

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bern
Arbeitsgruppe Ornitho-Ökologie (Prof. U. Glutz von Blotzheim)

Raumorganisation und Dynamik einer Population des Steinadlers *Aquila chrysaetos* in den Zentralalpen¹

Heinrich Haller

Inhalt

1. Durchführung der Arbeit	164
1.1. Untersuchungsgebiet	164
1.2. Methodik	165
2. Resultate	167
2.1. Brutpopulation	167
2.1.1. Verteilung und Dichte der Paare	167
2.1.2. Lebensraum einzelner Paare	168
2.1.3. Horste	176
2.1.4. Jagdliche Nutzung	178
2.1.5. Territorialität	183
2.2. Einzelvogelpopulation	187
2.2.1. Lebensraum	187
2.2.2. Räumliches Verhalten	188
2.2.3. Ernährung	192
2.3. Populationsdynamik	193
2.3.1. Populationsaufbau	193
2.3.2. Bruterfolg	194
2.3.3. Sterblichkeit	196
3. Diskussion	198
3.1. Brutpopulation	198
3.1.1. Verbreitung und Siedlungsdichte	198
3.1.2. Lebensraum	199
3.2. Einzelvogelpopulation	201
3.3. Populationsdynamik	203
3.3.1. Bruterfolg in verschiedenen Teilen des Verbreitungsgebietes	203
3.3.2. Bilanz von Bruterfolg und Sterblichkeit im Untersuchungsgebiet	205
3.3.3. Populationsregulation	206
3.4. Schlußwort für die Praxis	207
Zusammenfassung, Summary	208
Literatur	210

Das wissenschaftliche Interesse am Steinadler war schon früh geweckt, doch haben sich die zahlreichen bisherigen Arbeiten, speziell diejenigen aus den Alpen, fast ausschließlich auf Beobachtungen der Jungenaufzucht an einzelnen Horsten beschränkt (s. Literaturzusammenstellung in Glutz et al. 1971). Verschiedene Untersuchungen, so diejenigen über die räumlichen Verhältnisse einer Population in Kalifornien (Dixon 1937), zur Nahrungsversorgung und zum Bruterfolg in Schottland (Brown & Watson 1964, Everett 1971 u. a.) sowie zur Biologie überwinternder Einzeladler in Schweden (Tjernberg 1977) haben zusammen mit anderen Arbeiten den Blickwinkel wesentlich erweitert: Raumorganisation und Populationsdynamik, Unterscheidung zwischen Brutpopulation und Brutreserve sind die entscheidenden Grundlagen, wenn es um die Statusbeurteilung einer Population geht. In den Alpenländern prallen oft entgegengesetzte Auffassungen über den Bestand aufeinander, was für Spitzenprädatoren (mit ihrer äußerst geringen Individuendichte) typisch scheint. Die vorliegende Arbeit versucht einerseits die wissenschaftliche Basis für die Diskussion um den Steinadler in den Alpen zu festigen, andererseits sollten die Untersuchungen zur Populationsökologie von übergeordneten Beutegreifern (vgl. Haller 1978; Uhu) weitergeführt werden. Ausgangspunkt und Vorbild waren die Studien von Valerie Gargett (1975, 1977) am Kaffernadler *Aquila verreauxi* in Rhodesien.

¹ Gedruckt mit Unterstützung des Schweizerischen Bundes für Naturschutz, des Bundesamtes für Forstwesen, Abteilung Natur- und Heimatschutz, des Rotary Club Davos, der Schweizerischen Mobil-Versicherungsgesellschaft und eines ungenannten Gönners.

1. Durchführung der Arbeit

1.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 2) liegt mitten in den Alpen und umfaßt die östliche Hälfte des Kantons Graubünden in der Schweiz sowie angrenzende Teile der Provinz Sondrio in Italien (F, E mit Ausnahme des östlichsten Talabschnittes), insgesamt 5565 km² zwischen dem Rhein im N (47° 05' N), der Adda im S (46° 10' N), Chur im W (9° 30' E) und der schweizerischen Landesgrenze im E (10° 30' E). In der nördlichen Mitte dieses Gesamtuntersuchungsgebietes wurde das Einzugsgebiet von 16 Steinadlerpaaren abgegrenzt, das Kerngebiet (vgl. Abb. 7, inkl. Paare Filisur und Bergün im SW sowie Fuorn im SE), von welchem eingehendere Daten über Raumbelugung und Bruterfolg vorliegen. Gewisse Aspekte ließen sich nur auf die Gesamtfläche des Kantons Graubünden beziehen, welcher 7109 km² beinhaltet und sich bis 8° 40' E erstreckt.

Das nördlichste Teilareal des Untersuchungsgebietes (A), ein Teil Nordbündens, weist trotz der Lage innerhalb des Alpenkörpers voralpinen Charakter auf. Bündnerschiefer und Flysch bewirken ein weiches Relief, welches zu den an der Nord-, Ost- und Südgrenze stehenden, beinahe 3000 m hohen, schroffen und kahlen Sedimentstöcken kontrastiert; im W schließt die weit ausgeräumte, auf 500–600 m ü.M. liegende Talung des Rheins an. Das Gebiet liegt zu einem großen Teil innerhalb der Waldzone, welche fast ausschließlich Fichtenwälder umfaßt und bis 1900 m ü.M., lokal bis 2000 m hinaufragt; nur auf den höchsten Bergrücken und am Rand der Sedimentstöcke sind alpine Matten großflächig ausgebildet. Das Klima ist ozeanisch getönt.

Das südlich angrenzende Teilareal (B), als Mittelbünden bezeichnet, gilt in mancher Beziehung als Übergangsgürtel zum im S und E anschließenden Engadin. Es herrscht die alpine Höhenstufe vor. Im NE, vor allem im Hochtal von Davos, ist die

Reliefenergie auf vorwiegend kristalliner Basis relativ gering; im W wurde der zum größten Teil sedimentäre Untergrund bis unter 1000 m ü.M. ausgefurcht, hier konvergieren mehrere mittelbündnerische Tal-schaften. Der Gebirgskamm zum Engadin besteht aus einer Kette einheitlich gut 3000 m hoher, relativ wenig vergletscherter Gipfel. In die Seitentäler ragen oft nur schmale Waldzungen, die vor allem aus Fichten, aber auch aus Lärchen und Arven bestehen. Das Klima wird im NE von Nordbünden her feucht beeinflusst, im SW ist es mehr inneralpin-kontinental geprägt. Monatsmittelwerte Temperatur und Niederschlagsmenge: Davos 1560 m ü.M., Jan. –6,6°C beziehungsweise 68 mm, Juli 12,0°C bzw. 141 mm; Weißfluhjoch (oberhalb Davos an der Grenze zu A) 2660 m ü.M., Jan. –9,1°C bzw. 111 mm, Juli 4,4°C bzw. 209 mm (Schüepp 1960, Uttinger 1965). Die mittlere Anzahl Niederschlags-tage im Jahresverlauf (1. Zahl) bzw. die mittlere Dauer der permanenten Schneedecke in Tagen (2. Zahl) beträgt in Davos 128 bzw. 170, auf Weißfluhjoch (2540 m ü.M.) 141 bzw. 269 (Uttinger 1970, Föhn & Beck 1981).

Das Engadin (C, D) ist der höchstgelegene Abschnitt der inneralpinen Längsfurche, die sich von Chiavenna über fast 300 km bis nach Kufstein erstreckt. Es ist beidseitig durch über 3000 m hohe Gebirgsketten abgeschirmt, im S erhebt sich das stark vergletscherte Berninamassiv auf 4049 m ü.M. Am geologischen Aufbau sind Kristallin, Dolomit und Bündnerschiefer beteiligt. Das Oberengadin (C) besteht aus weiträumigen topographischen Einheiten, das Unterengadin (D) ist durch kleinere Seitentäler stärker gekammert. In der Vegetation zeigt sich der kontinentale Klimaeinfluß; die Waldgrenze liegt stellenweise auf 2300 m ü.M. und wird durch Lärchen und Arven gebildet, in Teilen des Unterengadin sind Bergföhren bestandbildend, in tieferen Lagen dominieren Fichten und Waldföhren. Das obere Spöltal (E) ist ein ebenso typisches Hochtal wie das Oberengadin. Der viel weniger breit ausgefurchte

Talboden liegt noch etwas höher, 1800–2000 m ü.M., die Landschaft ist kleinräumiger unterteilt und erstreckt sich zum weitaus größten Teil über alpines Gelände, Gletscher gibt es praktisch keine.

Der südlichste Abschnitt des Untersuchungsgebietes (F), ein Teil des Veltlin, besteht fast ausschließlich aus kristallinen Gesteinen, welche auf breiter Front von 3400–4000 m ü.M. ins Tal der Adda auf 200–400 m jäh abfallen. In den oberen Tal-kammern sind Klima und Vegetation von zentralalpinem Charakter, weiter südlich setzt sich der insubrische Einfluß durch.

In Graubünden ist das Murmeltier in der alpinen Stufe, lokal auch tiefer, weit verbreitet und zahlreich. Die Bestände von Gemsen, Rehen und Steinböcken sind im allgemeinen hoch, jene der Rothirsche regional übersetzt (so leben im Unterengadin und Münstertal um 5000 Hirsche; Blankenhorn et al. 1979, Bericht zum Hirschproblem im Engadin und im Münstertal, St.Gallen). Die italienischen Gebiete weisen eine viel geringere Wilddichte auf. Selbst das obere Spöltal (von dem ein Teil zum Parco Nazionale dello Stelvio gehört) ist relativ nahrungsarm für Steinadler, ganz besonders aber das Veltlin, wo es sehr wenig Schalenwild hat.

Das Untersuchungsgebiet ist mit etwa 20 Einwohnern/km² von Menschen relativ dünn besiedelt. Die Wälder sind viel weniger stark aufgelockert worden als in bestimmten voralpinen Gegenden. Deutlich über dem Talgrund liegendes Gelände wird abseits land- und forstwirtschaftlicher Nutzung bzw. touristischer Einrichtungen nicht regelmäßig begangen. Allerdings gibt es in fast allen Teilen des Untersuchungsgebietes Tourismuszentren (Davos, St. Moritz u.a.); die durch Bergbahnen erschlossenen Flächen haben sich bis heute aber einigermassen in Grenzen gehalten.

1.2. Methodik

Der Hauptteil der Freilandarbeit wurde in den Jahren 1979–1981 geleistet, der Brut-erfolg im Kerngebiet stand zwischen 1978

und 1982 unter eingehender Kontrolle, persönliche Beobachtungen konnten seit 1971 verwertet werden.

Die Paare des Gesamtuntersuchungsgebietes wurden 1980–1981 kartiert, dank guter Beobachtbarkeit, Territorialität und oft ausgeprägter individueller Merkmale war eine genaue Zählung möglich. Die Protokollierung der eingehender untersuchten Paare erfolgte chronologisch; bei jeder Beobachtung wurden Individuum, Zeit (in MEZ) bzw. Dauer, Flächenbezug und Aktivität festgehalten. Das zu untersuchende Gebiet wurde in sogenannte Einheitsflächen eingeteilt (vgl. Abb.4), welche (meist in rechteckiger Form und in Längsrichtung entlang der Talachse orientiert) einen Kompromiß darstellen zwischen einheitlicher landschaftlicher Charakteristik und den Möglichkeiten der räumlichen Zuordnung von Steinadlerbeobachtungen. Abkürzungen bzw. Numerierungen erlaubten eine rasche Datenaufnahme und kombinierte Bezeichnungen, womit auch wechselnde bzw. intermediäre Flächenbezüge und Aktivitäten genau erfaßt werden konnten. Um eine möglichst objektive Bearbeitung zu erreichen, mußten die Adler in Ganztagesexkursionen von guten Beobachtungspunkten aus überwacht und mit Auto oder oft zu Fuß (u.a. Berglauf) verfolgt werden; bei fehlendem Kontakt wurden die Vögel im ganzen in Frage kommenden Areal gesucht. Die Nahrungsbelege aus der Nestlingszeit ergaben sich nur in wenigen Fällen durch direkten Kontakt mit den Adlern, sondern stammen zum größten Teil von Horstkontrollen. Zur Nestlingszeit erlaubten Beobachtungen des Beutetransportes oft Rückschlüsse auf den Herkunftsort der Nahrung. Es ist hervorzuheben, daß die im Kerngebiet besonders günstigen Beobachtungsverhältnisse (relativ geringe Reliefenergie, dichtes Nahrungsangebot; vgl. Abb.5) ausschlaggebende Voraussetzungen waren, um auch im Sommer den Überblick über die räumlichen Aktivitäten zu gewinnen.

Das im Sommer, Winter bzw. zur Nestlingszeit von einem Paar regelmäßig beflo-

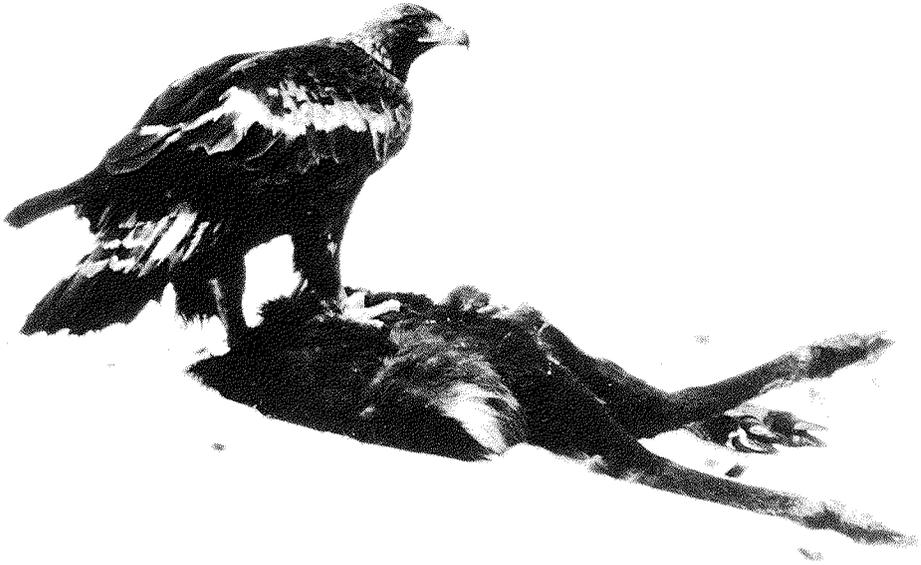


Abb. 1. ♀ Susasca am Aas (Gemse). Man beachte den Oberflügelstreifen und den noch nicht ausgefärbten Schwanz. Dieses ♀ ist seit etwa 1½ Jahren verpaart und hat im Vorjahr seinen ersten Jungadler aufgezogen. 3. Februar 1981. – *Eagle ♀ on carrion (*Rupicapra rupicapra*)*. Note bright streak on upper wing and immature tail feathers. This bird had found a territorial partner about 18 months ago and reared its first young in 1980.

gene Gebiet nennen wir Sommer-, Winter- bzw. nestlingszeitlichen Aktionsraum. Darin verbringen ♂ und ♀ mindestens 95% ihrer Aktivität im betreffenden Zeitabschnitt, einzelne Ausflüge bleiben für die Grenzfestlegung unberücksichtigt. Die Gültigkeit der auf den Erdboden bezogenen Grenzen erstreckt sich im wesentlichen auch auf den Luftraum. Die Gesamtfläche der Aktionsräume eines Paares ergibt den «home range». Da der nestlingszeitliche Aktionsraum ausschließlich, der winterliche mit Ausnahmen innerhalb des Sommer-Aktionsraumes liegt, ist dieser im großen ganzen mit dem «home range» identisch. Wegen des vereinzelt Vorkommens lassen sich die über die Grenze des Aktionsraumes hinausführenden Ausflüge nicht flächenhaft fassen. Beim Adlerpaar Dischma konnten zur Nestlingszeit 1979

während 178 h Sichtkontakt mit ♂ und ♀ außerhalb des Horstbereiches lediglich 4 Ausflüge deutlich über den Aktionsraum hinaus festgestellt werden, wovon eine territoriale Aktion; im Winter sind Ausflüge etwas häufiger (jedoch < 5% der Gesamtaktivität), verbleiben aber in vielen Fällen innerhalb des «home range». Auch bei Berücksichtigung der Ausflüge würde sich die räumliche Aktivität benachbarter Paare fast nirgends überschneiden. Als Territorium wird ein klar begrenzter verteidigter Raum bezeichnet. Dieser deckt sich bei einem Steinadlerpaar weitgehend mit dem «home range» und wird räumlich als gleichbedeutend betrachtet.

Einzeladler (= unverpaarte Vögel) konnten nur über beschränkte Strecken verfolgt werden, so daß die Beobachtung hauptsächlich stationär erfolgen mußte.

Die durchfliegenden Einzelvögel wurden gewöhnlich einer der folgenden Altersklassen zugeordnet und nach Möglichkeit individuell unterschieden (vgl. Tjernberg 1977). Die Differentialmerkmale der vier Altersklassen sind die Ausbildung der hellen Flügel- und Schwanzspiegel sowie das Vorhandensein von Oberflügelstreifen. Diese sind bei mehr als einjährigen Adlern auf der Flügeloberseite zwischen Körpermitte und Handgelenk als aufgehelltes, individuell unterschiedlich stark ausgeprägtes Band sichtbar und kommen dadurch zustande, daß pro Jahr nur ein Teil der Armdecken ersetzt wird, wodurch alte ausgebleichte Federn neben neuvermauserten dunklen stehen (Abb. 1). *Juvenil* (1. Lebensjahr): Flügel- und Schwanzspiegel klar abgegrenzt und einheitlich weiß, ihre Größe kann individuell stark variieren. *Im-matur*: wie juv., aber mit Oberflügelstreifen. *Subadult*: Flügel- und/oder Schwanzspiegel durch dunkle Großfedern durchbrochen, Oberflügelstreifen vorhanden. *Adult* (mindestens 5 Jahre alt): keine Flügelspiegel, Oberflügelstreifen vorhanden. Durch tägliches Training konnte auch das Geschlecht mancher unverpaarter Adler im Feld bestimmt werden. Die Zusammensetzung

der Teilpopulation aus unverpaarten Vögeln (kurz Einzelvogelpopulation genannt) läßt sich nur außerhalb von Territorien einigermaßen objektiv ermitteln (S. 190). Zwischen 1978 und 1981 konnten 24 im Untersuchungsgebiet flügge gewordene Jungadler individuell sichtmarkiert werden. Am besten bewährt hat sich die Markiermethode von Kemp (1977, Safring news 6:38–43), bei welcher individuell an 1–3 Stellen am distalen Teil von drei benachbarten Großfedern die Fahnen (bei der mittleren Feder beide, bei den äußeren Federn die anliegenden) auf einer Länge von 4–5 cm weggeschnitten werden.

2. Resultate

2.1. Brutpopulation

2.1.1. Verteilung und Dichte der Paare

Im Gesamtuntersuchungsgebiet wurden 1980–1981 52 Steinadlerpaare nachgewiesen, wovon 2 auf der Grenze der Untersuchungsfläche ansässig sind (Abb. 2). Jede geeignet erscheinende Örtlichkeit beherbergt ein Paar. Auch die Umgebung von

Tab. 1. Siedlungsdichte in 6 Teilarealen des Untersuchungsgebietes 1980/81 (vgl. Abb. 2). In den 585 km² großen Restflächen (Bergell, Puschlav, Müntertal, Val Fenga) leben 5 Paare (1 Paar/117 km²). Halbwerte beziehen sich auf Paare, deren «home range» mitten über der Grenze des Untersuchungsgebietes liegt. Bei den semiquantitativen Angaben in drei (5) bzw. zwei (6) Stufen steht ein Symbol für eine geringe Größe bzw. Intensität. – *Density of Eagle pairs in 1980/81 in 6 sectors (A–F) of the study area: surface (1), number of pairs (2), surface per pair (3), percentage of sector in alpine zone (4), prey supply (5), and degree of subdivision of landscape into many small valleys (6).*

	(1) Fläche km ²	(2) Anzahl Paare	(3) Fläche pro Paar km ²	(4) Flächen- anteil alpine Stufe %	(5) Nahrungs- angebot	(6) Kamme- rung des Geländes
A Nordbünden	830	6	138	40	***	*
B Mittelbünden	1130	11½	98	65–70	***	**
C Oberengadin	755	7	108	70	***	**
D Unterengadin	1015	13½	75	65–70	***	**
E oberes Spöltal	295	3	98	80–85	**	**
F Veltlin	955	5	191	45	*	**
Total Unter- suchungsgebiet	5565	51	109			

Ferienorten wird bewohnt, doch beanspruchen die Vögel Gelände abseits des großen Touristenstromes. Die größten Horstbestände ergaben sich im wildarmen Veltlin, wo ein bedeutender Flächenanteil außerhalb der vom Adler nutzbaren Höhenstufe liegt (Tab.1). Relativ dünn besiedelt ist auch das zu einem großen Teil unterhalb der klimatischen Waldgrenze gelegene Gebiet Nordbündens und das an seiner Südgrenze vergletscherte Oberengadin mit seinen weiträumigen Tälern. Trotz erheblichem Unterschied im Nahrungsangebot ist die Dichte von Adlerpaaren im relativ nahrungsarmen oberen Spöltal gleich hoch wie in Mittelbünden. Im durch Seitentäler stark gekammerten Unterengadin sind die Requisiten ziemlich regelmäßig verteilt, hier erreicht die Brutpopulation die höchste Siedlungsdichte.

