. Schweizer Naturschutz 42: 5 – 7.
- BRÜLL, H. (1961): Birkwildforschung und Birkwildhege in Schleswig-Holstein. Z. Jagdwiss. 7: 104 – 126.
- BRÜLL, H. (1971): Studien am Birkwild im Beobachtungsrevier «Dellstedter Birkwildmoor» über 16 Jahre 1954 – 1969. Z. Jagdwiss. 17: 53 – 59.
- BUSSMANN J. und S. GWERDER (1935): Birkwild im Urserental. Orn. Beob. 32: 82 – 84.
- CERNUSCA, A. (1975): Standörtliche Variabilität in Mikroklima und Energiehaushalt alpiner Zwergstrauchbestände. Verh. Ges. f. Ökologie, Wien, p. 13.
- CERNUSCA A. et. al. (1977): Ökologische Veränderungen durch das Anlegen von Schiabfahrten an Waldhängen. Beitr. z. Umweltgestaltung. A 62: 11 – 119.
- DOENECKE, M. und G. NIETHAMMER (1970): Bestandesänderungen des Birkwildes und die Wandlung der Bodennutzung im westlichen Münsterland im Verlauf der letzten 100 Jahre. Z. Jagdwiss. 16: 97 – 115.
- EIBERLE, K. (1973): Über die Abhängigkeit der Tiergemeinschaften von der Vegetation. Beih. Z. Schweiz. Forstverein Nr. 52.: 43 – 76.
- EIBERLE, K. (1974): Waldkundliche Aspekte der Forschung an Rauhfusshühnern. Schweiz. Z. Forstw. 125: 147 – 170.
- EIBERLE, K. (1976): Zur Analyse eines Auerwildbiotops im Schweizerischen Mittelland. Forst. Cbl. 95: 108 – 124.
- ELLENBERG, H. und F. KLÖTZLI (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. EAFV, 48 (4): 588 – 930.
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Ulmer, Stuttgart. 1 – 981.
- ELLISON, L.N. (1980): Einflüsse der Herbstjagd auf eine Birkhuhnpopulation in den französischen Alpen. Beih. Veröff. Naturschutz & Landschaftspflege. Bad. -Württ. 16: 159 – 165.
- ELSASSER, B., U. FEHR und F. MAURHOFER (1977): Erholungsräume im Berggebiet – Bewertung und Selektion geeigneter Erholungsräume. Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich 1 – 181.
- EWALD, K. (1977): Raumplanung und Ornithologie. Orn. Beob. 74, 3: 99 – 103.
- EWALD, K. (1978): Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jh. Eidg. Anstalt f.d. forst. Versuchswesen, EAFV-Bericht 191: 55 – 308.
- EYGENRAAM, J.A. (1956): Über die Behandlung des Birkhühnerbestandes. Z. Jagdwiss. 3: 79 – 87.
- FIRMREITE, N. (1977): Sur Nedbør og Nedgang i Norsk Skogsfuglbestand. Viltrapport 5: 82 – 91. Trondheim.
- FUSCHELBERGER, H. (1956): Das Hahnenbuch. München-Solln. 1 – 700.
- GERTSCH, K. (1977): Skipisten-Probleme. Internationale Seilbahnrundschau 6:290
- GIRARDI, W. (1972): Über Planung moderner Schipisten. Allg. Fortsetzung. 83: 74 – 75.
- GIRARDI, W. (1973): Pistenplanung-Pistenbau: gestern – heute – morgen. Schul- und Sportstättenbau 4: 1 – 4.
- GIRARDI, W. (1974): Planung von Skipisten und technische Gestaltung. Wintersport 1974: 13 – 14.
- GLÄNZER, U. (1980): Die Vegetationsstrukturaufnahme, eine Methode zur Erfassung von Birkhuhnbiotopen. Beih. Veröff. Naturschutz & Landschaftspflege, Bad.-Württ. 16: 59 – 70.

- GUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (1962): Die Brutvögel der Schweiz. Aarau, 1 – 648.
- GUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (1973): Ansprüche einiger Wildhühner an ihren Lebensraum. Beih. Z. Schweiz. Forstverein 52: 202 – 212.
- GUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., K.M. BAUER u. E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4: Falconiformes; dieselb.: (1973) Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 5: Galliformes und Gruiformes. Frankfurt am Main.
- GOSSOW, H. (1976): Wildökologie. BLV, München, 1 – 316.
- GOSSOW, H. (1977): Waldstrukturen und Wildstandsentwicklung. Wald + Wild 1977. Tagungsbericht, Fachgruppe Forst- und Holzwirtschaft, Universität f. Bodenkultur in Wien. 1 – 27.