In vielen Tälern lebt der Adler seit Menschengedenken; verschiedene, zum Teil gegenwärtig noch besetzte Horste waren schon zu Beginn unseres Jahrhunderts bekannt. Im Veltlin wurde in den ersten drei Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts ein Bestandestiefpunkt erreicht (Corti 1961). In Graubünden war der Steinadler um 1930 verbreiteter Brutvogel, einzelne Gebiete (z. B. im oberen Schanfigg und in der Landschaft Davos) waren offenbar unbewohnt (Coaz 1930, Bündnerisches Monatsblatt: 331–335). Schon 1956 lebten im Engadin

zwischen Maloja und Zernez ohne die linksseitigen Täler wie heute 6 Adlerpaare (Burckhardt & Melcher in Glutz 1962). Eine lokale Bestandesverdichtung ergab sich 1973 durch die Etablierung von Paar Flüela (S.186) und 1979 durch die Wiederbesiedlung des als Grenzstandort geltenden Territoriums Susasca (S.200). Dieses war zu Beginn der siebziger Jahre offenbar besetzt, später (z. B. 1977) jedoch verwaist (derweil das benachbarte Paar Sarsura seine Flüge bis ins obere Val Susasca ausdehnte).

2.1.2. Lebensraum einzelner Paare

In den Alpen leben Steinadlerpaare in monogamer Dauerehe ganzjährig in ihrem Tal oder Talabschnitt. Die Grenzen von «home range» bzw. Aktionsräumen halten sich oft an markante topographische Leitlinien (v.a. Berggrate), doch können Begrenzungen auch irgendwo im Gelände oder Luftraum verlaufen.

Im Sommer waren die Vögel vorwiegend zwischen der oberen Waldzone und etwa 2900 m ü.M. anzutreffen. Einzig die Jungenaufzucht verlangt regelmäßig Flüge zum unter Umständen wesentlich tiefer gelegenen Horst. Die Sommer-Aktionsräume von 5 untersuchten Paaren (Abb.3) mit einigermaßen ausgeglichener Nahrungsversorgung umfaßten zwischen gut 20 km² und

Tab.2. Größe von Sommer-Aktionsräumen und nestlingszeitlichen Hauptjagdgebieten in km² sowie sommerliche Nahrungssituation in den Hauptjagdgebieten, 1978–1981. Angaben, die sich nur auf ein Untersuchungsjahr beziehen, sind mit der entsprechenden Jahreszahl gekennzeichnet. Bei den Paaren Flüela und Susauna blieb das hauptsächlich beflogene Gebiet mit und ohne Jungenaufzucht offenbar dasselbe. – *Summer ranges (km²) of various pairs: in years without or with unsuccessful brood (1), and in years with successful brood (2); main hunting area during the nestling season in km² (3), supply (4), and density (5) of prey in this area.*

Paare Pairs	(1) bei Brut- ausfall oder erfolgloser Brut	(2) bei Jungen- aufzucht	(3) Hauptjagd- gebiet	(4) Nahrungs- angebot	(5) Nahrungs- dichte
Flüela	47	–	–	***	**
Dischma	48	48	16	***	**
Monstein	87	35 (1980)	14 (1980)	**	**
Susauna	–	25 (1981)	7 (1981)	***	**
Susasca	22	22 (1980)	6 (1980)	****	**

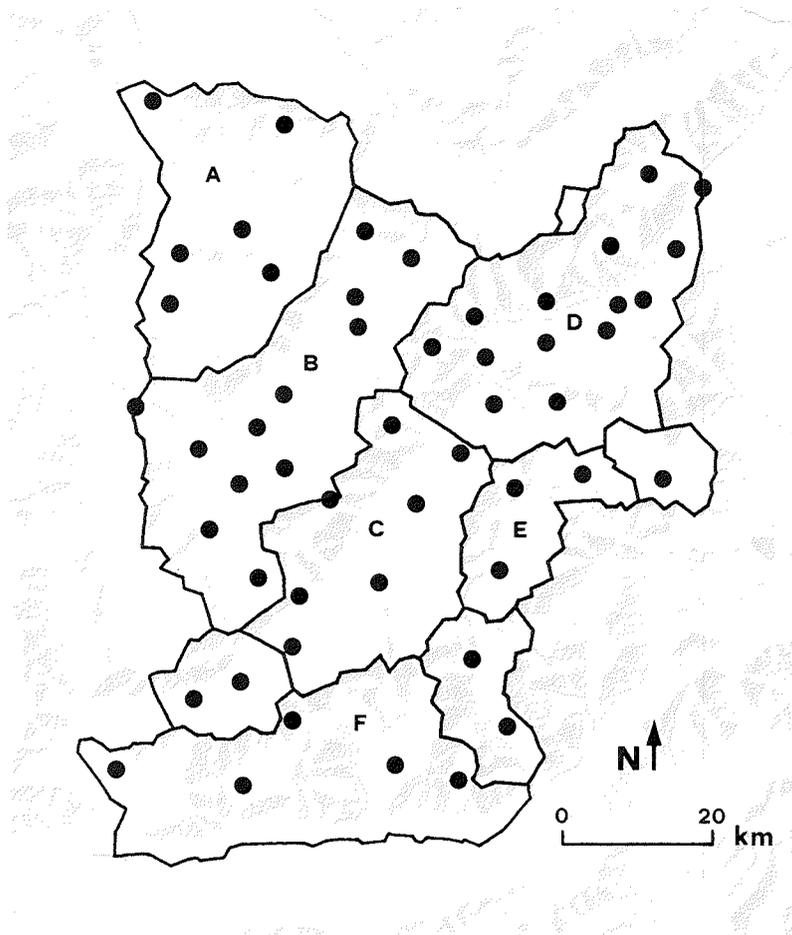


Abb. 2. Verteilung der Paare in den Teilarealen des Untersuchungsgebietes; Nordbünden (A), Mittelbünden (B), Oberengadin (C), Unterengadin (D), oberes Spöltal (E), Veltlin (F). Eingezeichnet ist der (ein aktueller) Horststandort (1980 oder 1981) jedes Paares. Grundkarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 8. 7. 1982. – *Distribution of Eagle pairs in the study area (A–F = different sectors). Dots show the site of the eyrie (1980 or 1981) of each pair.*

beinahe 90 km² Größe (Tab. 2). Im Dischma- (Abb. 5) und Flüelatal ergaben sich zwischen 1978 und 1981 kaum Unterschiede in der räumlichen Aktivität der beiden Paare: Bei Jungenaufzucht hielten sich die Adler vor allem in der ersten Hälfte der Nestlingszeit oft auch im vorderen Talteil bzw. im betreffenden Horstbereich auf, weiter hinten (Hauptjagdgebiete) zeigten sich selbst bei Benützung verschiedener

Horste keine Unterschiede in der Raumbelegung. Auch bei Brutausfall blieb der Aktionsraum im Dischmatal und im Val Susasca unverändert, obwohl im obersten Teil der beiden Täler kopfstärke Murrentierpopulationen an das regelmäßig beflogene Gebiet angrenzen. Hingegen im größten «home range», Monstein, dessen Alpinareale zu beiden Seiten eines stark bewaldeten Haupttalleinschnittes relativ

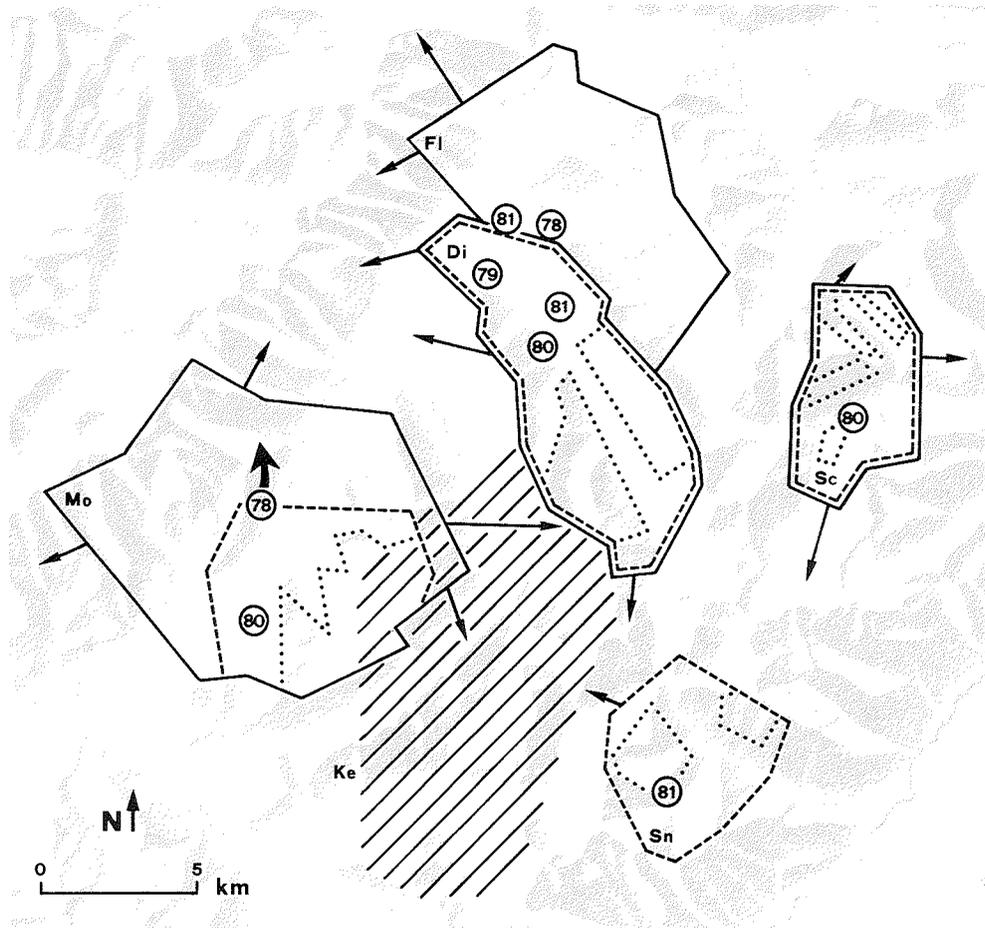


Abb. 3. Raumbelugung im Sommer (15.5.–30.9.; 1978–1981): Aktionsräume der Paare Flüela (FI), Dischma (Di), Monstein (Mo), Susauna (Sn) und Susasca (Sc) bei Brutaussfall bzw. erfolgloser Brut (ausgezogene Linien) und bei Jungenaufzucht (gestrichelte Linien), Hauptjagdgebiete während der Nestlingszeit (Punktlinien) sowie nördlicher Teil des Einzeladlergebietes Kesch (Ke; Schraffur). Die Kreise mit Jahreszahl bezeichnen die im betreffenden Jahr besetzten Horste. Der von Horst Monstein 1978 ausgehende Pfeil markiert eine häufige Ausflugsrichtung; die übrigen Angaben von Paar Monstein aus der Nestlingszeit beziehen sich auf das Jahr 1980. Die aus den Aktionsräumen hinausführenden Pfeile geben einzelne, nur unregelmäßig vorkommende Ausflüge an. Grundkarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 8.7.1982, ebenso bei Abb. 7, 9 und 11. – Summer ranges of various pairs in years when no or unsuccessful breeding was observed (solid lines), and in years when young were reared (dashed lines). The main hunting area during the nestling season is surrounded by dotted lines. The hatched area is a range of single Eagles. Circles and figures indicate sites of eyries and years. Arrows show places and directions where Eagles occasionally left their summer range (in which – per definitionem – at least 95 percent of the activity is observed).

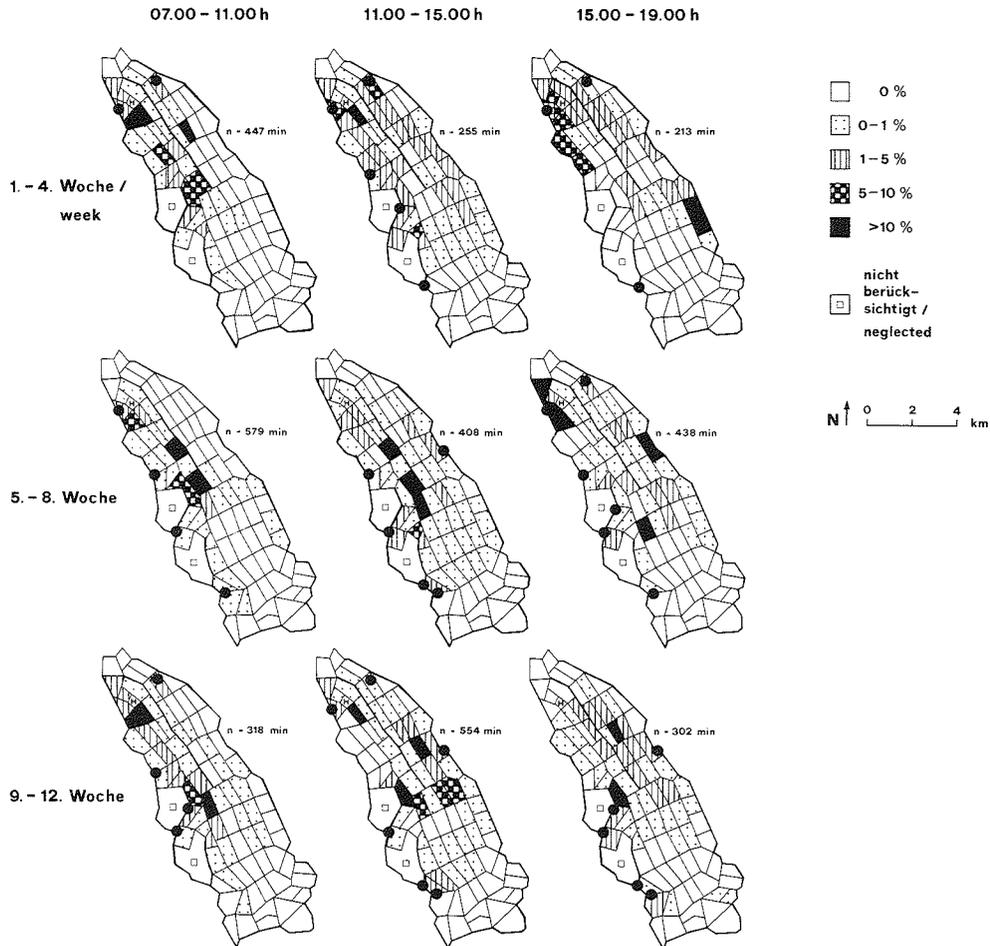


Abb. 4. ♂ *D. discolor*, Nestlingszeit 1979: Aufenthaltshäufigkeit (pro Flächeneinheit) auf den Teilflächen innerhalb des Dischmatales (ebenda >95% der Gesamtaktivität) im Tagesablauf bzw. im Verlauf der Jungenaufzucht. n = Beobachtungsdauer (Kontakt). Der Aufenthalt im Horstbereich (H), auf den regelmäßig eingenommenen Aussichtswarten (ausgefüllte Kreise) und im Bereich des Nacheinstandes (oft in der Horstumgebung) blieb unberücksichtigt. – *Proportion of time spent by the resident ♂ in different units of the Dischma valley during the nestling season 1979 at different times of the day, and at different ages of the nestling; n = duration of observations. Time spent near the eyrie (H), on conspicuous perches (dots), and at sleeping places was neglected.*

weit voneinander entfernt sind, hielt sich das Adlerpaar zur Nestlingszeit 1980 lediglich in einem Teilbereich regelmäßig auf. Bei zentraler Lage des Horstes konnte 1978 auch der gekammerte nördlichste «home range»-Teil in den nestlingszeitlichen Aktionsraum einbezogen werden.

Unter Berücksichtigung der Ausflüge über die Grenzen des Aktionsraumes hinaus, betrug die maximale Entfernung der äußersten von Paar Monstein überflogenen Punkte 17 km. Die kleinsten Flächengrößen fanden sich in hochgelegenen, gekammerten (Seiten-)Tälern, wo Brutplätze und



Abb. 5. Dischmatal im Sommer: Die Horste liegen innerhalb der Waldzone, zur Nestlingszeit wird das alpine Gelände in der hinteren Talhälfte bejagt. Durch die ausgeprägte Übersichtlichkeit des Gebietes sind günstige Bedingungen für die Adlerbeobachtung gegeben. August 1981. – *Summer view of the Dischma valley. Eyries are in the forested zone; prey for Eagles is searched in alpine regions of the upper valley. The excellent visibility offers very good conditions for observations of Eagles.*

sommerliches Hauptjagdgebiet nahe beieinanderliegen.

Die günstigen Beobachtungsbedingungen im Dischmatal ermöglichten eine Untersuchung der raumzeitlichen Aktivität des Adlerpaares während der Nestlingszeit 1979 (Abb. 4). ♂ und ♀ waren während 74% bzw. 80% der 6149 bzw. 4534 Beobachtungsmomenten am Boden zu sehen, 22% bzw. 39% der Gesamtaktivität wurden sie, oft gemeinsam, auf den 8 regelmäßig eingenommenen Aussichtswarten registriert. Signifikante Häufigkeitsunterschiede des Aufenthaltes am Boden zeigten sich weder tageszeitlich noch im Verlauf der Nestlingsperiode. Hingegen fiel bei der Gesamt- und vor allem bei der Flugaktivität im Tagesablauf ein räumlicher Rhythmus auf, welcher dem von Urfer-Henneberger (1970)

ebenfalls im Dischmatal untersuchten Aufwindsystem entspricht, wobei die linke Talseite überbetont blieb: am Vormittag (07.00–11.00 h) hielten sich die Adler hauptsächlich auf der linken, der Morgensonne zugewandten Talseite auf (♂ 93%, ♀ 82% der Gesamtaktivität ohne Aussichtswarten), über Mittag und am frühen Nachmittag (11.00–15.00 h) wurde auch der rechte Talhang ins Aufenthaltsgebiet einbezogen (♂ 34%, ♀ 35% der Gesamtaktivität ohne Aussichtswarten), am Abend (15.00–19.00 h) war das Adlerpaar immer noch häufig auf der linken Talseite anzutreffen, doch stieg nun die Bedeutung des jetzt direkt besonnten rechten Talhanges weiter (♂ 43% der Gesamtaktivität ohne Aussichtswarten; ♀ 36%, ohne Berücksichtigung einer 2 h dauernden Nahrungsauf-



Abb. 6. Val Susasca im Winter: Das Adlerpaar hält sich hauptsächlich am besonnten Hang des Bildvordergrundes auf, rechts im Schatten Brutfelsen. Januar 1982. – *Winter aspect of the Susasca valley. The resident pair stays mainly on the sunny slopes in the foreground; the cliff with the eyrie can be seen in the shady area to the right.*

nahme auf der linken Talseite am 20.7: 48%). Beim ♂ ergaben sich im Verlauf der Nestlingsperiode keine wesentlichen Veränderungen in der räumlichen Aktivität außerhalb des Horstbereiches. Das ♀ hielt sich in den ersten Lebenswochen des Jungadlers meistens am Horst oder in dessen Umgebung auf; später beflog es dasselbe Gebiet wie das ♂. Es zeigte sich ein witterungsbedingter (infolge unterschiedlicher Beobachtbarkeit vielleicht überbetonter) Einfluß auf die Flugaktivität. Bei sonnigem Wetter wechselten die Adler nicht selten mehrfach zwischen vorderem und hinterem Talabschnitt hin und her. Bei Niederschlag waren sie meistens auf kaum geschützten Warten anzutreffen, am 14.7. (oft Regen und Nebel) hielt sich das ♂ nach Aktivitätsbeginn (07.38 h) bis 16.05 h ununterbro-

chen in einem etwa 1,5 km² großen Raum am nördlichen Rand des Hauptjagdgebietes auf und benützte etwa 15 Warten (offenbar kleinräumige Anstands Jagd).

Im Winter verlagerte sich das Aktivitätszentrum der Adlerpaare an die Talhänge der subalpinen Höhenstufe. Lokal waren Brutvögel auch in hochmontanen Bereichen anzutreffen; tiefere Lagen bzw. Talniederungen wurden selten und praktisch nur zur Nahrungsaufnahme aufgesucht. Gebiete in der unteren Alpinstufe wurden regelmäßig, oberhalb 2500 m ü.M. nur selten beflogen; bei konstantem, starkem Wind (z.B. Föhn) konnten Adlerpaare in einigen Fällen selbst im Hochwinter bis 3000 m Höhe festgestellt werden. Winter-Aktionsräume sind meist zu mindestens 75% bewaldet, derjenige von Paar Mon-

Tab. 3. Größe, Sonnenhanglänge (S-, SW- und SE-Exposition) und Nahrungssituation (Schalenwild) von Winter-Aktionsräumen, 1978–1981. – *Winter ranges of various pairs: size (1), total length of sunny slopes (exposition S, SW and SE; 2), supply (3), and density (4) of ungulates.*

Paare	(1) Größe km ²	(2) Sonnen- hanglänge km	(3) Nahrungs- angebot	(4) Nahrungs- dichte
Klosters	21	9,5	***	*
Flüela	24	9,0	**	*
Dischma	15	9,5	**	*
Monstein	29	9,5	**	*
Susasca	9	3,5	*	**
Susauna	12	6,5	***	**
Sarsura	22	6,5	****	**
Lavin	20	5,5	****	**

Tab. 4. Aufenthaltshäufigkeit an Sonnenhängen während der Aktivitätsperiode (09.00–17.00 h) im Hochwinter 1979/80 (Dez./Jan.). – *Total activity (1) and flight activity (2) in Dec./Jan.: percentage on sunny slopes (1a, 2a).*

Paare		(1) Gesamt- aktivität min	(1a) davon am Sonnenhang %	(2) Flug- aktivität min	(2a) davon am Sonnenhang %
Flüela	♂	566	36	126	72
	♀	1049	23	114	72
Dischma	♂	672	81	267	94
	♀	952	85	227	93
Susasca	♂	837	64	84	89
	♀	1243	81	95	88
Lavin	♂	639	92	222	79
	♀	481	94	162	85
Total	♂	2714	69	699	85
	♀	3725	68	598	86

stein zu über 90%. An den wenigen Orten, wo größere Gems- und/oder Steinwildbestände in abgeschlossenen Alpinarealen überwintern, können Steinadlerpaare jedoch ganzjährig oberhalb der Waldgrenze leben (z.B. in der außerhalb des Untersuchungsgebietes gelegenen Talschaft von Zervreila, G. Sutter & Verf.).

8 untersuchte Winter-Aktionsräume (Abb. 7) waren zwischen knapp 10 km² und beinahe 30 km² groß (Tab. 3). Seit 1973 zeigten sich bei den alljährlich kontrollierten Paaren Flüela, Dischma und Monstein (trotz Ersetzung von 2 ♀) keine räumlichen Veränderungen. Die Aktivität in Raum

und Zeit wird bei den im Winter besonders schwachen thermischen Aufwinden stark eingeschränkt: einerseits wurde die Flugaktivitätsperiode auf 4–6 h in der Tagesmitte begrenzt (Abb. 8, der Tagesgang der Flugaktivität verläuft bei allen Paaren ähnlich), andererseits war die Gesamtaktivität zu knapp 70%, die Flugaktivität zu 85% an Sonnenhängen gebunden (Tab. 4). Der Sonnenhang ist in den einzelnen Aktionsräumen zwischen 3,5 und 9,5 km lang und weist damit eine geringere Schwankungsbreite auf als die Flächengröße. Paar Susasca verfügt auf seinen bloß 9 km² Fläche über einen Sonnenhang von 3,5 km Länge

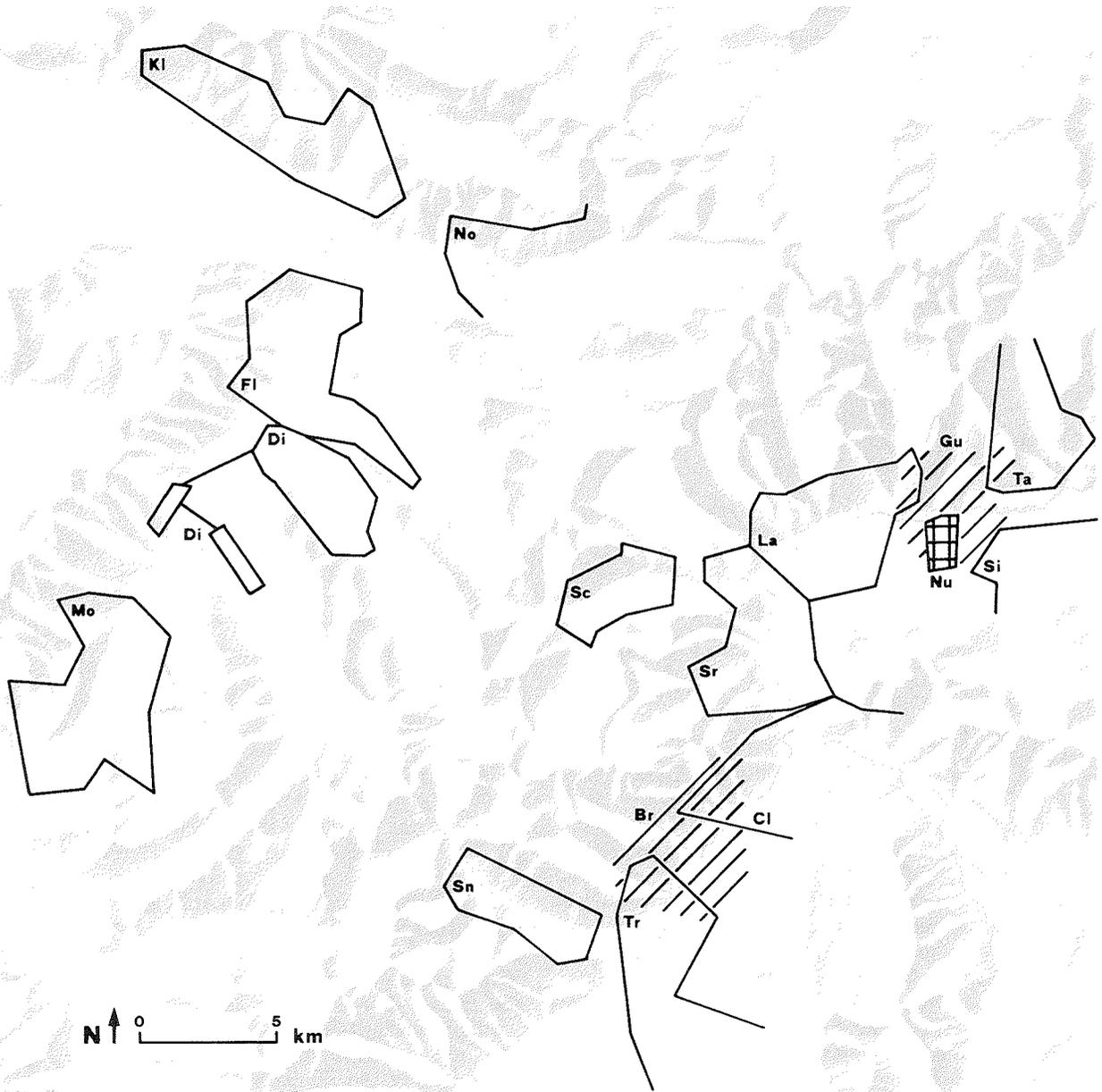


Abb.7. Raumbelugung im Winter (Dez.–März; 1978–1981): Aktionsräume der Paare Klosters (KI), Flüela, Dischma, Monstein, Susauna, Sarsura (Sr), Susasca und Lavin (La) sowie anliegende Aktionsraumgrenzen der Paare Novai (No), Trupchun (Tr), Cluozza (Cl), Sampuoir (Si) und Tasna (Ta), Einzeladlergebiete Brail (Br) und Guarda (Gu) sowie Bereich des unverpaarten subad. ♂ bei seinem vorübergehenden Stationärwerden Ende März 1980 nahe bei Guarda (Nu, Gitterfläche). Übrige Signaturen wie in Abb. 3. – *Winter ranges of various pairs, and ranges of single Eagles in winter (Br, Gu). Nu = range of a subadult single ♂, occupied for a short time in March 1980.*

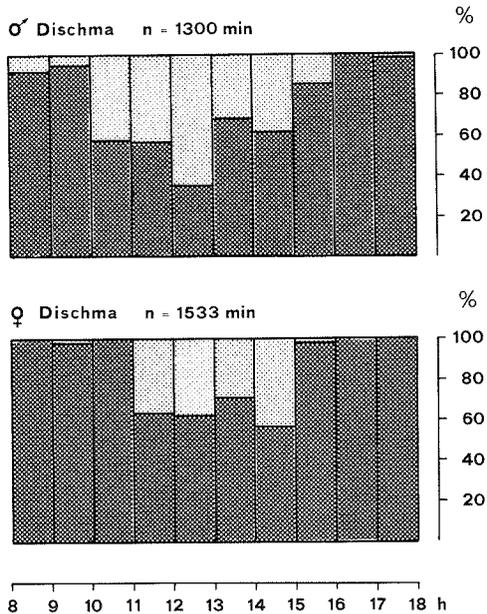


Abb. 8. Anteile von Sitzen (dunkel) und Fliegen (hell) pro Tagesstunde beim Paar Dischma während der Aktivitätsperiode im Hochwinter 1979/80 (Dez.–Feb.). – *Winter activity of the Dischma pair: percentage of sitting and reposing (dark), and flying (light).*

(Abb. 6) und über ein nur geringes, jedoch stark konzentriertes Nahrungsangebot (S. 200); im Hochwinter 1979/80 (Dez./Jan.) waren ♂ und ♀ während der Aktivitätsperiode (09.00–17.00 h) von 837 bzw. 1243 Beobachtungsminuten 90% bzw. 92% auf Warten zu sehen. In den Aktionsräumen Susauna, Sarsura und Lavin mit den unterschiedlichen Flächengrößen zwischen 12 und 22 km² erstreckt sich der Sonnenhang einheitlich über 5,5–6,5 km, das Nahrungsangebot ist groß, die Nahrungsverteilung dicht, durchschnittlich aber etwas weniger konzentriert als im Val Susasca. Die Aktionsräume der Paare Klosters, Flüela, Dischma und Monstein variieren zwischen 15 und 29 km² Fläche, ihr Sonnenhang ist aber übereinstimmend 9,0–9,5 km lang, Nahrungsinhalt und Nahrungsdichte stehen hinter den Verhältnissen im Engadin zurück. Im Dischmatal ist

die sonnenexponierte Talseite im Bereich der subalpinen Höhenstufe auf 5 km Länge beschränkt; das Adlerpaar beschaffte sich das notwendige Sonnenhangareal durch zwei kilometerweit entfernt liegende, nur gerade je einen Sonnenhang einschließende Zusatzgebiete, die lediglich durch ziemlich schmale Dislokationsbahnen untereinander bzw. mit dem Dischmatal verbunden sind.

2.1.3. Horste

Von jedem Paar des Untersuchungsgebietes ist mindestens ein Horst, zumeist eine Horstgruppe bekannt; bisher sind 189 Brutplätze in Felsen und 23 Baumhorste entdeckt worden. Felshorste fanden sich sowohl in mehr als 100 m hohen Flügen als auch an kleinen, unter Umständen nur 10 m hohen, von Wald umgebenen Felsen, die einigermaßen frei angefliegen werden können. Der Horst steht meist auf vegetationslosen Vorsprüngen, die zum Teil durch Überhänge vollkommen überdacht, mitunter aber nur halbwegs geschützt sind. Brutplätze konnten regelmäßig in allen Expositionen sowohl auf kristallinem wie sedimentärem Untergrund festgestellt werden. Baumhorste fanden sich vor allem in Gebieten mit geringem Angebot an potentiellen Brutfelsen (Tab. 5). Die Nester sind gewöhnlich in die obere Hälfte von alten, oft an einer Seite freistehenden Nadelbäumen gebaut (8mal Fichte, 8mal Arve, 3mal Lärche, 2mal Waldföhre, einmal Bergföhre), welche nur in einem Fall auf einer Felskanzel, sonst aber in zugänglichen Hangwäldern stehen. Ein wiederholt benutzter Arvenhorst ist etwa 4 m über dem Boden angelegt. Baumhorste lehnen gewöhnlich an den Stamm an, in zwei Fällen lag das Nest frei auf Seitenästen. Besonders die gegen klimatische Einflüsse im Frühjahr ungeschützten Lärchenhorste waren im März oft noch von einer dicken Schneeschicht bedeckt.

Die Horste liegen fast ausschließlich innerhalb des Winter-Aktionsraumes eines Paares, also meistens innerhalb der Waldstufe (Tab. 6). Lediglich einige der wenigen

weit taleinwärts in der alpinen Stufe gelegenen Horste, welche 2 km vom nächsten Erlen- oder Legföhrengbüsch und noch weiter vom Wald entfernt sein können, befinden sich außerhalb des vom betreffenden Paar im Winter regelmäßig beflogenen Raumes. Die höchsten Brutplätze wurden auf 2480 m ü.M. im Val Susauna bzw. auf 2400 m im Val Fedoz (vgl. R. Melcher in Glutz et al. 1971) und im Val Roseg festgestellt; die tiefsten Horste liegen auf 1300 m ü.M. bei Malix (H. Ardüser & Verf.), doch fand G. Sutter 1979 einen erfolgreich besetzten Horst auf nur 750 m ü.M. etwa 15 km von der Grenze des Untersuchungsgebietes entfernt im Rheintal. Die minimale Höhe über dem Talgrund beträgt 100 m. Weitaus die meisten Horste befinden sich in Hangabschnitten, die selten von Menschen begangen werden bzw. Forstwirtschaft und Tourismus weitgehend entzogen sind. Doch können nahe der Oberkante von Brutfelsen Wege und Ställe vorhanden sein; bei einem leicht erreichbaren Horstbaum führt in fast derselben Höhenlage in 150 m Abstand ein allerdings nicht stark

Tab. 5. Beziehung zwischen der Häufigkeit von Baumhorsten und dem Angebot potentieller Brutfelsen. – *Relationship between frequency of eyries on trees and abundance of cliffs suitable for nesting: number of pairs (1), relative abundance of cliffs suitable for nesting in each home range (2); eyries in cliffs only (A), eyries in cliffs and on trees (B), eyries on trees only (C).*

	(1) Anzahl Paare	(2) «home ranges» bezüglich Angebot potentieller Brutfelsen
(A) nur Fels-horste	40 (77%)	26 reich/ <i>numerous</i> , 11 weniger reich/ <i>less numerous</i> , 3 arm/ <i>poor</i>
(B) Fels- und Baumhorste	11 (21%)	5 weniger reich, 6 arm
(C) nur Baumhorste	1 ^a (2%)	sehr arm/ <i>very poor</i>

^aL. Loretz, Verf.: 1955 und 1956 war ein Felshorst in einer kleinen Wand besetzt, der 1967/68 mit einem Gesteinsausbruch abstürzte. Bisher sind 4 Baumhorste bekannt geworden, wovon einer abgestürzt ist.

Tab. 6. Vertikalverbreitung der Horste. – *Altitudinal distribution of eyries: all eyries above tree line (A), single eyries above tree line (B), all eyries from 0 to 500 metres below timberline (C), few eyries lower than 500 metres below timberline (D), all eyries lower than 500 metres below timberline (E).*

Lage/site	Anzahl Paare number of pairs
(A) alle Horste über Baumgrenze	1 (2%)
(B) einzelne Horste über Baumgrenze	4 (8%)
(C) alle Horste in oberer Waldzone (bis 500 Höhenmeter unter Waldgrenze)	40 (77%)
(D) einzelne Horste tiefer als 500 Höhenmeter unter Waldgrenze	5 (9%)
(E) alle Horste tiefer als 500 Höhenmeter unter Waldgrenze	2 (4%)

frequenterer Wanderweg vorüber. Die Lage der Brutplätze ist abhängig vom energiesparenden Herantragen (Gleitflug) der Nahrung aus möglichst ausgedehntem Jagdgebiet. Im wildarmen Veltlin war 1981 durch entsprechende Horstlage das Einzugsgebiet des günstigen Beutetransportes bei 3 von 5 Paaren besonders groß gehalten. Unter Umständen liegen Brutplätze an der Grenze des «home range» (Abb. 3, Horste im Flüelatal); bei den beiden Paaren Flüela und Dischma betrug die geringste Entfernung zwischen im selben Jahr beflogenen Horsten 1,7 km (1977), zwischen gleichzeitiger Bebrütung 2,6 km (1982) und zwischen gleichzeitig erfolgreichen Bruten 3,2 km (1981).

Gewöhnlich sind die Horste aus Ästen und Zweigen von Nadelbäumen gebaut, vom Wald weit entfernte Nester können jedoch zum größten Teil aus Zwergsträuchern (v.a. Wacholder und Alpenrose) bestehen. Nestbautätigkeit ist mit Ausnahme des Novembers in allen Monaten beobachtet worden. Hauptsächliche Nestbauzeit ist März/April, doch kann bei frühlingshafter Witterung schon ab Ende Januar vor allem

in den Mittagsstunden regelmäßig Nistmaterial eingetragen werden. Bei erfolgreicher Brut wurde der Horst bis zum Ende der Nestlingszeit aufgefrischt. Paare ohne Junge zeigten Horstbauverhalten bis Ende Juni (besonders bei Kälteeinbrüchen), gelegentlich auch im September/Okttober (Ersatzhandlung zur Festigung der Paarbindung?).

Im Dischmatal sind 8 Horste bekannt, 2 weitere Plätze wurden zwischen 1967 und 1972 vom Dischmapaar benützt, gehören aber heute dem Paar Flüela (S.186). Im Fondei hat man seit jeher nur von einem einzigen Brutplatz gewußt, der mindestens seit den vierziger Jahren regelmäßig und seit 1962 8mal (wovon einmal in 3 aufeinanderfolgenden Jahren) erfolgreich besetzt war; dieser Horst stürzte 1980 samt Untergrund ab, worauf etwas höher am selben Felsen ein neues Nest gebaut wurde (H. Ardüser). Wechselhorste desselben Paares können nur wenige Meter (zwei Horste auf demselben Baum; M. Karlen & Verf.) oder bis 6,1 km voneinander entfernt in verschiedenen Tälern liegen. Die vier Adlerpaare des Kerngebietes, welche zwischen 1978 und 1982 alljährlich gebrütet haben, benützten in diesen fünf Jahren folgende Horste: Dischma 1/2/3/1/2, Susauna 1/1/2/3/1, Sarsura 1/2/1/2/1, Lavin 1/1/2/3/1. Bei 15 Paaren, die in zwei oder mehr Jahren gebrütet haben, wurde in 24 Fällen jährlich aufeinanderfolgenden Brütens nur 6mal der Horst des Vorjahres gewählt; nach erfolgreicher Brut fand in 6 von 10, nach erfolgloser Brut sogar in 12 von 14 Fällen ein Horstwechsel statt. In 11 Fällen mit einjähriger Brutpause wurde 5mal der vor zwei Jahren besetzte Horst benützt. Der Wechsel der Horste beschränkte sich oft auf Plätze innerhalb desselben «home range»-Teiles (mit optimalem Beuteinzugsgebiet). Die Entfernung der in aufeinanderfolgenden Jahren gewechselten Horste betrug zwischen 0,6 und 2,8 km, im Mittel 2,1 km; die nach einjähriger Brutpause bezogenen Wechselhorste lagen zwischen 0,2 und 3,9 km weit auseinander, im Mittel 2,6 km.