- GRIFFIN, D.R. (1976): The Question of Animal Awareness. Rockefeller University Press, New York. 1 – 135.
- HALLER, H. (1978): Zur Populationsökologie des Uhus (*Bubo bubo*) im Hochgebirge: Bestand, Bestandesentwicklung und Lebensraum in den Rätischen Alpen. Orn. Beob. 75: 237 – 265.
- HANAUSEK, E. (1969): Standpunkt der Wildbach- und Lawinenverbauung zur Anlage von Schiabfahrten. Schul- und Sportstättenbau 4: 28 – 31.
- HANAUSEK, E. (1972): Die Anlage von Schiabfahrten aus der Sicht des Wildbach- und Lawinenverbauers. Allg. Forstztg. 80 – 83.
- HECKENROTH, H. (1980): Zur Situation des Birkhuhns in Niedersachsen. Beih. Veröff. Naturschutz & Landschaftspflege Bad. Württ. 16: 111 – 114.
- HENSLER, W. (1969): Bau und Betrieb von Schiabfahrten aus der Sicht des Forstmannes. Schul- und Sportstättenbau 4: 24 – 27.
- HENSLER, W. (1972): Bau und Betrieb von Schiabfahrten aus der Sicht des Forstmannes. Allg. Forstztg. 83: 75 – 78.
- HERZOG, P.W. und D.A. BOAG (1978): Dispersion and mobility in a local Population of Spruce Grouse. -J. Wildlife Management 42 (4): 853 – 865. Washington D.C.
- HESS, R. und P.MEILE (1978): Inventar von Auerhuhn-Biotopen im Kanton Schwyz. Vorläufiger Bericht z.Hd. Pro Natura Helvetica. Zürich Unveröffentlicht, 1 – 31.
- HJORTH, I. (1966): Influence of Abiotic Factors upon the Display of the Black Grouse. Vår Fågelvärld 25: 289 – 314 (engl. summary).
- HJORTH, I. (1970): Reproductive behaviour in Tetraonidae with special reference to males. Viltrevy 7: 183 – 596.
- HJORTH, I. (1974): The lek of the Black Grouse. British Birds 67: 116 – 120, & Abb.
- HJORTH, I. (1977): The divalent origin and adaptive radiation of grouse songs. Ornis Scand. 7: 147 – 157.
- HÖGLUND, N.H. (1964): Fright Moulting in Tetraonidae. Viltrevy 2,8: 419 – 425.
- HÖLZINGER, J. (1980): Der Untergang des Birkhuhns in Baden-Württemberg und dessen Ursachen. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 16: 123 – 134.
- ISLIKER, H.R. (1977): Die Seilbahnen der Schweiz: Zwei Jahrzehnte stürmischer Entwicklung. Internat. Seilbahnrundschau 3: 34 – 35. Internat. Seilbahnrundschau 3: 34 – 35.
- KELLER, H., H.R. Pauli und U.N. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1979): Zur Winternahrung des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in einem subalpinen Fichtenwald der Nordalpenzone. Orn. Beob. 76: 9 – 32.

- KAASA, J. (1959): En undersøkelse over naeringen hos orrfuglen in Norge. Medd. stat. viltundersøkelser 2/4. 1 – 112.
- KLAUS, S., J. WIESNER und R. BRÄSECKE (1975): Revierstruktur und Revierverhalten beim Haselhuhn. Beitr. Jagd- und Wildf. 9: 443 – 452.
- KLEE, K.H. (1969): Stand und Bedeutung des heutigen Schilaufs. Schul- und Sportstättenbau 4: 2 – 5.
- KLIER, H. (1973): Oekonomische und oekologische Analysen beim Bau von Schizentren. Schul- und Sportstättenbau 4: 19 – 23.
- KLÖTZLI, F. (1978): Wertung, Sicherung und Erhaltung von Naturschutzgebieten. in: Frauenwinkel, Altmatt, Lauerzersee, Ber. Schwyz. Naturforschenden Gesellschaft 7: 23 – 34.
- KNEUBÜHL, U. und G. THÉLIN: (1978): Touristische Transportanlagen der Schweiz. Raumplanung Schweiz (2): 3 – 44; Bern.
- KOIVISTO I. & M. PIKOLA (1964): On the behaviour on the display ground and the importance of the sneial display of black grouse (*Lyrurus tetrix*) and capercaillie (*Tetrao urogallus*). Suomen Riista 17: 43 – 52.
- KOIVISTO, I. (1965): Behaviour of the Black Grouse during the spring display. Finn. Game Res. 26: 1 – 60.