2.1.4. Jagdliche Nutzung

Nestlingszeit: Unter 110 zwischen 1978 und 1981 während der Nestlingszeit im Untersuchungsgebiet (Graubünden) nachgewiesenen Beutetieren erfolgreich brütender Paare waren 75 Murmeltiere (68%), 13 Gems-, Reh- und Steinwildkitze (12%), 9 Schneehasen (8%), und 10 Rauhfußhühner (9%), ferner je 1 Feldhase, Jungfuchs und Lamm. Typisch für das besonders murmel-tierreiche Kerngebiet erscheint die Liste des Futters von Paar Monstein 1980: 15 Murmeltiere (79%), 2 Schneehasen, je 1 Gemskitz und Schneehuhn. Es ergaben sich keine Hinweise auf unterschiedliche Ernährung von Nestlingen und Eltern. Altadler wurden im Sommer nur ausnahmsweise an Kadavern von Paarhufern angetroffen; Aas ist aber nie als Futter nachgewiesen worden. Auch in Jahren ohne Brut dürfte das Murmeltier die sommerliche Nahrungsgrundlage bilden.

Während der Nestlingszeit 1979 wurde im Dischmatal ein Drittel des 48 km² großen Aktionsraumes regelmäßig bejagt (Abb. 9), und bei den von Paar Susasca beflogenen 22 km² umfaßte das nestlingszeitliche Hauptjagdgebiet 1980 nur etwa 6 km² (Tab. 2). In beiden Fällen (und auch bei den weniger detailliert untersuchten Paaren, Abb. 3) lagen die Hauptjagdgebiete im Bereich großer Murmeltierbestände an den Talhängen oberhalb der Waldgrenze. Im Dischma wurden 1979 weitaus die meisten Beutetiere aus 4,5–9 km Entfernung zum Horst getragen, und auch bei den Paaren Monstein und Flüela lag der Horst 1980 bzw. 1981 außerhalb des Hauptjagdgebietes. In den Valli Susauna und Susasca hingegen, wo die Horste 1981 bzw. 1980 nahe an reichen Murmeltiergebieten lagen, jagten die Altadler regelmäßig in der Horstumgebung (z.B. Anstands Jagd von der Oberkante des Brutfelsens aus) und kaum weiter als gut 4 km vom Horst entfernt. Der Beutetransport von der Schlagstelle zum Brutplatz führte normalerweise abwärts oder flach talauswärts, zuweilen mußte Aufkreisen (oft verbunden mit unterstüt-

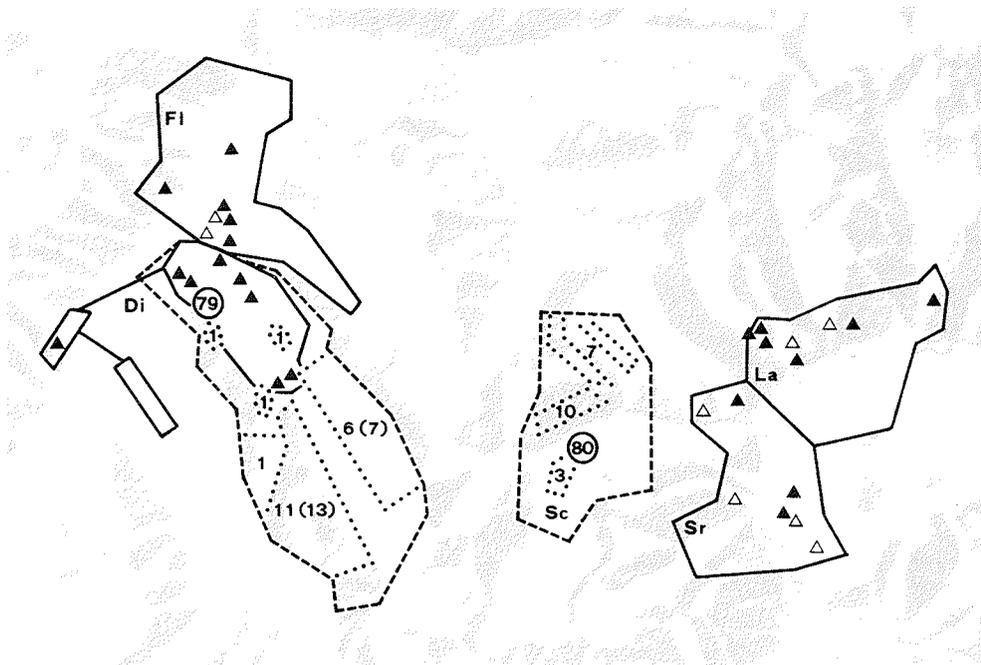


Abb. 9. Herkunftsgebiete der Beutetiere während der Nestlingszeit (Aktionsräume gestrichelt) und im Winter (Aktionsräume ausgezogen). Nestlingszeit: Paare Dischma (1979) und Susasca (1980); Punktlinien = Jagdgebiete; die Zahlen geben die sichere (in Klammern die wahrscheinliche) Anzahl der festgestellten, aus dem betreffenden Raum stammenden Beutetiere an, die in den meisten Fällen zum Horst transportiert wurden. Winter: Paare Flüela, Dischma, Sarsura und Lavin (Nov. 1979–März 1980); ▲ = genau ermittelte, △ = ungefähr lokalisierte Beute. Übrige Signaturen wie in Abb. 3. – Provenance of prey for nestlings (summer range = dashed line) and of winter prey (winter range = solid line): Hunting area in nestling season surrounded by dotted lines. Figures indicate certain and estimated (in brackets) number of prey taken during observations. In most cases prey was carried to the eyrie (circle). ▲ = observed, △ = suspected place where prey was taken in winter.

zenden Flügelschlägen) eingeschaltet werden. Es wurde aber wiederholt auch an Orten geschlagen, von wo die Beute nicht direkt zum Horst transportiert werden konnte. In solchen Fällen zerteilten die Adler das Beutetier und schleppten einzelne Stücke etappenweise. Murmeltiere wurden oft halbiert, im typischen Fall im Bereich der Lendenwirbel.

Im Val Susasca konnten während der Nestlingszeit 1980 29 Beuteschlagversuche des ♂, 11 des ♀ und ein vom Paar gemeinsam ausgeführter Stoßflug beobachtet werden (Tab. 7). Das Verhältnis festgestellter Stoßflüge ♂:♀ betrug bei diesem Paar mit

günstigen Jagdmöglichkeiten nahe des Horstes in den ersten beiden Dritteln der Nestlingszeit 16:3, im letzten Drittel 14:9. Im Dischmatal wurden während der Nestlingszeit 1979 (bei weit vom Horst entferntem Jagdgebiet) 32 Beuteschlagversuche des ♂, jedoch keiner vom ♀ registriert. Bei 3 weiteren Stoßflügen konnte das Geschlecht des jagenden Adlers nicht angesprochen werden; am 18.7. transportierte das ♀ eine vermutlich selbst geschlagene Beute zum Horst. Beuteschlagversuche waren zwischen 07.21 und 19.03 h ungefähr gleich häufig zu allen Tagesstunden zu beobachten: das Verhältnis der Anzahl Stoß-

Tab. 7. Stoßflüge (*) und erfolgreiche Beuteschläge (+) während der Nestlingszeit. – *Number of attacks (*) and number of successful attacks (+) of predating Eagles during the nestling season: attack started from look-outs (A), fraction thereof with flight across the valley, about 1 km (A'); attack started during search flight (B), fraction thereof made as a swift reflex action (B'); together with partner (C); others (D).*

	♂ Dischma 1979		♂ Susasca 1980		♀ Susasca 1980	
	*	+	*	+	*	+
(A) vom Ansitz aus	20	0	20	2	7	1
(A') davon Anflüge über Tal (mittlere Anflugstrecke ± 1 km)	11	0	16	1	2	0
(B) vom Suchflug aus	12	3	8	3	4	1
(B') davon reflexartig aus bodennahem Flug heraus (Anflugstrecke < 100 m)	8	2	3	2	1	0
(C) gemeinsam mit Partner	0	0	1	0	1	0
(D) anderer Nahrungserwerb	0	0	1 ^a	0	0	0
Total	32	3	30	5	12	2

^a Von einer etwa 10 m entfernten Warte aus rannte das ♂ auf ein vor dem Bau sitzendes Murmeltier zu, welches aber rechtzeitig in einem Loch verschwand.

flüge in je vierstündigen Abschnitten zwischen 07.00 und 19.00 h betrug im Dischma 13:11:11, im Val Susasca 14:17:10. Die Beuteschlagversuche fanden im Bereich der Waldgrenze und vor allem in der alpinen Stufe bis auf eine Höhe von knapp 2700 m ü.M. statt, nur einmal führte ein Stoßflug in eine Lawinenschneise des subalpinen Nadelwaldes hinunter. Mit einer Ausnahme (Stoß mit fraglicher Beutemotivation auf fliegenden Tannenhäher) waren alle Beuteschlagversuche gegen den Erdboden gerichtet, wobei auffliegende Schnee- und Birkhühner wenige Sekunden verfolgt werden konnten. Bisher ist aber noch nie erfolgreiches Nachstoßen beobachtet worden. Die Anteile der Beuteschlagversuche aus Ansitz bzw. Suchflug waren mit Werten von 58–67% bzw. 27–38% bei allen drei untersuchten Individuen ziemlich ausgeglichen.

Der Erfolg der Stoßversuche betrug beim ♂ Dischma 1979 9%, bei ♂ und ♀ Susasca 1980 übereinstimmend 17%. Der Beuteschlagserfolg war nach den Werten von Tab. 7 bei Stößen aus dem Suchflug etwa

4–5mal größer als bei den meist über lange Distanzen führenden Anflügen von einer Warte aus. Bei der Anstands Jagd kann jedoch (bei geringem Energieaufwand) ein großes Gebiet kontrolliert werden; einzelne Stoßflüge wurden von Aussichtswarten aus durchgeführt. Sichtpeilen verrät die Aufmerksamkeit des sitzenden Adlers, dessen Sehleistungen hervorragend sein müssen, da zielgerichtete Stoßflüge aus 3,2 bzw. 2,9 km Distanz (beidemale auf Schneehühner im Sommerkleid) beobachtet werden konnten. Stoßflug-Erfolgswerte für die einzelnen Beutetierarten ließen sich nicht ermitteln, da die angegriffenen Tiere (speziell im Fall von Säugern) oft nicht bestimmt werden konnten. Immerhin deutet die Beobachtung, daß von den bisher registrierten 22 Stoßflügen auf Schnee- und Birkhühner (Sommer und Winter) kein einziger erfolgreich verlief, auf besonders geringe Erfolgswahrscheinlichkeiten bei der Vogeljagd hin.

Im Winter (November–März; Murmeltiere im Winterschlaf) konnten zwischen 1978 und 1981 im Untersuchungsgebiet 47

Beuten verpaarter Steinadler bestimmt werden, nämlich 39 Paarhufer aus der Wildfauna (83%), 1 eingegangenes Schaf, 3 Feldhasen, 3 Birkhühner und 1 unbestimmter Vogel mittlerer Größe. Der Anteil des Schalenwildes an der Nahrung und die relative Bedeutung der vier Arten schwankt (ebenso wie die Regelmäßigkeit der Nahrungsaufnahme) mit dem Angebot (Tab. 8): im Winter 1979/80 waren im Unterengadin, wo Rothirsch, Gemse, Reh und Steinbock zahlreich vorkommen, alle 10 nachgewiesenen Beuten Schalenwild; im nur mäßig schalenwildreichen Raum Davos, wo das Reh gegenüber den anderen Arten zahlenmäßig überwiegt, konnten hingegen neben 9 Paarhufern (davon 5mal Reh) auch 3 kleinere Beutetiere festgestellt werden. In Tab. 8 stehen den 3 erwachsenen Paarhufern (die als Aas angefressen wurden) 13 Jungtiere im ersten Lebensjahr gegenüber, von denen die beiden Hirschkälber und Steinwildkitze sowie ein Gemskitz tot angenommen, die restlichen 8 Kitze aber geschlagen wurden. Es ergaben sich keine Hinweise, daß geschwächte Kitze ausgelesen worden wären. In der Gesamtbeuteliste ist der Schlag einer erwachsenen gesunden Rehgeiß und einer 4½-jährigen Gemsgeiß mit akuter Lungenentzündung (A. Marugg) verbürgt. Die in Tab. 8 aufgeführten kleinen Beuten wurden alle geschlagen. Das ungleiche Verhältnis von geschlagenen Beutetieren zu Aas, zwischen dem Unterengadin und Davos einerseits und zwischen der ersten und zweiten Winterhälfte andererseits, ergab sich aus dem unterschiedlichen Fallwildangebot entsprechend der Bestandesstärke des Schalenwildes. Das Paar im Val Susasca verfügt im Winter über ein geringes, aber kleinflächig konzentriertes Nahrungsangebot; bisher konnten 3 Gemsen (davon 2 geschlagen), 1 etwa alpendohlengroßer Vogel und wahrscheinlich 1 Birkhenne als Beute festgestellt werden.

Bei Erhebungen des Nahrungsverbrauchs müßte berücksichtigt werden, daß Steinadler Großbeuten mangels Transportmöglichkeit meist nur partiell nutzen kön-

Tab. 8. Ernährung von 2 Paaren bei Davos (Flüela, Dischma) und 3 Paaren im Unterengadin (Sarsura, Lavin, Cluozza) im Verlauf des Winters 1979/80; Zusammenhang zwischen winterlichem Schalenwildbestand, Häufigkeit der Nahrungsaufnahme, Nahrungszusammensetzung und Brutgröße. – *Nourishment of 2 pairs near Davos and of 3 pairs in the lower Engadine in one winter: relationship between numbers of ungulates per pair (A), percentage of days with food intake (B), food composition (C), living prey compared to carrion (C'), and number of fledged Eaglets per successful brood (D).*

	Davos	Unterengadin
(A) Schalenwildbestand pro Paar	150–200	300–400
(B) Häufigkeit der Nahrungsaufnahme ^a	34 %	46 %
(C) Nahrungszusammensetzung:		
1.12.1979– 15.2.1980	4 Rehkitze 1 Gemskitz 1 Feldhase 1 Birkhahn	1 ad. Reh 1 Rehkitz 1 Gemskitz
(C') Verhältnis geschlagene Beute: Aas	7:0	2:1
16.2.1980– 31.3.1980	1 Rothirschkalb 1 Reh 1 Steinwildkitz 1 Gemse 1 Birkhahn	2 ad. Rothirsche 1 Rothirschkalb 1 Steinwildkitz 1 Gemse 2 Gemskitze
(C') Verhältnis geschlagene Beute: Aas	2:2	1:5
(D) Brutgröße ^b	1,06 (n = 18)	1,38 (n = 13)

^a Anteil der Tage, an denen mindestens bei einem Partner der Kropf gefüllt war; beiden Stichproben (Unterengadin ohne Paar Cluozza) liegen je 35 Kontrolltage zugrunde.

^b Zeitraum 1956–1982; Unterengadin ohne Paar Lavin.

nen. Vor allem Füchse und Rabenvögel profitieren von den Überresten. Selbst bei vorhandener Beute wurde gelegentlich erneut geschlagen. Paar Dischma tötete im Februar 1980 nach Schneefall (günstige Jagdbedingungen) innerhalb von drei Ta-

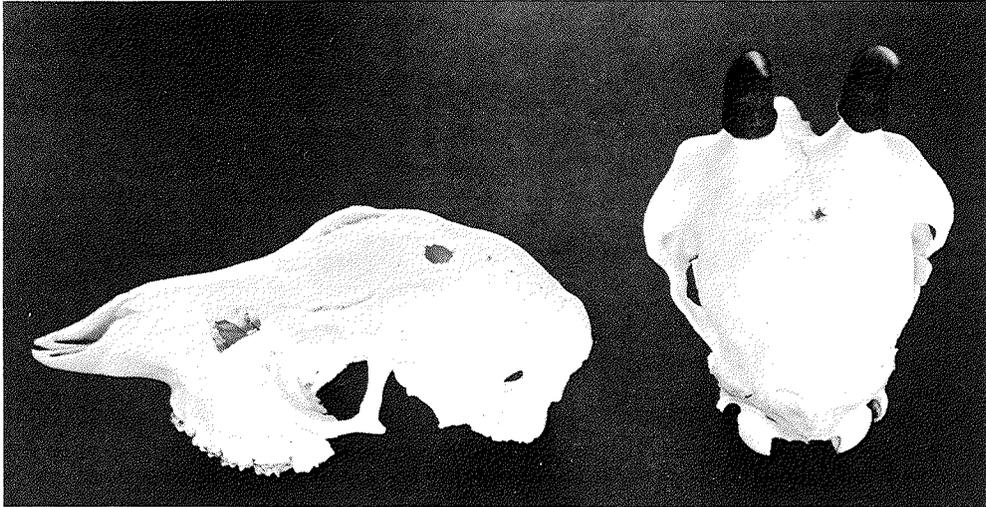


Abb. 10. Kralleneinschläge des Steinadlers am Schädel eines Rehkitzes (8–9 Monate alt) und eines Gemskitzes (etwa 10 Monate alt). – *Claw imprints of Golden Eagle on skulls of Capreolus capreolus (left, 8–9 months old), and Rupicapra rupicapra (right, about 10 months old).*

gen 2 Rehkitze an 4,4 km auseinandergelegenen, ungestörten Orten (vgl. R. Melcher in Glutz et al. 1971), und Ende März 1980 schlug Paar Lavin ein Gemschitz trotz zahlreich vorhandenem Fallwild, welches ebenfalls genutzt wurde. Große Nahrungsmengen fanden sich in einzelnen Fällen auch an Horsten, zum Beispiel 1980 im Val Chamuera 6 nur zum Teil abgefressene Hinterbeine von Murmeltieren und ein fast vollständiges Steinwildkitz.

Im Winter erstreckte sich die jagdliche Nutzung über den größten Teil des Aktionsraumes (Abb. 9). Die Summe der Beuteplätze (Schlagstellen oder Orte des Kröpfens von nichttransportiertem Aas) widerspiegelt in etwa die Haupteinstandsgebiete des Schalenwildes. Eine Beziehung zu Sonnenhängen ist auch durch die winterliche Verteilung der Nahrung gegeben: von den 30 in Abb. 9 verzeichneten Winterbeuten stammen 73% von Sonnenhängen (ohne die 8 ausschließlich am Sonnenhang gelegenen Beuteplätze von Paar Lavin 64%). Der Tagesgang der Flugaktivität und die unterschiedlich starke Bindung von Flugaktivität und Gesamtaktivität an Sonnenhänge wei-

sen jedoch auf die besondere Bedeutung der Thermik hin. Die in Abb. 9 genau lokalisierten 22 Beuteplätze fanden sich alle im Bereich der subalpinen Stufe, 9 innerhalb des Waldes (normaler oder lichter Schluß), 8 im Bereich von Waldrändern (oft an Lawinenschneisen) und 5 im offenen Gelände (im Bereich der Baumgrenze und an waldfreien Hangabschnitten). In der Gesamtliste sind Beuteschläge aus beinahe 2400 m ü.M. verzeichnet (J. Kindschi). In verschiedenen Fällen ließen sich auf offener Fläche fressende Adler in 300 m Abstand von bewohnten Häusergruppen und freistehenden Beobachtern nicht stören, und als Extremfall wurden Beuteschlag und Kröpfen in nur 100 m Abstand von einer bewohnten Alphütte bekannt (S. Welz).

Im Vergleich zur Nestlingszeit (89 Beobachtungstage bei den Paaren Dischma, Monstein und Susasca 1979 bzw. 1980: 84 Stoßflüge) gelangten im Winter trotz mindestens ebenso guter Aktivitätsüberwachung im Tagesdurchschnitt 7mal weniger Beuteschlagversuche zur Beobachtung (89 Tage bei den Paaren Flüela, Dischma, Sarsura, Susasca und Lavin 1979/80: 12 Stoß-

flüge). Im Winter wurden von 7 Paaren insgesamt 24 Stoßflüge registriert: 10 von ♂, 3 von ♀, 6 vom Paar gemeinsam (25%), und in 5 Fällen konnte das Geschlecht angreifender Adler nicht bestimmt werden. In 13 Fällen (54%) wurde Anstands Jagd betrieben; 11mal (46%) wurde der Stoß vom Flug aus angesetzt, wobei zwischen November und Februar (Periode besonders geringer Thermik) bei 8 von 10 aus dem Suchflug heraus erfolgenden Beuteschlagversuchen ausgeprägte Winde wehten. Von 23 Stoßflügen im Winter waren 3 (13%) erfolgreich, von den 6 vom Paar gemeinsam ausgeführten Beuteangriffen glückte in 2 Fällen ein Schlag. Von 9 Angriffen im Winter auf Großwild (Paarhufer) war einer erfolgreich. Reh- und Gemskitze wurden meist im bewegungsbehindernden Tiefschnee geschlagen, auf Grund der vorgefundenen Spuren scheint sich jeweils ein Adler im Beutetier zu verkralen und flügel-schlagend 5 bis gut 50 m weit bis zum Fall der Beute zu reiten. Beim einzigen bisher persönlich miterlebten Schlag einer Großbeute war ein Rehkitz innerhalb von wenigen Sekunden überwältigt. In zwei Fällen jagte ein Adlerpaar ein Reh durch abwechselnde Stoßflüge von beiden Partnern bis 10 min lang bzw. bis 300 m weit, schließlich konnten sich beide Rehe durch Flucht in dichten Waldbestand retten. Bei den Schädeln von 14 geschlagenen Großbeuten (1 Reh ad., 1 Gamsjährling, 12 Gams- und Rehkitze >6 Monate alt) ließen sich außer bei einem Gemskitz in allen Fällen typische Kralleneinschläge nachweisen (Abb. 10); die Spuren waren an verschiedenen Schädelteilen zu finden und meist deutlich, mitunter aber nur millimetergroß.

2.1.5. Territorialität

Fremdadler, die in den Bereich eines «home range» kommen, werden vom Paar nach Möglichkeit angegriffen (Abb. 11; Beobachtungen desselben Fremdadlers mit mehr als 1 h Unterbrechung werden als verschiedene Ereignisse gewertet): Im übersichtlichen Dischmatal flogen während

der Nestlingszeit 1979 15mal Fremdadler in den «home range» ein, von denen 12 von den Territoriums-inhabern verjagt wurden; 2 Einzeladler blieben unbemerkt, und die Territoriumsverletzung durch einen Reviernachbarn war so kurz, daß es zu keiner Reaktion seitens der ansässigen Vögel kommen konnte. In 3 weiteren Fällen bewirkten Fremdadler, die sich etwas außerhalb des regelmäßig vom Dischmapaar beflogenen Raumes aufhielten, ebenfalls Reaktionen; 2mal kam es zu Angriffsflügen knapp (max. 1,5 km) außerhalb des Aktionsraumes.

Im gegliederten «home range» von Paar Monstein konnten während der Nestlingszeit 1980 18 Fremdadler gesehen werden. Im Westteil (Sichtverbindung zum Horst) lösten Fremdadler in sämtlichen 3 Fällen antagonistisches Verhalten des Standpaares aus, 2mal über die Grenze des Aktionsraumes hinaus. Im Südostteil, welcher durch zwei Bergkämme vom Horst abgeschlossen ist und unmittelbar an das sommerliche Einzeladlergebiet Kesch (Sertig) angrenzt, zeigten die Territoriums-inhaber bei 5 Kontakten mit Einzeladlern auffallend geringe Aggression, obwohl dieses Gelände (im Gegensatz zum westlichen Teil) zum Hauptjagdgebiet der Brutvögel gehört. Ein Fremdadler wurde zwar aus Distanz angegriffen, anschließend aber nicht mehr behelligt; weitere 9 fremde Adler blieben unbemerkt (wahrscheinlich 4 Ex.) oder unbeachtet.

Im Bereich des regelmäßig von Paar Lavin beflogenen Raumes waren im Winter 1979/80 (Dez.–März) 14mal Fremdadler zu sehen: 10 wurden vertrieben, die restlichen 4 entgingen wahrscheinlich der Aufmerksamkeit des Paares. 2 weitere Fremdadler und ein Ende März vorübergehend territorial gewordenen subad. ♂ (S. 192) wurden gut 1,5 km außerhalb der Grenze des Aktionsraumes angefliegen und zum Teil attackiert.

Bei 92 Fremdadlereinflügen in die bei Tab. 9 berücksichtigten Territorien waren 88mal Einzeladler und lediglich 4mal Adler benachbarter Paare beteiligt. Die Territo-

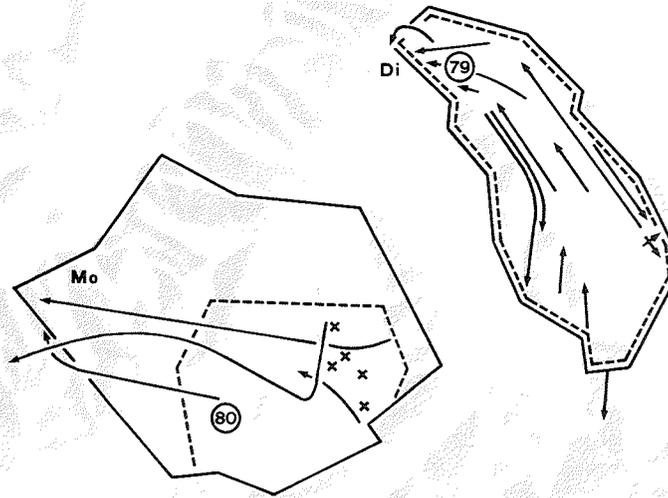


Abb.11. Territoriale Aktionen der Paare Dischma und Monstein gegenüber Fremdadlern während der Nestlingszeit 1979 bzw. 1980 (Di 48, Mo 15 Beobachtungstage). Die Pfeile geben den räumlichen Verlauf der Verteidigungsaktionen an, mit × sind Fremdadlerkontakte mit auffallend geringer Aggression bezeichnet. Übrige Signaturen wie in Abb.3. – *Territorial flights against intruders. Observation of two pairs in the nestling season (Di 48, Mo 15 days of observation). Arrows indicate the entire flight path. × = contact with intruder, but aggressive behaviour very restricted. Other symbols like Abb.3.*

riumsverletzungen durch Nachbarvögel dauerten kaum länger als 5 min und waren so gut wie ausschließlich auf den Grenzbe-
 reich beschränkt, größere Eindringtiefen als 1,5 km konnten nicht festgestellt werden. Die Seltenheit des Übertretens nachbarlicher Grenzen verbietet, von «home range»-Überlappungen zu sprechen. Jüngere Adler wurden ebenso intensiv aus Territorien vertrieben wie Altvögel; es zeigten sich kaum Unterschiede in der Aggressivität im Verlauf der Jahreszeiten und je nach Bruterfolg und Nahrungssituation (vgl. aber das bisher ausschließliche Auftreten von Beschädigungskämpfen im Frühjahr und zuweilen auch im Herbst; S.197, Müller-Schneider 1975, Sutter 1975).

Die Häufigkeit territorialer Auseinandersetzungen hängt von der Häufigkeit unmittelbarer Kontakte mit Einzeladlern ab:

Bei den in direkter Nachbarschaft zum sommerlichen Einzeladlergebiet Kesch (Sertig) lebenden Paaren Dischma und Monstein waren während der Nestlingszeit territoriale Aktionen regelmäßiger zu beobachten als in den gegenüber Einzeladler-einflug abgeschlosseneren Territorien Susauna und Susasca (Tab.9). Im oberen Landwassertal, wo im Winter nur ausnahmsweise Einzeladler anzutreffen waren, kam die Territorialität der Standvögel zu dieser Jahreszeit entsprechend selten zum Ausdruck; im Engadin (winterlicher Flugkanal der Einzeladler) hatten bestimmte Paare hingegen häufig mit Fremdvögeln zu kämpfen. Paar Lavin war am meisten in innerartliche Auseinandersetzungen verwickelt; die territorialen Aktionen fanden zum größten Teil an der Grenze zum direkt anschließenden winterlichen Einzeladlerge-

Tab. 9. Häufigkeit von territorialen Aktionen (TA: unverzügliche Verfolgung und/oder Angriffsflüge) gegenüber Fremdadlern während der Nestlingszeit und im Winter (Dez.–März). – *Frequency of territorial actions (TA: immediate pursuit and/or attack) against intruders during nestling season and in winter: days of observation (1), number of TA (2), and number of TA per day (3).*

Paare	Zeit/season	(1) Beobachtungstage	(2) Anzahl TA	(3) Anzahl TA pro Tag
Dischma	Nestlingszeit 1979	48	15	0,3
Monstein	Nestlingszeit 1980	15	4	0,3
Susauna	Nestlingszeit 1981	12	1	0,1
Susasca	Nestlingszeit 1980	26	5	0,2
Flüela	Winter 1979/80	22	0	0,0
Dischma	Winter 1979/80	18	1	0,1
Sarsura	Winter 1979/80	18	4	0,2
Susasca	Winter 1979/80	15	3	0,2
Lavin ^a	Winter 1979/80	16	11	0,7

^a Territorium, welches direkt an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzt; territoriale Aktionen gegenüber dem Ende März vorübergehend stationär gewordenen subad. ♂ (S.192) nicht berücksichtigt (ebenso in Abb.12).

biet Guarda statt (Abb. 12). Der Anteil attackierter Fremdadler kann trotz vergleichbarer Einzeladlerhäufigkeit von Paar zu Paar beträchtlich schwanken: im Territorium Sarsura, welches im Gegensatz zum benachbarten Territorium Lavin fast allseitig von Nachbarpaaren direkt umgeben wird und nicht über einen durchgehenden Sonnenhang verfügt, blieben 20 von 24 Fremdadlern unbehelligt, wobei etwa zwei Drittel der fremden Adler insbesondere

durch hohes Überfliegen keine Angriffsmöglichkeiten boten oder vom Standpaar nicht bemerkt wurden.

Bei der Territoriumsverteidigung wurden Fremdadler unverzüglich und zielgerichtet aus Entfernungen bis zu 11 km angefliegen, je nach Dislokationsmöglichkeit im gestreckten Gleitflug, im Ruderflug, oder mit beiden Flugarten alternierend, bei weit entferntem Ziel mußte unter Umständen Aufkreisen eingeschaltet werden. Die Ein-

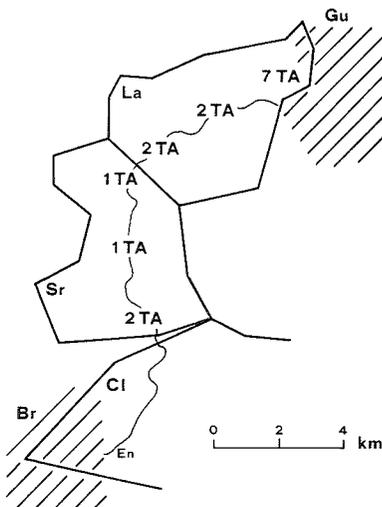


Abb. 12. Räumliche Verteilung und Anzahl von territorialen Aktionen (TA) der Paare Lavin und Sarsura gegenüber Einzeladlern im Winter 1979/80 (Dez.–März; La 16, Sr 18 Beobachtungstage). Die territorialen Aktionen sind gemäß ihrem Vorkommen entlang der Tallängsachse in Gruppen zusammengefaßt (Territoriumsgrenzen bzw. -zentrum). Territorium Lavin grenzt unmittelbar an das Einzeladlergebiet Guarda, zwischen Territorium Sarsura und Einzeladlergebiet Brail ist Territorium Cluozza eingeschoben. Übrige Signaturen wie in Abb. 7. – *Spatial distribution and number of territorial actions (TA) of two pairs against intruding single Eagles in the winter of 1979/80 (La 16, Sr 18 days of observation). The number of flights was pooled along the axis of the valley (center or border of territory). Lavin territory (La) borders a range of single Eagles (Gu). Sarsura territory (Sr) and another range of single Eagles (Br) are separated by Cluozza territory (Cl).*

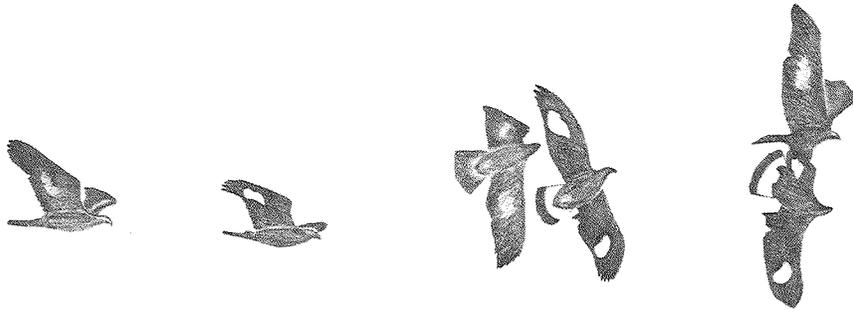


Abb. 13. Angriffsflug von ♀ Flüela in 3 Phasen gegen ein immat. Exemplar, welches ins Territorium eingedrungen ist. 6. Januar 1979. – 3 phases of an attack of a territorial ♀ against an intruding immature Eagle.

dringlinge wurden von einem oder beiden Standvögeln meist in hastigem Ruderflug unmittelbar verfolgt (Abb. 13, links), gewöhnlich über 2–5 km, im Extremfall bis 10 km weit durch den größten Teil des Territoriums hindurch (nicht unbedingt in Richtung der nächsten Grenze). Während des Nachfliegens stieß der ansässige Adler durch kurze Beschleunigungen (Abb. 13, Mitte; bei direktem Zustoßen mit bis über 2 km langem Sturzflug) 1–15mal auf den Fremdadler, welcher sich jeweils kurz vor Körperkontakt zum Angreifer drehte, wobei sich die Kontrahenten oft kurz verkrallten (Abb. 13, rechts) und selten 1–2 sec lang abtrudelten. Solche Angriffe wurden von einem Brutpartner allein oder von beiden unmittelbar abwechselnd ausgeführt. Das Verhältnis der beteiligten Geschlechter bei territorialen Aktionen ♂:♀:Paar gemeinsam betrug während der Nestlingszeit 9:9:5, im Winter 7:4:5. Speziell bei den beschränkten Dislokationsmöglichkeiten im Winter vermochten territoriale Adler höher fliegende Fremdvögel oft nicht einzuholen. Die Territoriums inhaber griffen regelmäßig auch andere Greifvogelarten (besonders heftig Habichte) und zum Teil sogar Rabenvögel an.

Die über Jahre weitgehend konstant blei-

benden territorialen Verhältnisse veränderten sich bei Davos durch Zuzug eines Adlerpaares. Zu Beginn der siebziger Jahre lebte in den Tälern Dischma und Flüela ein einziges Steinadlerpaar, das 1972 im Flüelatal erfolglos brütete und im Mai einen Horst im Dischma neu errichtete, der 1973 zur Brut benützt wurde. Im April 1973 trat ein bisher unbekanntes, offenbar neuverpaartes adultes Steinadlerpaar in einem nördlich an das vorderste Flüelatal anschließenden Bereich auf, der gut 5 km vom Horst des eingesessenen Paares entfernt und durch zwei Berggrate abgetrennt war. Die ersten Tage hielt sich das neue Paar fast ausschließlich in einem etwa 500 m langen, felsdurchsetzten subalpinen Waldabschnitt auf. Stimmliche Äußerungen und Girlandenflüge waren auch in der Folge auffallend häufig festzustellen, die Vögel flogen mehrfach potentielle Neststandorte an (z.T. wiederholt dieselben), und einige Male konnte ungerichtetes Umhertragen von Nistmaterial beobachtet werden. Bis Ende April erweiterte sich der Aktionsraum des neuen Adlerpaares auf etwa 1,5 km² Größe und umfaßte nun bereits angrenzende Teile des vordersten rechtsseitigen Flüelatales. Anfang Mai wurde mindestens das ganze vordere Flüe-

latal bis an den Grenzkamm zum Dischma regelmäßig befliegen; die neuzugezogenen Adler waren mehrfach auf dem im Vorjahr noch vom eingesessenen Paar benützten Horst zu sehen. An der gemeinsamen Grenze kam es täglich anhaltend zu Streitigkeiten; obwohl das eingesessene Paar (Dischma) oft zu zweit auftrat, konnte sich das neue Paar (Flüela) behaupten. Beim einzigen Ei im Horst Dischma starb der Embryo ab. In der Folge wurden die ausgemachten Grenzen bis heute gegenseitig respektiert, 1974 kam es in beiden Territorien zu erfolgreichen Bruten, 1981 zog das Flüelapaar (bei dem inzwischen mindestens das ♀ ersetzt worden war) auf dem 1972 vom Dischmapaar benützten Horst einen Jungadler auf.

2.2. Einzelvogelpopulation

2.2.1. Lebensraum

Einzeladler wurden hauptsächlich außerhalb von Territorien angetroffen (Tab. 10). Einzig in recht selten vorkommenden, vom aktuellen Horst durch Bergkämme abgetrennten Bereichen zeigten sich Einzelvögel gegebenenfalls regelmäßig innerhalb von Territorien; hier schien die Aggressivität der Inhaber vermindert (S. 183).

Im Sommer hielten sich die unverpaarten Adler vorwiegend in der alpinen Stufe auf, bevorzugt in Gegenden mit großem Wildbestand bzw. Schafsömmernung. Bekannte Einzeladlergebiete sind Täler in der alpinen Höhenstufe, welche von aktuellen Horstplätzen abgeschlossen sind (Abb. 3 und 14), oder in die Waldzone hinunterreichende Täler, die kein Adlerpaar beherbergen (z. B. St. Antönien). In Gebieten mit geringer Massenerhebung, wo nur einzelne Gebirgsstöcke dem Steinadler Lebensraum bieten, wurden die den aktuellen Horsten abgekehrten Seiten des Massivs oft von Einzeladlern und auch von Brutvögeln befliegen (z. B. Rätikon); mit dem Wechsel des aktuellen Brutplatzes von Paar Girenspitz auf eine andere Bergseite (1980

Tab. 10. Beobachtungshäufigkeit von unverpaarten Adlern in Einzeladlergebieten und in benachbarten Territorien im Sommer (Sertig/Dischma; 15.5.–31.8.1979) sowie im Winter (Unterengadin; Dez.–März, 1979/80 Territorien, 1980/81 Einzeladlergebiete). – *Frequency of observation of single Eagles in ranges of singles ("Einzeladlergebiete") and in adjacent territories in summer (Kesch/Dischma) and in winter (Brail + Guarda/Sarsura + Lavin); days of observation (1), number of contacts with singles (2).*

	(1) Beobachtungs-tage	(2) Anzahl Einzeladlerkontakte ^a	pro Tag per day
Einzeladlergebiet Kesch (Sertig)	10	16	1,6
Territorium Dischma	48	14	0,3
Einzeladlergebiete Brail + Guarda	47	92	2,0
Territorien Sarsura + Lavin	34	30	0,9

^a Dasselbe Individuum pro Tag nur einmal berücksichtigt.

Chrüzbleis, 1981 Schuders-Stägentobel) war offenbar eine gegenläufige Verlagerung des von Einzelvögeln bevorzugten Geländes verbunden.

Im Winter traten unverpaarte Adler in der subalpinen und montanen Stufe auf, ganz besonders in Talschaften mit durchgehendem Sonnenhang. Innerhalb des Kerngebietes konnten Einzeladler im Winter regelmäßig in der Längstalung Engadin festgestellt werden (Abb. 7), vor allem in unter Umständen nur gut 10 km² großen Territoriumszwischenräumen (Einzeladlergebiet Guarda) bzw. in «home range»-Teilen, die vom Horst des betreffenden Paares abgeschlossen sind (Abb. 15). Im Gebiet unteres Albulatal/Lenzerheide, im Konvergenzbereich mittelbündnerischer Talschaften mit zweifacher Talverbindung zur nahen Längsfurche des Vorderrheins, gelangten im Winter ebenfalls regelmäßig Einzeladler zur Beobachtung. Hingegen im topographisch relativ abgeschlossenen Landwas-



Abb. 14. Sommer-Einzeladlergebiet Kesch (Sertig): Das Gelände ist von benachbarten Paaren (insbesondere von deren Horsten) abgeschlossen. August 1981. – *Summer range of single Eagles (Kesch), which is clearly separated from adjacent territories (especially from the eyries).*

sertal und Prättigau gehörten Einzeladler im Spätherbst und Winter zu den Ausnahmerscheinungen; erst im Verlauf des März traten sie wieder häufiger auf (Abb. 16).