- KOSKIMIES, J. (1957): Flocking behaviour in capercaillie and blackgame. Pap. Game Res. 18: 1 – 32.
- KOSKIMIES, J. (1958): Seasonal, geographical and yearly trends in the weight of Caperailie and Blackgame in Finland. Orn. Fenn. 35: 1 – 18.
- KRUIJT, J.P. & J.A. HOGAN (1964): Organisation of the lek in Black Grouse. Arch. Néerland. Zool. 16: 156 – 157.
- KOUCH R. & F.H. SCHWEINGRUBER (1975): Baumarten an der alpinen Waldgrenze in der Schweiz. Schweiz. Z.f. Forstwesen 126, 1: 13 – 40. EAFV-Berichte Nr. 136.
- LAUTERWASSER, E. (1977): Überlegungen zur Anlage von Abfahrtspisten im Wald. Allg. Forstzeitschr. 32.: 8 – 11.
- LINDÉN, H. (1977): Förnällandet mellan Skogshönsfågelpopulationerna och Jaktbytet i Finland. Villtrapport 5: 47 – 58. Trondheim
- LUMSDEN, H.G. (1970): The shoulder-spot display of grouse. The Living bird Ninth Annual 1970, Cornell Laboratory of Ornithology. 65 – 74.
- LÜPS, P. und W. HEYNEN (1978): Verteilungsmuster und Lebensraum des Steinhuhns (*Alectoris graeca*) an einem Südhang des Lötschbergs (Rhonetal, Schweizer Alpen). Jahrb. Naturhist. Mus. Bern. 6: 143 – 170.
- MARCSTRÖM, V. (1960): Studies on the physiological and ecological background to the reproduction of the capercaillie. Viltrevi 2: 1 – 69.
- MÄRKI, H. (1977): Rasterkartierung als Grundlagenbereitstellung für die Raumplanung. Orn. Beob. 74, 3: 104 – 110.
- MARTI, C. (1980): Zur Nahrungselektion von Hähnen und Hennen des Birkhuhns (*Tetrao tetrix*) in der Vorlegeperiode. Manuskript, 1 – 38. Universität Bern.
- MAURHOFER, F. (1978): Überblick über die Methodik der Schigebietsplanung. Internationale Seilbahnrundschau 5: 288 – 292.
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Fischer, Stuttgart. 1 – 344.
- MEES, K. (1980): Zur Biologie des Birkhuhns in den nordwestdeutschen Hochmooren. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad. Württ. 16: 15 – 21.
- MEILE, P. (1978): 2 Beiträge in: Frauenwinkel, Altmatt, Lauerzersee. Geobotanische, ornithologische und entomologische Studien. Der Schwyz. Natf. Ges. 7: 21 – 22; 54 – 57 + Tabelle.

- MEILE, P. (1978): Die Bedeutung des Gebietes Laucherenstöckli – Mördergruebli – Gross Schijen für die Birkhuhn-Population der Region Hoch Ybrig. Expertise zu Händen der Eidgen. Natnr- und Heimatschutzkommission. Unveröffentlicht, 1 – 2.
- MEILE, P. (1979): Birkhuhn contra Skifahrer. Zur Platzkonkurrenz von Balzplätzen und Wintersportanlagen. *Natur und Land* 5/6: 174 – 178.
- MEILE, P. (1980): Inventar der Balzplätze und Lebensgebiete des Birkhuhns im Kanton Schwyz. Dossier zu Händen der Fachstelle für Planung, Natur- und Heimatschutz des Kantons Schwyz. Unveröffentlicht, 1 – 320.
- MEILE, P. (1980): Bericht über eine Exkursion zum Thema Wintersport (Birkhühner). Unveröffentlicht, 1 – 3.
- MEILE, P. (1980): Zur Platzkonkurrenz von Balzplätzen und Wintersportanlagen. *Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 16: 51 – 58.
- MEILE, P. (1980): Lebensgemeinschaften im Bergwald. *Wildbiologie für die Praxis* 2,4: 1 – 7. Schweiz. Dokumentationsstelle für Wildforschung, Zürich.
- MEILE, P. (1980): Birkhuhn. *Wildbiologie für die Praxis* 1,6: 1 – 12. Schweiz. Dok.-stelle für Wildforschung.
- MEILE, P. (1980): Rauhfußhühner im Alpenraum. Rückgangsursachen und -verlauf. *Wildbiologie für die Praxis* 4,4: 1 – 10. Schweiz. Dokumentationsstelle f. Wildforschung.