2.2.2. Räumliches Verhalten

In den Einzeladlergebieten Brail und Guarda konnten zwischen Dezember 1980 und Mai 1981 von 105 individuell unterschiedenen Einzeladlern lediglich 6 an zwei und einer an drei Beobachtungstagen registriert werden; einige weitere, nach längerer Unterbrechung wiederholte Kontakte sind jedoch nicht auszuschließen. 2 Einzeladler wurden am Folgetag der ersten Beobachtung, je einer nach 4 bzw. 12 Tagen im gleichen Gebiet bestätigt (dazwischen 1 bzw. 4 Beobachtungstage ohne Kontakt). Ein unverpaarter Adler konnte nach 63 Tagen in

19,5 km Entfernung vom ersten Beobachtungsort erneut gesichtet werden. Der dreimal festgestellte Einzeladler war der Jungvogel Susauna 1980, der sich in Intervallen von 76 bzw. 46 Tagen im benachbarten Einzeladlergebiet Brail blicken ließ (dazwischen 10 bzw. 8 Beobachtungstage ohne Kontakt). Im Einzeladlergebiet Kesch (Sertig) und im angrenzenden Territorium Dischma wurden zwischen Mai und August 1979 wahrscheinlich nur 2 von 17 individuell unterschiedenen Einzeladlern zweimal beobachtet.

Jungadler verließen das Elterngebiet im Verlauf des ersten Winters. Ausnahmen waren der Nachweis eines bettelnden Jungvogels im elterlichen «home range» am 12.4. (wenige Tage vor Bebrütungsbeginn des Elternpaares), sowie das wahrscheinlich nur noch zeitweise Auftreten eines an-



Abb. 15. Winterlicher Einzeladler-Flugkanal Engadin: Rechts im besonnenen Bildmittelfeld das Winter-Einzeladlergebiet Brail. Am linken Bildrand schließt Val Cluozza an, dessen Adlerpaar auch am Sonnenhang des rechten Bildteils anzutreffen ist, wo es regelmäßig zu Kontakten mit Einzeladlern kommt. Januar 1982. – *Winter flyway of single Eagles (Engadine); Brail winter range of singles in the middle of the long sunny slope. Val Cluozza borders on the left-hand side. Its pair of Eagles can also be observed on the long sunny slope on the right-hand side, where contacts with singles occur frequently.*

deren vorjährigen Jungadlers am 2.6. im «home range» der im betreffenden Jahr nicht brütenden Eltern (A. Weber). 1980 wurden im Engadin 13 Jungadler flügel, von denen 12 sichtmarkiert werden konnten. Im Verlauf der Engadiner Einzeladlerbeobachtungen im folgenden Winter und Frühjahr gelangten nur 2 dieser Jungvögel zur Beobachtung: juv. *Sarsura* I. einmal knapp 10 km vom Geburtsort entfernt sowie juv. *Susauna* (s. oben); beide Jungadler standen noch in mindestens lockerer Verbindung zu ihren Eltern. Von 12 zwischen 1978 und 1981 in Nord- und Mittelbünden sichtmarkierten Jungvögeln konnte kein einziger nach Verlassen des Elterngebietes nochmals gesehen werden.

Im Winter dislozierten die Einzeladler

ausschließlich entlang der Längsachse des Engadin, gleich häufig talauf- wie -abwärts. Ein subad. ♂ flog am 13./14.2.1981 binnen 23½ h 39 km (jeweils Luftlinie) Engadin-aufwärts; ein adulter Vogel, wahrscheinlich ein ♂, wanderte am 23.2. innerhalb 2¼ h 24 km weit Engadin-abwärts. In den vereinzelten ± paarfreien Haupttalabschnitten (Einzeladlergebiete) hielten sich die unverpaarten Adler zu einem großen Teil auf Warten auf (Tab. 11) und nahmen hier oft auch den Nachteinstand ein. An den Grenzen von Einzeladlergebieten waren die unverpaarten Vögel regelmäßig den Attacken benachbarter territorialer Adler ausgesetzt, ausschließlich von Paaren besetzte Talabschnitte wurden oft unbeschadet durch- bzw. überflogen (S. 185). Ob die verschie-

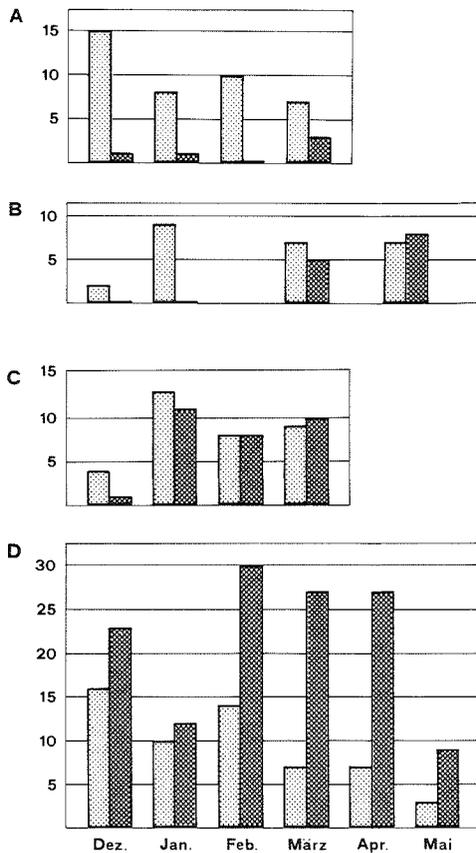


Abb. 16. Beobachtungshäufigkeit von Einzeladlern während des Winters und im Frühjahr im Raum Davos/Prättigau (A, B) sowie im Unterengadin (C, D). A = Territorien Flüela und Dischma 1979/80; B = \pm paarfreie Zone Saas-St. Antönien 1980/81 (Dez./Jan.) und 1978–1980 (März, Apr. + erste Hälfte Mai); C = Territorien Sarsura und Lavin 1979/80; D = \pm paarfreie Zonen Brail und Guarda 1980/81 (Mai = 1.–15.5.). Die hellen Säulen bezeichnen den Beobachtungsaufwand in Tagen, die dunklen Säulen geben die Anzahl der festgestellten Einzeladler an (dasselbe Individuum pro Tag nur einmal berücksichtigt). – *Frequency of observation of single Eagles in winter and spring near Davos/Prättigau (A, B), and in the lower Engadine (C, D); Flüela and Dischma territories (A), zone \pm free of territorial Eagles near Saas-St. Antönien (B), Sarsura and Lavin territory (C), and zone \pm free of territorial Eagles near Brail and Guarda (D). Light raster shows number of days of fieldwork, dark raster shows total number of single Eagles observed (each individual was only counted once a day).*

Tab. 11. Häufigkeit des Bodenaufenthaltes (sitzen auf Warten) von individuell wandernden Einzeladlern in den Einzeladlergebieten Brail und Guarda im Winter 1980/81 (Dez.–März) sowie im dazwischenliegenden, nicht an Einzeladlergebiete angrenzenden Territorium Sarsura an entsprechenden Daten des Vorjahres. – *Frequency of activity on ground (sitting and reposing) of single Eagles passing individually through ranges of singles (Brail, Guarda) and through a territory (Sarsura, not adjacent to a range of single Eagles) in winter: total activity (number of contacts with singles in brackets; 1), and percentage of activity on ground (2).*

	(1) Gesamtaktivi- tät, in Klammern Anzahl Einzel- adlerkontakte min	(2) Anteil des Aufenthaltes am Boden %
Einzeladlergebiet Brail	226 (12)	61
Territorium Sarsura	117 (18)	8
Einzeladlergebiet Guarda	252 (8)	77

denen Altersklassen unterschiedlich häufig in territoriale Auseinandersetzungen verwickelt sind, konnte noch nicht erhärtet werden. Immerhin waren 8 von 12 im Winter 1979/80 (Dez.–März) von den Paaren Lavin und Sarsura angegriffenen Einzeladlern juvenile Vögel oder solche, bei denen eine Unterscheidung juv./immat. nicht möglich war; in derselben Zeitspanne des folgenden Winters zeigte sich in den Einzeladlergebieten Brail und Guarda, daß diese Altersklasse nur 31% ($n = 88 = 100\%$) der Einzelvogelpopulation ausmachte.

Im Sommer waren die Wanderungen an keine topographischen Leitlinien gebunden. Im nördlichen Prättigau (Rätikon) kreuzten am 4.9.1980 zwei immature Adler den Weg; der erste dislozierte nach etwa einstündigem Aufenthalt in einem Hangabschnitt innerhalb von 22 min etwa 8,5 km weit in ein benachbartes Talsystem, der zweite flog binnen 17 min in teils über 2800 m Höhe 11 km weit gegen das Montafon. Am 14.9.1980 segelte ein jüngerer unverpaarter Adler beim Wechseln zwischen

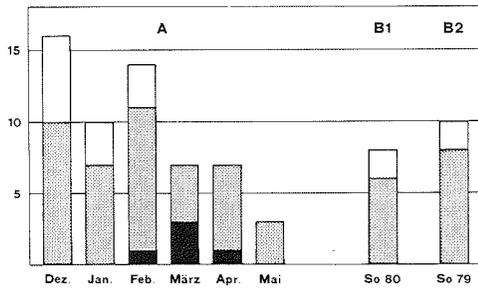


Abb. 17. Häufigkeit von Tagen mit Beobachtung von Zusammentreffen von Einzeladlern (schwarz) oder von individuellem Durchflug (Raster) bzw. mit fehlendem Einzeladlerkontakt (weiß) in Einzeladlergebieten im Unterengadin im Verlauf des Winters 1980/81 (A = Brail + Guarda) sowie in Nord- und Mittelbünden im Sommer 1980 bzw. 1979 (B1 = Prättigau, B2 = Kesch bzw. Sertig). Es ist zu beachten, daß die Winter-Einzeladlergebiete bis weit in den Frühling hinein besetzt sind; die Maidaten beziehen sich auf die erste Monatshälfte. – *Number of days when contacts between single Eagles (black), individually passing single Eagles (raster), or no single Eagles (white) were observed in ranges of singles in the lower Engadine in winter (A = Brail and Guarda), and in "Nord- und Mittelbünden" in summer (B1 = Prättigau, B2 = Kesch). Note how late in spring these winter ranges of singles are still occupied (observations were stopped in mid-May).*

Einzeladlergebieten in etwa 3350 m ü.M. über die mehrere km² großen Gletscher des Piz Vadret (W. Reiss).

Von 59 Beobachtungstagen in Einzeladlergebieten mit Einzeladlerkontakt konnte an 54 Tagen individuelle Wanderung registriert werden (Abb. 17): 82 unverpaarte Adler wurden am betreffenden Beobachtungstag ausschließlich allein festgestellt, in 20 Fällen waren 2 und nur einmal 3 Einzeladler kurzfristig (max. 5 min) zusammen zu sehen, ohne daß Aggressivität beobachtet worden wäre.

Im etwa 6 km Talabschnitt umfassenden Einzeladlergebiet Brail kam es an 5 von 8 Beobachtungstagen zwischen 25.2. und 2.4.1981 zum Zusammentreffen von Einzeladlern: Während mindestens 1 h hielten sich mehrere unverpaarte Adler im gleichen Gebiet auf, fast andauernd waren einzelne Vögel in der Luft, oft flogen zwei und mehr Individuen gemeinsam und zeigten

manchmal Interaktionen, wie sie unter Brutpartnern vorkommen. Gelegentlich wurden Girlandenflüge vollführt. Am 25.2. konnte mehrfaches Anfliegen potentieller Neststandorte und Umhertragen von Nistmaterial beobachtet werden. An diesem Tag waren 5 Einzeladler 1¼ h lang fast dauernd in der Luft, zeitweise zusammen mit dem Girlanden und Angriffe fliegenden Paar Cluozza; ein achter Adler, das ♀ des zweiten direkt benachbarten Paares (Trupchun), saß zuerst an seiner etwa 3 km von den Einzeladlern entfernten Territoriums-grenze auf Aussichtswarte und zeigte später intensive Girlandenflüge. In den Einzeladlergebieten Brail und Guarda ließen sich zwischen 15.2. und 15.4.1981 an 11 Beobachtungstagen durchschnittlich 2,6 Einzeladler sehen, an den 5 Beobachtungstagen mit Zusammentreffen von unverpaarten Adlern im Einzeladlergebiet Brail betrug der Tagesdurchschnitt jedoch 6,4 Einzeladler. An drei aufeinanderfolgenden Tagen mit Zusammentreffen von unverpaarten Vögeln bei Brail wurden 14 Einzeladler unterschieden, von denen aber nur 2 juvenile Adler an mehr als einem Tag bestätigt werden konnten. Beim Zusammentreffen schien ein im Vergleich zur individuellen Wanderung größerer Anteil subadulter und adulter Exemplare bzw. älterer ♀ vorzukommen; das bisherige Beobachtungsmaterial genügt aber nicht, um diesen Zusammenhang zu fundieren.

Im nur gut 3 km Talabschnitt umfassenden Einzeladlergebiet Guarda kam es 1981 trotz regelmäßigen Kontrollen nie zu einem deutlich ausgeprägten Zusammentreffen, obwohl die Zahl der bei Guarda individuell durchfliegenden Einzeladler nicht hinter derjenigen von Brail zurückstand. Bei Brail fiel schon im Frühjahr 1978 (Mai) und 1979 (S. Luzi) der gemeinsame Aufenthalt von mehreren unverpaarten Adlern auf, vom Frühjahr 1980 liegen keine Kontrollen vor; ein offenbar auf einen Tag beschränktes Zusammentreffen wurde am 11.12.1979 registriert. Im Bereich der Westgrenze des Territoriums Filisur, im Einzeladlergebiet Lenzer Horn, kam es im

Frühjahr 1981 und 1982 ebenfalls zum Zusammentreffen von unverpaarten Adlern.

Im fallwildreichen Frühjahr 1980 wurde im Einzeladlergebiet Guarda ein unverpaartes subad. ♂ vorübergehend stationär: Zwischen Ende März und Anfang April hielt sich der Einzeladler während mindestens 7 aufeinanderfolgenden Tagen fast ausschließlich in einem nur 1,9 km² großen Areal auf, das am schattseitigen Haupttalhang im Bereich der Mündung eines kleinen Seitentales gelegen ist (Abb. 7). Das Gebiet trägt hochmontanen und subalpinen Wald, der von kleinen, für das Errichten von Horsten wenig geeigneten Felsen durchsetzt ist. Der Einzeladler trug einmal Nistmaterial umher, zeigte Girlandenflüge und vertrieb intensiv ein immat. ♂, welches in seinen Bereich eingedrungen war. Er war regelmäßig in Streitigkeiten mit den sich zum Teil stundenlang an den Territoriums-grenzen aufhaltenden und längere Serien von Girlanden fliegenden Paaren Lavin, Sampuoir und Tasna verwickelt.

2.2.3. Ernährung

Die 1978–1981 im Untersuchungsgebiet aufgefundenen Nahrungsstücke von Einzeladlern betrafen ausschließlich Aas: 11 Fälle im Winter (4mal Reh, 3mal Rothirsch, 3mal Steinbock und einmal Fuchsköder) sowie 3 Fälle im Sommer (2mal Schaf, einmal Gemse). In den Einzeladlergebieten Braül und Guarda wurden im Winter persönlich 5 Beuten von unverpaarten Adlern festgestellt, darunter ein Rehkitz, welches im Grenzbereich von Territorium Lavin und Einzeladlergebiet Guarda von Paar Lavin geschlagen (J. Morell), dann aber auch von mindestens einem Einzeladler angenommen wurde. Innerhalb der Territorien der Paare Lavin und Sarsura ließ sich zur selben Jahreszeit bei etwa 30% geringerem Beobachtungsaufwand nur eine Einzeladlerbeute nachweisen; der Platz wurde von einem unverpaarten Adler aufgesucht und lag nahe des Haupttalgrundes so versteckt, daß ihn das Standpaar offenbar nicht bemerkte.

Sowohl bei Brut- als auch bei Einzelvögeln fraß immer nur ein Individuum gleichzeitig an einem Nahrungsstück. In Einzeladlergebieten warteten jedoch im Umkreis von einigen hundert Metern um eine Großbeute unter Umständen mehrere unverpaarte Adler auf ihren Einsatz. Schon geraume Zeit am Aas fressende Adler konnten in gewissen Fällen durch sturzflugartige Anflüge von Artgenossen vertrieben werden. Einmal behauptete sich aber ein immatures Exemplar sogar gegenüber einem adulten, am Fraßplatz gelandeten Konkurrenten, indem es diesen durch einen «Drohmarsch», wie er bei Geiern bekannt ist (vgl. König 1976, J. Orn. 117:311, Abb. 9; die Flügel waren etwas stärker ausgebreitet) zum Wegflug veranlaßte.

Die Zahl der beobachteten Beuteschlagversuche von Einzelvögeln ist zu gering, um deren Jagdfähigkeit zu beurteilen. Der Nachweis einer von unverpaarten Adlern geschlagenen Beute steht aus. Hingegen gelang es schon einem jüngeren Einzeladler sich auf dem Aas gegenüber einem Fuchs durchzusetzen und ihm ein vom Kadaver entwendetes Nahrungsstück wieder abzu-jagen.

Neben der winterlichen Kanalisierung in Längsfurchen strömten die Einzelvögel auch in Richtung nahrungsreicher Gebiete. Im Frühjahr 1981 war die Wintersterblichkeit von Schalenwild regional unterschiedlich. In Nordbünden fiel von Februar bis Anfang April besonders in Waldlagen überdurchschnittlich viel Fallwild an, wogegen im Engadin außerordentlich wenig und in der Südalpenzone wegen ausgeprägter Schneearmut so gut wie keine Winterverluste zu verzeichnen waren. Während der Paarbestandesaufnahme (Beobachtung sowohl in Territorien als auch im paarfreien Zwischengelände) wurden in Nord- und Mittelbünden auffallend häufig Einzeladler gesehen (Tab. 12); im vorderen Prättigau und im Rheintal fielen die zum Teil in nur 1000 m ü.M. sich aufhaltenden Vögel auch Anwohnern auf (L. Loretz, G. Sutter pers. Mitt.). Bei rascher Schneeschmelze und stark gebremster Wintersterblichkeit wur-

Tab. 12. Anzahl verschiedener pro Tag beobachteter Einzeladler (in Klammern Anzahl Beobachtungstage) während der Kartierung der Paare im Frühling 1981: in Nord- und Mittelbünden (in Waldlagen Nordbündens überdurchschnittlich viel Fallwild von Februar bis Anfang April), im Engadin (sehr wenig Fallwild) sowie im Veltlin (inkl. Zuflüsse; so gut wie kein Fallwild). Als Vergleich dazu sind entsprechende Zahlen derselben Zeitspanne aus den Einzeladlergebieten im Unterengadin aufgeführt. – *Number of individual single Eagles (days of observation in brackets) observed per day during mapping of pairs in spring 1981. Perished ungulates were abundant in "Nordbünden", scarce in the Engadine, and extremely scarce in "Veltlin". Corresponding data from ranges of single Eagles in the lower Engadine (Brail and Guarda) are shown for comparison.*

	März	April	Mai
Nord- und Mittelbünden	3,8 (5)	1,2 (10)	1,4 (6½)
Engadin	– (0)	1,1 (3½)	1,2 (6)
Veltlin	0,3 (8)	0,1 (7)	0,3 (3)
Einzeladlergebiete Brail + Guarda	3,9 (7)	3,9 (7)	3,0 (3) ^a

^a Erste Hälfte Mai.

den unverpaarte Adler im April und Mai nicht mehr so häufig festgestellt. In der Südalpenzone gehörten Einzeladler während der ganzen Beobachtungsperiode zu den Ausnahmeerscheinungen. Trotz geringem Aasanfall traten unverpaarte Vögel in den Engadiner Einzeladlergebieten zahlreich auf; während der Paarbestandesaufnahme im April und Mai war die Antreffhäufigkeit von Einzelvögeln im Engadin annähernd gleich groß wie in Nord- und Mittelbünden.

2.3. Populationsdynamik

2.3.1. Populationsaufbau

Verpaarte Adler: Im Untersuchungsgebiet erfolgten zwischen 1978 und 1981 bei 50 Paaren bzw. durch alljährliches Ansprechen einzelner Vögel je 96 Kontrollen von ♂ und ♀. Die ♂ waren alle adult. 4 ♀ wiesen

jedoch ausgedehnt weiße Flügel- und Schwanzspiegel auf. Mindestens 3, wahrscheinlich alle 4 dieser subad. ♀ waren frisch (seit einigen Monaten) verpaart; die Flügelspiegel verdunkelten sich im Verlauf der folgenden Mauserperiode. Zwischen 1973 und 1981 konnten 10 Neuverpaarungen erfaßt werden: während alle 4 neuverpaarten ♂ Adultmerkmale zeigten, waren von 6 neuverpaarten ♀ 4 subadult (davon 3 Individuen oben schon erwähnt; auch das vierte Exemplar hatte im ersten Jahr der Verpaarung noch ausgedehnt weiße Flügelspiegel) und 2 adult. Es ergaben sich keine Hinweise auf verzögerte Neuverpaarungen verwitweter Adler.

Unverpaarte Adler: Die Bestandesgröße der Einzelvogelpopulation läßt sich kaum in Zahlen fassen. In den Einzeladlergebieten Brail und Guarda gelangten im Winter 1980/81 bei unterschiedlichem monatlichem Zeitaufwand 124 Einzeladlerindividuen zur Beobachtung (Dez. 23, Jan. 12, Feb. 29, März 24, Apr. 27, erste Hälfte Mai 9): der Anteil juveniler Vögel betrug im Durchschnitt 19% mit monatlichen Schwankungen (jeweils ohne Berücksichtigung der wenigen Daten aus der ersten Maihälfte) zwischen 12% (März) und 28% (Feb.); der Anteil immaturer Adler erreichte insgesamt 31%, die monatlichen Werte variierten zwischen 8% (Jan.) und 52% (Apr.); subadulte Individuen machten durchschnittlich 21% aus, Schwankungen 7% (Apr.) – 38% (Feb.); 10% aller Einzeladler waren Altvögel (monatliche Anteile 0–25%); bei 19% der unverpaarten Adler konnte das Alter nicht zweifelsfrei angesprochen werden. Im Einzeladlergebiet Kesch (Sertig) wurden in den Sommern 1979 und 1980 insgesamt 10 juv., 6 immat. und 3 subad. Vögel notiert. In den Gebieten Brail und Guarda ergab sich im Winter 1980/81 (Dez.–März; individuelle Wanderung und Zusammentreffen) ein Verhältnis von 9 ♂ : 7 ♀ bei subadulten und von 4 ♂ : 3 ♀ bei adulten Einzeladlern. Bei einem weiteren unverpaarten subad. oder ad. ♀ konnte die genaue Altersklassenzugehörigkeit nicht festgestellt werden.

Tab. 13. Bruterfolg im Kerngebiet 1973–1982. Ab 1978 liegen detaillierte Angaben über das Brutgeschehen vor. – = Bruterfolg kontrolliert, keine Jungadler aufgefunden; ○ = Paar nicht vorhanden; × = Paar vorhanden, keine Brut; * = Bebrütung abgebrochen^a; + = Jungadler in den ersten Lebenstagen eingegangen; (1) = einziger Jungadler in fortgeschrittener Nestlingszeit (älter als 3 Wochen) eingegangen; 1 bzw. 2 = Anzahl ausgeflogener Jungadler. – *Breeding success in an extensively controlled sector of the study area.* – = *breeding success controlled, no success*; ○ = *territory vacant*; × = *pair present, no brood*; * = *breeding interrupted*; + = *Eaglet perished shortly after hatching*; (1) = *Eaglet (older than 3 weeks) perished*; 1, 2 = *number of fledged Eaglets*. ^b = *territories adjacent to a winter range of single Eagles.*

Paare	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Klosters	1	1	1	–	–	1	×	2	1	*
Novai	1	2	–	–	–	1	*	1	×	2
Flüela	–	1	1	–	–	1	×	*	1	1
Dischma	–	1	–	1	–	+	1	(1)	1	*
Monstein	–	–	–	–	–	(1)	×	1	×	×
Bergün	–	–	–	–	–	2	×	2	×	2
Filisur ^b	–	–	–	–	–	×	×	*	×	1
Susauna	–	–	–	–	–	1	*	1	1	*
Fuorn	1	–	–	–	2	–	2	×	*	*
Sarsura	–	1	1	1	–	*	*	2	*	1
Susasca	–	–	–	–	–	○	○	1	×	2
Trupchun ^b	1	–	–	2	–	×	×	×	*	×
Cluozza ^b	–	–	–	–	–	*	×	*	×	*
Lavin ^b	–	–	–	–	–	*	*	*	*	*
Sampuoir ^b	–	–	–	–	–	*	×	×	*	×
Tasna ^b	–	–	–	–	–	–	–	×	+	1

^aNur wenige Tage dauernde Bebrütungen lassen sich bei Kontrolle mehrerer Paare nicht vollständig erfassen; es sind 2 Fälle bekannt geworden (Trupchun 1981, Dischma 1982).

^bTerritorien, welche direkt an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzen.

2.3.2. Bruterfolg

Im Kerngebiet betrug 1973–1982 die Nachwuchsrate (Anzahl ausfliegende Junge pro Paar und Jahr) 0,43, die Häufigkeit erfolgreicher Bruten (pro Paar und Jahr) 0,34 ($n = 121$; Tab. 13). Der Bruterfolg (Anzahl erfolgreiche Bruten/Anzahl flügelte Junge) von 14 kontrollierten Paaren schwankte von Jahr zu Jahr beträchtlich: 1978 5/6, 1979 2/3, 1980 6/9, 1981 4/4 und 1982 5/7.

Konstante Unterschiede zeigten sich je nach Lage der Territorien zu den Winter-Einzeladlergebieten. Bei 6 Paaren, deren Territorien direkt (nicht in Form eines Bergkammes) an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzen, kam es zwischen 1978 und 1982 in 28 Fällen lediglich zu 2 erfolgreichen Bruten (Tab. 14). In 10 Territorien ohne Grenze zu Winter-Einzeladlergebieten waren in derselben Zeitspanne pro Paar und Jahr 0,48 Bruten erfolgreich mit einer

Nachwuchsrate von 0,65 ($n = 48$). In Grenzterritorien zu winterlichen Einzeladlergebieten war der Bruterfolg in früheren Jahrzehnten besser und mit anderen Territorien vergleichbar (Tab. 15). Der Ausfall erfolgreicher Bruten setzte bei den beiden benachbarten Paaren Cluozza und Trupchun abrupt ein, jedoch nicht im gleichen Jahr: die bisher letzte erfolgreiche Brut im heute gegenüber frühjährlichem Einzeladlerereinflug besonders exponierten Territorium Cluozza (vgl. Abb. 15) fand 1970 statt, nachdem schon im Vorjahr und 1967 mit Erfolg gebrütet worden war; im Territorium Trupchun wurden die letzten Jungadler in den Jahren 1972, 1973 und 1976 großgezogen, seither war jeder Brutversuch erfolglos. Im Territorium Bernina geriet das erfolgreiche Brüten schon in den sechziger Jahren ins Stocken. Von den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts ist ein gegenüber heute wesentlich besserer Bruterfolg belegt; zwischen 1915 und 1934 er-

Tab. 14. Bruterfolgswerte aus dem Kerngebiet 1978–1982, (A) von Territorien, die nicht an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzen und (B) von Territorien mit direkter Grenze zu einem Winter-Einzeladlergebiet (welche bis weit in den Frühling bzw. in die Brutzeit hinein besetzt sind). – *Breeding success in territories bordered by other territories (A), and in territories with a boundary to a winter (and spring) range of single Eagles (B): frequency of successful broods per pair and year (1), average number of fledged young per pair and year (2), percentage of non-breeding (3), and percentage of successful breeding (4).*

	(1) Häufigkeit erfolgreicher Bruten pro Paar und Jahr	(2) Nachwuchsrate	(3) Häufigkeit des Nichtbrütens	(4) Erfolg pro angefangene Brut
(A) (n = 48)	0,48	0,65	21 %	62 %
(B) (n = 28)	0,07	0,07	46 %	13 %

Tab. 15. Bruterfolg in verschiedenen Bündner Territorien und im Territorium Chlus (bei Boltigen im Simmental BE) im Verlauf des 20. Jahrhunderts: Häufigkeit erfolgreicher Bruten im Jahresdurchschnitt pro Jahrzehnt, in Klammern Anzahl Untersuchungsjahre^a. – *Average annual number of successful broods per decade (number of years controlled per decade in brackets) in various territories during the 20th century.*

	Bernina	Cluozza ^b	Trupchun ^b	Fuorn	Dischma	Langwies	Vrin	Chlus
1910–1919	1,0 (5)							
1920–1929	0,8 (10)							1,0 (10)
1930–1939	0,5 (10)							1,0 (8)
1940–1949	0,5 (10)	0,5 (10)					0,6 (10)	
1950–1959	0,5 (10)	0,3 (10)	0,6 (5)	0,4 (10)	0,7 (10)			
1960–1969	0,1 (10)	0,4 (10)	0,5 (10)		0,5 (10)	0,5 (8)		0,6 (10)
1970–1979	? ^c	0,1 (10)	0,3 (10)	0,4 (10)	0,3 (10)	0,4 (10)	0,5 (10)	0,1 (10)

^a Wichtigste Quellen: Kobler 1948, Stemmler 1955, Jahresberichte der Eidg. Nationalparkkommission, Jahresberichte über die Eidg. Jagdbanngebiete, Angaben des Jagdinspektorates Bern und des Jagd- und Fischereiinspektorates Graubünden.

^b Territorien, welche direkt an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzen; diese Lage weist möglicherweise auch Territorium Bernina auf.

^c In den siebziger Jahren keine erfolgreiche Brut bekannt geworden; 1980 erfolgreiche Aufzucht von 2 Jungadlern.

reichte die Nachwuchsrate bzw. die Häufigkeit erfolgreicher Bruten in den Territorien Bernina und Chlus Werte von 1,06 bzw. 0,91 (n = 35).

Die Brutgröße (Anzahl ausfliegende Junge pro erfolgreiche Brut) betrug im Kerngebiet 1973–1982 bei 41 Bruten 1,27, in den Tälern Dischma und Flüela mitmäßigem spätwinterlichem, jedoch gutem nestlingszeitlichem Nahrungsangebot 1956–1982 1,06 (17mal 1, einmal 2 flügge Jungadler), in den ganzjährig nahrungsreichen Gebieten Trupchun, Cluozza und Sarsura 1956–1982 hingegen 1,38 (15mal 1, 9mal 2 flügge Jungadler); vgl. Tab. 8. Ganz unerwartet war das Aufkommen von 2 Jungen im zur Winterszeit nahrungsarmen Val

Susasca 1982; die häufig niedergehenden Lawinen könnten allerdings in einzelnen Fällen ein größeres Nahrungsangebot erschließen. Die Brutgröße hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte kaum verändert. 1982 beobachtete B. Bischoff an einem Horst im W des Teilareals B das Flüggeworden von 3 Jungadlern (vgl. Praz & Felley 1974, Nos Oiseaux 32:237).

Paare mit direktem Bezug zu einem Winter-Einzeladlergebiet brüteten zwischen 1978 und 1982 im Mittel nur in etwas mehr als der Hälfte aller Fälle (Tab. 14), wobei sich von Paar zu Paar große Unterschiede zeigten. Von 15 Bruten wurden 12 während der Bebrütung abgebrochen. Bebrütungsverhalten hielt unter Umständen nur

wenige Tage lang an (s. Tab. 13), bei Paar Lavin 1982 aber mindestens 63 Tage. Von den drei Fällen geschlüpfter Junger beziehen sich zwei auf Paar Tasna: 1981 starben die beiden pulli nach wenigen Tagen in einem versteckt gelegenen Brutplatz. Das größere Küken (175 g Körpergewicht) wies hochgradige Schädelverletzungen auf, die einen Elterneinfluß nahelegen. Das Paar blieb, zumindest in der Phase des Schlüpfens, dem Horst auffallend häufig fern; es hatte regelmäßig Einzeladler aus seinem Territorium zu vertreiben. 1982 zog Paar Tasna in einer nach verschiedenen Seiten exponierten, von weither sichtbaren Wand einen Jungvogel auf. Die zweite erfolgreiche Brut gelang im selben Jahr Paar Filisur bei entsprechender Horstlage. Im Gegensatz zur mißglückten Brut 1980 war der Horst 1982 direkt gegen das benachbarte Einzeladlergebiet ausgerichtet, wodurch manche Einzeladler die Territoriumsverhältnisse frühzeitig erkannt haben und auf Distanz geblieben sein dürften. Die mindestens in den letzten fünf Jahren nie erfolgreich brütenden Paare Trupchun, Cluozza, Lavin und Sampoair hatten mit einer Ausnahme (Lavin 1981) stets von den Einzeladlergebieten abgewendete Horste in Seitentälern benützt (vgl. Abb. 15). In Territorien, die nicht an ein Winter-Einzeladlergebiet angrenzen, wurde zwischen 1978 und 1982 in fast vier Fünfteln aller Fälle gebrütet: von 37 Brutten wurden 11 während der Bebrütung verlassen, in einem Fall ging das Küken beim Schlüpfen ein, ein vier Wochen alter Nestling wurde wahrscheinlich von Menschen ausgenommen, und ein Jungadler starb etwa 10 Tage vor dem Flüggewerden aus unbekannter Ursache; bei den restlichen 23 Brutten kamen überall Jungadler zum Ausfliegen.

Die unmittelbaren Bedingungen, welche zum Nichtbrüten bzw. zum Bebrütungsabbruch führen, sind in den meisten Fällen unklar. Einmal erkalte ein Gelege wegen andauernden Auseinandersetzungen des Brutpaares mit einem neuverpaarten Nachbarpaar (S. 187), und eine Brut wurde verlassen wegen Tod des ♀ Mitte April

(P. Guidon). In zwei Fällen wurden Gelege offensichtlich wegen durchnäster Horstplattform aufgegeben (H. Ardüser, Verf.); einmal erstellte ein Paar über der dicken Schneeschicht eines ungeschützten Horstes einen Aufbau, welcher während der Bebrütung abrutschte (Chr. Ettinger). Andererseits kam es an verschiedenen, wenig geschützten Plätzen unter misslichsten Witterungsverhältnissen zum Schlüpfen von Jungen. Auf Baumhorsten ist der Bruterfolg ebenso gut wie auf Felshorsten: 1978–1982 waren im Raum Davos-Klosters von 9 Brutversuchen (Bebrütung) auf Bäumen und 10 Brutversuchen in Felsen je 6 erfolgreich. Bei sämtlichen im Untersuchungsgebiet 1971–1982 kontrollierten 16 Eiern aus 12 Brutten (verlassene Gelege und 4 neben einzelnen Jungvögeln liegende gebliebene einzelne Eier; eine mittlere Gelegegröße läßt sich nicht errechnen) waren die Schalen nicht zerbrochen. Nachgelege ließen sich nicht nachweisen.

In den beiden Tälern Flüela und Dischma (mäßige Nahrungsversorgung im Winter) wurde zwischen 1974 und 1982 in 10 Fällen von Jungenaufzucht nur je ein Jungadler großgezogen, wovon einer kurz vor dem Flüggewerden einging. Bei allerdings unvollständiger Kontrolle dieser 10 Brutten konnte nie frühzeitige Sterblichkeit eines zweiten Jungvogels festgestellt werden. Hingegen fand sich in 2 Horsten beim schon mehrwöchigen Nestling je ein Ei ohne Anzeichen von Embryonalentwicklung; ein weiteres Ei, das neben einem beim Schlüpfen eingegangenen Küken lag, wies ebenfalls keinen Embryo auf (Dischma 1978). Mit Ausnahme einiger weniger Fälle blieben die Adlerbruten im Untersuchungsgebiet in den letzten 10 Jahren von menschlichen Störungen weitgehend verschont. Es gibt keine Anhaltspunkte für eine Beeinflussung des Bruterfolges durch Pestizide.

2.3.3. Sterblichkeit

In Graubünden wurden zwischen 1970 und 1981 47 Steinadler (ohne Nestlinge) tot

oder behindert aufgefunden. Das Altersklassenverhältnis ad. : juv. + immat. + subad. betrug 21:16. Das Geschlechterverhältnis ♂:♀ betrug bei Altvögeln 9:8, bei jüngeren Adlern 5:3. Im Gegensatz zu den behinderten Exemplaren konnten 2 Jungadler (davon einer aus einer Zweier-Brut), welche kurz nach dem Verlassen des Horstes erschöpft bzw. ausgehungert aufgegriffen wurden, nach mehrwöchiger Pflege wieder erfolgreich ihren Eltern zugeführt werden (A. Marugg, H. Ardüser, R. Hemmi, Verf.).

Die Todesursache ließ sich bei 13 adulten und bei 9 jüngeren Adlern ermitteln; eine Auflistung nach Häufigkeit ist aber wegen der unterschiedlichen Erfassungswahrscheinlichkeit der Fälle wenig aussagekräftig. Die Verfolgung des Steinadlers, welche vor der Jahrhundertwende ihren Höhepunkt erreichte, ist auch nach der Unterschutzstellung nicht ganz abgeklungen: seit 1970 gelangte der Abschluß von 3 adulten und 2 immaturren Exemplaren an die Öffentlichkeit. Eine bei alten und jüngeren Vögeln ausgeglichene relative Häufigkeit menschlich bedingter Todesfälle zeigte sich auch bei Fallenopfern (2 ad., 1 juv.) und bei Individuen, die an Freileitungen verunglückten (1 ad., vermutlich 1 juv.). Beschädigungskämpfe zwischen Steinadlern betrafen ein adultes, offensichtlich unverpaartes ♀ (Chur 20.3.1971; Müller-Schneider 1975) und ein immatures Individuum (Val Sumvitg 12.5.1975; Chr. Degonda) tödlich, wahrscheinlich fielen ein weiteres unverpaartes ad. ♀ (Zizers 12.5.1981; J.M. Grass), ein immat. ♀ (Splügen 9.6.1973; P. Gartmann) und vermutlich auch ein immat. ♂ (Val Cristallina Mai 1979; P. Membrini) einer intraspezifischen Auseinandersetzung zum Opfer. Der Fund eines immat. ♂, welches im Oktober 1981 bei einem Steinadlerkampf bei Grafenort OW einen Oberarmbruch erlitt und später einging (R. Luder pers. Mitt.), bestätigt, daß immature Exemplare und ♂ in Beschädigungskämpfe verwickelt sein können (vgl. Sutter 1975). Tödlich endende intraspezifische Auseinandersetzungen wurden

Tab. 16. Abschluß-Statistik und Steinadlerkämpfe in Graubünden in der zweiten Hälfte des 19. und im 20. Jahrhundert. – *Number of Golden Eagles shot (1) and observations of Eagles killed or seriously wounded by other Eagles (2) in the Grisons since 1860.*

	(1) Anzahl erlegter Steinadler ^a	(2) Anzahl beobachteter Beschädigungs- kämpfe ^b
1860–1869		1
1870–1879	51 ^c	1
1880–1889	107	
1890–1899	150	
1900–1909	77	
1910–1919	25	
1920–1929	32	
1930–1939	25	
1940–1949	49	
1950–1959	Steinadler	} 2 ^d
1960–1969	geschützt/	
1970–1979	protected	

^a Angaben des Jagd- und Fischereinspektorates Graubünden sowie Hess (1926, Orn. Beob. 23: 221). Die Abschluß-Statistik beginnt 1872; 1914, 1925 und 1939 war die Jagd ganz geschlossen, 1948 wurde der Steinadler versuchsweise für ein Jahr, ab 1952 endgültig geschützt; 1950 gelangte kein Adler zum Abschluß, 1951 wurden 7 Exemplare erlegt.

^b Vgl. Müller-Schneider 1975.

^c 1870 und 1871 nicht berücksichtigt.

^d Davon einer 1953.

in den letzten Jahrzehnten und vor Ende des 19. Jahrhunderts beobachtet, nicht aber in der dazwischenliegenden Zeit der Steinadlerverfolgung, als die Population nicht gesättigt war (Tab. 16).