- MEILE, P. und A. BUBENIK (1979): Zur Bedeutung sozialer Auslöser für das Sozialverhalten der Gemse (*Rupicapra rupicapra* Linné 1758). *Säugetierkundl. Mittlg.* 27: 1 – 42.
- MOOR, H. (1976): Landschaftsschäden und Entschädigungspraxis im Zusammenhang mit dem Skisport. *Die Blaue* 1104: 6 – 442.
- MÜLLER, F. (1980): Zur derzeitigen Situation des Birkhuhns in Hessen. *Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad. -Württ.* 16: 115 – 122.
- MÜLLER, W., H. SCHIESS, A. WEBER und F. HIRT (1977): Das Ornithologische Inventar des Kantons Zürich 1975/76; eine Bestandesaufnahme ornithologisch wertvoller Gebiete. *Orn. Beob.* 74,3: 111 – 122.
- NÄGELI W. (1969) Waldgrenze und Kampfzone in den Alpen. *HESPA-Mittlg.* 19; 1: 1 – 44.
- NOGLER H. (1973): Pistenbau-exrem. Schul- und Sportstättenbau 4: 12 – 13.
- PAULI, H.R. (1974): Zur Winteroekologie des Birkhuhns in den Schweizer Alpen. *Orn. Beob.* 71: 247 – 278.
- PAULI, H.R. (1974): Zur Bedeutung von Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der wichtigsten Nahrungspflanzen des Birkhuhns in den Schweizer Alpen. *Orn. Beob.* 75: 57 – 84
- PAULI, H.R. (1980): Nahrungsökologische Untersuchungen am Birkhuhn in den Schweizer Alpen. *Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad. -Württ.* 16: 23 – 35.
- PIFFNER, A. (1978): Skipistenschäden und deren Entschädigung. *Europ. Hochschulschriften.* Verlag Lang, Bern. 1 – 170.
- PFUND, C. (1977): Seilbahnprobleme in der Schweiz. *Intern. Seilbahnrundschau* 6: 344 – 346.
- PICOZZI, N. (1971): Breeding Performance and Shooting Bags of Red Grouse in Relation to Public Access in the Peak District National Park, England. *Biological Conservation*, Vol. 3,3: 211 – 215.
- PITSCHMANN, H., H. REISIGL, H.-M. SCHIECHTL und R. STERN (1970): Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100'000. I. Teil, Blatt 6 Innsbruck-Stubai Alpen.

II. Teil Blatt 7: Zillertaler und Tuxer Alpen. Documents pour la carte de la végétation des Alpes. Laboratoire de Biologie Végétale de l'Université de Grenoble.

- POPP, D. und F. MÜLLER (1966): Bedrohlicher Rückgang unserer Rauhfußhühnerbestände. Bonn. zool. Beitr. 17, 228 – 240.
- RAJALA P. (1962): On the ecology of the broods of capercaillie, black grouse and willow grouse. Suomen Riista 15, 28 – 52. (engl. summary).
- REMMERT, H. (1978): Oekologie. Ein Lehrbuch. Springer, Berlin 1 – 269.
- ROBEL, R.J. (1969a): Nesting activities and brood movements of Black Grouse in Scotland. Ibis 111: 395 – 399.
- ROBEL, R.J. (1969b): Movements and flock stratification within a population of Blackcocks in Scotland. J. Anim. Ecol. 38: 755 – 763.
- ROTH, P. und B. NIEVERGELT (1975): Die Standorte der Balzplätze beim Auerhuhn (*Tetrao urogallus*). Orn. Beob. 72: 101 – 112.
- SALZMANN, A. (1973): Rentabilität von Wintersportanlagen. Schul- und Sportstättenbau 4: 14 – 18.
- SCHAER, U. (1979): Im Berggebiet hat der Wintertourismus den Sommertourismus überrundet. NZZ Nr. 272, Zürich.
- SCHERZINGER, W. (1976): Rauhfußhühner. Wiss. Schriftenreihe. Nat. Park. Bayer. Wald 2: 1 – 71.
- SCHERZINGER, W. (1977): Tierwelt und Wintersport. Nationalpark 16,4: 18 – 20.
- SCHIECHTL, H.M. (1969): Die Begrünung neuerbauter Schiabfahrten. Schul- und Sportstättenbau 4: 32 – 34.
- SCHLEUNINGER, K. (1969): Mechanische Pflege von Schiabfahrten. Schul- und Sportstättenbau 4: 36 – 44.
- SCHLEUNINGER, K. (1974): Mit der Piste steht oder fällt der Wintersport. Wintersport 1974: 18 – 23. Blauweiss-Verlag, Zürich.
- SCHÖNENBERGER, W. (1978): Oekologie der natürlichen Verjüngung von Fichte und Bergföhre in Lawinenzügen der nördlichen Voralpen. Mitt. EAFV 54,3: 215 – 361.
- SCHULZ, E. (1980): Regenerationsmassnahmen an einem Birkhuhn-Biotop im Ostenholzer Moor bei Soltau-Fallingbostal. Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 16: 71 – 74.
- SCHWARZENBACH, F.H. (1979): Unfallverhütung beim Skifahren. NZZ, Nr. 272, Zürich.
- SCHWARZENBACH, F.H. (1979): Alpen im Zwielicht. Verlag Rolf Kugler. Zug 1 – 130.
- SEISKARI P. (1962): On the winter ecology of the capercaillie and the black grouse in Finland. Pap. Game Res. 22: 1 – 119.
- SKUS (1976): Richtlinien für Anlage und Unterhaltung von Skiabfahrten. Schweiz. Kommission f. Unfallverhütung auf Skiabfahrten. 1 – 8.
- SØRENSEN, O.J. (1977): En fellingsstatistik på Skogshøns fra Hurdal, 1953 – 1975. Viltrapport 5: 39 – 47.
- SPIESS, H. (1969): Grundsätze für den Bau von alpinen Schiarennstrecken. Schul- und Sportstättenbau 4: 14 – 22.
- STACH, P. (1977): Skilifte und Erholungslandschaft aus der Sicht des Naturschutzes Allg. Forstzeitschr. 32: 22 – 23.
- TISCHENDORF, W. (1974): Veränderungen des Wasserhaushaltes im Gebirgswald durch Wegebau und Anlage von Schipisten. Allg. Forstzeitschr. 29: 1106.
- TONNE, F. (1954): Besser bauen mit Besonnungs- und Tageslichtplanung. 1: 1 – 41. 2: 1 – 26. Verl. Karl Hormann, Stuttgart.
- Verl. Karl Hormann, Stuttgart.

- TURNER, H. (1969): Reliefbedingte Mikroklimata und ihr Einfluss auf die Vegetationsverteilung im Hochgebirge. *La Météorologie*, 5 (10 – 11): 43.
- TURNER, H. (1970): Grundzüge der Hochgebirgsklimatologie. In: «Die Welt der Alpen», 170 – 182. Umschau-Verlag Frankfurt a.M. EAFV-Ber. 43.
- TURNER, H. P. ROCHART und A. STREULE (1975): Thermische Charakteristik von Hauptstandortstypen im Bereich der oberen Waldgrenze (Stillberg, Dischmatal bei Davos). *Mitt. EAFV* 51, 1: 95 – 119.
- Von ALLMEN, B. (1977): Zur Bemessung und Bestimmung der Belastbarkeit von Schigebieten. *Internationale Seilbahnrundschau* 5: 215 – 221.
- VUOLANTO, S. (1972): Some aspects of the results of game marking with wing tags in Finland in 1962 – 1969. *Suomen Riista* 24: 57 – 63.
- WALZ, P. (1975): Der moderne Skibetrieb und seine Auswirkungen auf Natur und Landschaft. *Schweizer Naturschutz* 42: 2 – 4.
- WATSON, A. (1979): Bird and mammal numbers in relation to human impact at ski lifts on Scottish hills. *Journ. Appl. Ecol.* 16: 753 – 764.
- WILDERMUTH, H. (1978): Natur als Aufgabe. Leitfaden für die Naturschutzpraxis in der Gemeinde. 1 – 298. SBN Basel.
- WILEY, R.H. (1974): Evolution of social organization and life - history patterns among grouse. *The Quart. rev. of Biology*, 49: 201 – 227.
- WOLFGANG, F. (1969): Grundsätze für den Bau von Schiabfahrten. *Schul- und Sportstättenbau* 4: 6 – 12.
- ZBINDEN, N. (1979): Zur Oekologie des Haselhuhns in den Buchewäldern des Chasseral, Faltenjura. *Orn. Beob.* 76: 169 – 214.
- ZETTEL, J. (1974): Nahrungsoekologische Untersuchungen am Birkhuhn in den Schweizer Alpen. *Orn. Beob.* 71: 186 – 246.
- ZIESEMER, F. (1980): Zur Situation des Birkhuhns in Schleswig-Holstein. *Beih. Veröff. Naturschutz und Landschaftspflege Bad. Württ.* 16: 107 – 109.
- ZWICKEL, F.C. und J.F. BBEDEL (1972): Blue Grouse, Habitat and Population. *Proc. XVth Intern. Ornithol. Congress.* p. 22. Leiden.