Das 1973 neu aufgetretene (adulte) ♀ Flüela wurde 1976 durch ein subadultes Exemplar ersetzt, welches auch heute (1982) noch zugegen ist. Das gegenwärtige ♀ im Dischmatal konnte dank ausgeprägter individueller Gefiedermerkmale seit mindestens 1973 bestätigt werden. Auf Grund des Anteils subadulter (frisch verpaarter) ♀ in der Brutpopulation (4,2%; S. 193) und dem Verhältnis subad. : ad. bei neuverpaarten ♀ (2:1) läßt sich für verpaarte ♀ eine mittlere Territoriumstreue von 16 Jahren errechnen. Es ergaben sich keine Hinweise auf Territoriumswchsel (auch nicht bei Paaren mit jahrelang ausbleibendem Brut-

erfolg); die Lebenserwartung verpaarter ♀ beträgt somit mindestens 20 Jahre. Wegen des geringen Stichprobenumfangs ist dieser Wert als Größenordnung aufzufassen.

3. Diskussion

3.1. Brutpopulation

3.1.1. Verbreitung und Siedlungsdichte

Der Steinadler kommt als wenig spezialisierte Art von den Gebirgen der Sahara bis in den N von Alaska vor; er ist der bestandesstärkste Großadler. Mit Ausnahme von Gegenden, die auch in tieferen Lagen offene oder halboffene Vegetation tragen, Neststandorte bieten und von Menschen wenig frequentiert werden (z.B. mediterranes Hartlaubgebiet, Heiden im norddeutschen Tiefland), ist das rezente und historische Vorkommen südlich des borealen Nadelwaldgürtels praktisch ausschließlich auf Gebirge beschränkt. In den Alpen ist die Brutpopulation regelmäßig über den ganzen Gebirgsbogen verbreitet. Es werden auch hier unterschiedliche Lebensräume besiedelt, die Abhängigkeit von offenen oder halboffenen Flächen ist jedoch überall deutlich. In Südfrankreich schwankt die Höhenlage der Brutplätze (400–2500 m ü.M.; Mathieu 1981, Thiollay 1967) noch stärker als in Graubünden; im Gran Paradiso-Massiv liegt ein Horst sogar auf 2600 m ü.M. (Framarin 1982). Nahrungsangebot und menschliche Aktivität limitieren die Verbreitung nur lokal, am Alpenrand eventuell regional (vgl. Mathieu 1981). Auf persönlichen Exkursionen in verschiedenen Teilen der Schweizer Alpen, aber auch in den österreichischen und in den südlich und östlich an Graubünden angrenzenden italienischen Alpen, konnte in den Jahren 1977–1981 nie ein als Steinadlerterritorium geeignet erscheinendes, aber unbesetztes Gebiet aufgefunden werden. Die Brutpopulation ist heute in weiten Teilen der Alpen im Bereich ihrer Sättigung. Um

die Jahrhundertwende war die alpine Steinadlerpopulation hingegen auf einem Tiefstand (vgl. Tratz 1950, Columba 2:54); in der Schweiz reichte das Brutvorkommen nicht mehr überall bis zu den nördlichsten Alpenketten (Studer & Fatio 1889). In Graubünden ist der Adler jedoch immer eine regelmäßige Erscheinung geblieben. Im Kerngebiet und den angrenzenden Tälern war die Brutpopulation offenbar spätestens zu Beginn der sechziger Jahre wieder gesättigt, Bestandesschwankungen haben sich seither auf vereinzelte Paare beschränkt. Eine wesentliche Verdichtung der gegenwärtigen Brutpopulation ist zumindest innerhalb der Schweizer Alpen nicht mehr möglich. Bezeichnenderweise siedelten sich in neuer Zeit 1–2 Paare in voralpenähnlichen Gebieten des Mittellandes an (Hauri 1970, Orn. Beob. 67: 297; Lüps et al. 1978, Orn. Beob. 75, Beiheft: 79–81).

Im Vergleich mit anderen Alpenteilen beherbergen weite Bereiche des Untersuchungsgebietes infolge des relativ großen Anteils an nutzbaren Flächen eine dichte Adlerpopulation; höhere Siedlungsdichtewerte als im Unterengadin sind bisher auf entsprechender Fläche aus den Alpen noch nicht dokumentiert worden. Immerhin leben auf 1150 km² Fläche in den westlichen Voralpen der Schweiz mindestens 13 Paare (1 Paar/88 km²; Banderet et al. in Oggier 1981); auch hier sind die Requisiten ziemlich regelmäßig verteilt, bei stark aufgelockertem Waldmantel ist die Abhängigkeit von alpinem Gelände aber bei weitem nicht so groß wie in den Zentralalpen. Der zwar hoch aufragende, überwiegend jedoch ganzjährig nahrungsreiche Alpin- und offene Subalpinareale tragende Parco Nazionale Gran Paradiso beherbergt auf etwa 1000 km² mindestens 11 Adlerpaare (1 Paar auf gut 90 km²; Framarin 1982). Im Wallis mit seinen besonders hohen, stark vergletscherten Gipfeln und den tief eingeschnittenen, bewaldeten Tälern zeigt sich aber, daß eine große Reliefenergie im allgemeinen keine hohe Siedlungsdichte erlaubt: im Unterwallis fand Oggier (1981) auf 2500 km² 17 Paare, also 1 Paar/147 km².

Großräumige Bestandeszahlen basieren oft auf unvollständigen Erhebungen; aktuellen Daten aus Tirol zufolge (Niederwolfsgruber 1981) wäre die dortige Brutpopulation beinahe 8mal weniger dicht als in unserem benachbarten Untersuchungsgebiet.

Im Schottischen Hochland ist der bevorzugte Lebensraum des Steinadlers zusammenhängend ausgebildet. Trotz zum Teil geringem Angebot an lebender Beute ist die Siedlungsdichte in verschiedenen Gebieten mit durchschnittlich 1 Paar auf weniger als 70 km², minimal 41 km², höher als in den Alpen (Watson 1957, Brown & Watson 1964, Lockie 1964). In den USA werden im offenen Gelände des zentralen Teils der Gebirge im W ebenfalls hohe Brutpaardichten erreicht: Camenzind (1969) fand 1968 1 Paar auf 98 km² Fläche, in einem Gebietsausschnitt lebten 1969 5 Paare auf durchschnittlich 41 km²/Paar (Smith & Murphy 1973); auf 240 km Strecke entlang des Snake River ergab sich 1971 ein Mittelwert von 1 Paar auf 5,8 km Flußabschnitt (Beecham & Kochert 1975). Im vorwiegend strauchbestandenen Mittelgebirgsgelände im S Kaliforniens ermittelte Dixon (1937) ein Adlerpaar auf 93 km² Fläche. Im S Montanas (hoher Anteil an Kulturland in den Talniederungen und Vorkommen von borealem immergrünem Gebirgsnadelwald) betrug die Siedlungsdichte 1964 1 Paar auf 172 km² (McGahan 1968). In der Prärie am Ostrand des Felsengebirges ist die Besiedlung bei möglicherweise suboptimalem Angebot an Brutstellen mit 1 Paar auf 216 km² noch dünner (Ollendorff 1975).

Die höchsten Siedlungsdichten von Steinadlerpaaren werden in reliefarmen Gebirgen mit offener, vom Menschen höchstens extensiv genutzter Vegetation erreicht, wo sich geeignetes Jagdgelände ganzjährig ohne Trennareale über große Räume erstreckt und allenthalben Brutplätze errichtet werden können. In den Hochgebirgen sind die Requisiten durch die Höhenstufung und den einschneidenden jahreszeitlichen Wechsel diskontinuierlich verteilt und die «home ranges» oft

nicht aneinandergesetzt. Neben dem Anteil nutzbarer Flächen wirkt sich auch die Kammerung des Geländes auf die Siedlungsdichte aus (Zusammenhang zwischen Relief und «home range»-Größe s. unten). Das Nahrungsangebot ist vielerorts günstiger (mit Ausnahme des Veltlins im ganzen Untersuchungsgebiet), als daß es die Siedlungsdichte negativ zu beeinflussen vermöchte.

3.1.2. Lebensraum

«Home range»-Größe: Das Raumverhalten eines fliegenden Jägers ist durch die Übersicht und das Dislokationsvermögen geprägt; im Vergleich zu den grossen einheimischen (waldbewohnenden) Raubsäugetieren (welche ein Netz von Wechsellinien benützen) sind Steinadlerpaare in ihrem zusammenhängenden Gebiet mit festen Grenzen beinahe allgegenwärtig. Eine Gegenüberstellung der «home range»-Größen (und der von einem Paar bejagten Flächen) in den verschiedenen Arealteilen von *Aquila chrysaetos* wird durch unterschiedliche Voraussetzungen beeinträchtigt. Würde man beispielsweise Ausflüge für die «home range»-Flächenberechnung berücksichtigen und willkürlich die äußersten Aufenthaltsorte mit den nächstgelegenen Eckpunkten des Sommeraktionsraumes verbinden, so wäre «home range» Monstein 110–115 km², jener von Paar Susasca gut 30 km² groß. Insbesondere die früher in Graubünden ausgemessenen «home ranges» (Melcher in Glutz 1962, mindestens 120 km²; Buchli 1970, 132 km²) lassen sich mit den Erhebungen von Karlen (1977; 3 Paare untersucht, welche auch in dieser Studie bearbeitet werden) und den vorliegenden Daten infolge unterschiedlicher Meßmethoden und Beobachtungsintensitäten kaum vergleichen. Die kleinsten bisher beschriebenen «home ranges» sind 20 km² groß (Schottland; Gordon 1955). Zur Brutzeit wurden in Utah noch kleinere Flächen ermittelt (Smith & Murphy 1973, minimal 17 km²; Mosher et al. 1978, minimal 9 km²). Dixon

(1937) fand in Kalifornien auf engem Raum «home ranges» zwischen 49 und 153 km² Größe. In diese Spanne lassen sich die meisten Literaturangaben einordnen. In den Alpes maritimes ist der im nahrungsarmen Winterhalbjahr beflogene Raum (im Gegensatz zum wildreichen Graubünden) mit 70–150 km² doppelt so groß als jener im Sommer (Besson 1967). Sonst wurden saisonale Aktivitätsverlagerungen kaum irgendwo berücksichtigt. Sie sind möglicherweise bei den räumlich am besten untersuchten Populationen in Schottland und im W der USA aus klimatischen bzw. topographischen Gründen auch weniger ausgeprägt.

Der «home range» von Paar Monstein erhält seine relativ große Ausdehnung neben der Verteilung der Requisiten durch die Tatsache, daß in diesem Haupttalabschnitt eng begrenzende topographische Leitlinien fehlen. Die Kleinheit der «home ranges» Susauna und Susasca erklärt sich durch die unmittelbare Nachbarschaft von nestlingszeitlichem Jagdgebiet, Horst und Winter-Aktionsraum in gekamertem Gelände. Die mittelgroßen «home ranges» der Paare Flüela und Dischma sind zur Nestlingszeit fast ebenso nahrungsreich wie jene in den Valli Susauna und Susasca und liegen im wesentlichen ebenfalls innerhalb von Seitentälern, doch ist der Horst bzw. der winterliche Aktionsraum oft mehrere Kilometer vom nestlingszeitlichen Hauptjagdgebiet entfernt. Da auch ohne Jungenaufzucht der Horstbereich bzw. der winterliche Lebensraum in den Sommer-Aktionsraum miteinbezogen wird, ergibt sich im Sommer kein Zusammenhang zwischen Nahrungsangebot und Größe des Aktionsraumes. Im Winter hingegen deckt sich das Beuteinzugsgebiet mit dem Aktionsraum. Bei jedem der acht untersuchten Paare entsprach die Länge der beflogenen Sonnenhänge (welche für die räumliche Aktivität entscheidend sind) den jeweiligen Nahrungsverhältnissen. Im einzigen Fall von Nahrungsarmut (Wintersituation Paar Susasca) zeigte sich eine enge Beziehung zwischen der Verteilung des Nahrungsangebo-

tes, der «home range»-Größe und der Flugaktivität des Adlerpaares: 100 Gamsen und ein durchschnittlicher Niederwildbestand auf 9 km² Fläche im Bereich der alpinen Waldgrenze genühten bei einer Flugaktivität von < 10% für das Überleben in den vergangenen drei Wintern. Eine gleichmäßig dünne Verteilung des Beuteangebotes gibt es im Kerngebiet nirgends (vgl. jedoch Besson 1967, wo sich auch unter diesen Umständen eine Verknüpfung zwischen Nahrungsangebot und «home range»-Größe erkennen läßt).

Jagdliche Nutzung: In Graubünden sorgt im Sommer das verbreitet und dicht siedelnde Murmeltier für gute Ernährungsbedingungen. Im Kerngebiet konzentriert sich der Jagddruck während der Nestlingszeit auf dichtbesiedelte, optimal bejagbare Murmeltierareale, die nur 27–40% des nestlingszeitlichen Aktionsraumes ausmachen. Auch ein von Watson (1957) in Schottland (Moorschneehuhn, Alpenschneehuhn, Schneehase und Kaninchen als Futter) genauer beobachtetes Paar bejagte gewöhnlich nur 10–12 km². Noch zu untersuchen wäre vor allem das räumliche Verhalten von Paaren, welche zur Nestlingszeit über ein geringes, gleichmäßig dünn verteiltes Nahrungsangebot verfügen. Im Winterhalbjahr wird die Nahrungsgrundlage in Graubünden durch das zahlreich vorhandene Schalenwild gebildet. Im Gegensatz zur Nestlingszeit ist keine regelmäßige Nahrungsversorgung notwendig, die über den Aktionsraum verteilten Beuteplätze entsprechen dem Aasfall bzw. der Ausnutzung sich bietender Schlagmöglichkeiten. Die Anzahl der geschlagenen Großbeuten und die Art der zugefügten Verletzungen zeigen, daß Jungtiere von Paarhufern bis etwa 15 kg Körpergewicht im Winter zum gewöhnlichen Nahrungsspektrum gehören; der Steinadler ist bei uns auf einer Prädatorenstufe, die beinahe an diejenige des Luchses herankommt.

Territorialität: Die Literaturangaben über das räumliche Verhalten von Steinadlerpaaren gegenüber fremden Artgenossen sind uneinheitlich. Bereits Dixon (1937)

beschrieb die territoriale Struktur einer Population in Kalifornien. Aus Schottland wurde hingegen von «home range»-Überlappungen benachbarter Paare berichtet (Gordon 1955, Watson 1957). Die eigenen Befunde passen zu jenen von Dixon (1937): in den Alpen sind verpaarte Steinadler ganzjährig normalerweise auf der gesamten Fläche ihres «home range» gegenüber fremden Artgenossen räumlich intolerant; territoriale Aktionen finden vor allem gegenüber Einzelvögeln statt, da die Paare die traditionellen Territoriumsgrenzen respektieren. Einzig in «home-range»-Teilen, die durch Bergkämme vom aktuellen Horstbereich abgetrennt sind, zeigte sich verminderte Territorialität. Die Aggressivität scheint vom Relief beeinflusst zu werden; dazu kommt, daß sich Fremdadler in abgeschlossenen Teilen des «home range» einige Zeit aufhalten können ohne vom Standpaar bemerkt zu werden. Speziell im Rumpfgebirgsgelände von Schottland dürften vom Horst abgeschlossene «home range»-Teile eher vorkommen als bei den ins Relief eingepaßten, vom Horst oder benachbarten Warten aus großräumig überblickbaren Territorien in den Alpen. Die Territorialität der Paare begrenzt die Dichte der Brutpopulation: sind sämtliche potentiellen Territorien besetzt, ist eine Zunahme des ortsansässigen Bestandes nicht mehr möglich.

3.2. Einzelvogelpopulation

Unverpaarte Steinadler wandern (bei selbständig gewordenen Jungadlern Dispersal und Spacing [= Dismigration], bei älteren Einzelvögeln Bewegungen wohl hauptsächlich durch Spacing verursacht); die im Normalfall nur ganz vereinzelt vorhandenen freien Plätze in Territorien können in nützlicher Frist gefunden und aufgefüllt werden. Beim gelegentlichen Zusammentreffen sind unverpaarte Adler untereinander verträglich. In den Alpen verbleiben die Einzelvögel hauptsächlich innerhalb des Brutareals, vor allem im Winterhalbjahr

zeigen sie sich auch im Alpenvorland und im Jura. Einzeladler des Nordens überwintern regelmäßig in südlicheren Breiten, zum Beispiel in Mittel- und Südschweden (Tjernberg 1977), in Osteuropa (Norddeutsches Tiefland; Deppe 1974) sowie in New Mexiko und Texas (Boeker & Ray 1971, Boeker & Bolen 1972) oder in eisfreien (windreichen) Küstengebieten, zum Beispiel in Norwegen (Fremming 1980). Von 13 in der Schweiz und in Österreich nestjung beringten und wiedergefundenen Steinadlern weist nur ein im ersten Lebensjahr aus Südjugoslawien rückgemeldeter Vogel auf eine außeralpine Populationsverbindung hin (Abb. 18). Im Bereich des Alpenkörpers streichen jüngere Einzelvögel jedoch großräumig umher und nutzen in erster Linie das diskontinuierliche Nahrungsangebot. Die mittlere Abwanderungstrecke von in den ersten drei Lebensjahren wiedergefundenen Adlern beträgt 270 km ($n = 9$). Die 4 nach fünf und mehr Jahren zurückgemeldeten Adler waren im Mittel nur 58 km vom Beringungsort entfernt. Es scheint, als würden sich die geschlechtsreifen Vögel in der weiteren Umgebung ihres Geburtsortes aufhalten bzw. ansiedeln; das wäre in den fünfziger Jahren besser gelungen (20 bzw. 40 km Abwanderungstrecke) als bei der gesamtalpin dichteren Brutpopulation Ende der sechziger und in den siebziger Jahren (120 bzw. 50 km Abwanderungstrecke).

In paarfreien Überwinterungsräumen können sich unverpaarte Adler während Wochen in derselben Gegend aufhalten (Tjernberg 1977; Buser 1979, Orn. Beob. 76: 227). Innerhalb des Brutareals steht der Einzelvogelpopulation infolge der Territorialität der Paare nur örtlich beschränkter Raum zur Verfügung. Die Einzelvögel wechseln zwischen den mosaikartig verteilten Freiräumen, indem sie Territorien um- bzw. überfliegen, randlich streifen oder durchqueren, wobei es relativ selten zu unmittelbaren Kontakten mit Standadlern kommt. Territoriale Aktionen sind für die räumliche Trennung von Paaren und Einzelvögeln letzte Maßnahmen. Die vertei-

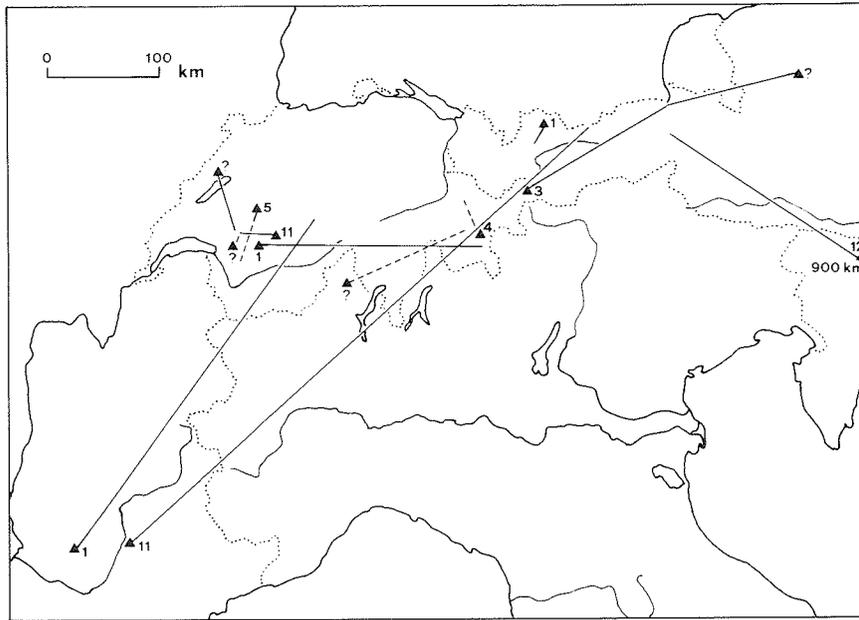


Abb. 18. Funde von in der Schweiz und in Österreich nestjung beringten Steinadlern gemäß Daten der Vogelwarten Sempach und Radolfzell. Ausgezogene Linien stehen für Abwanderungsstrecken von jüngeren (bis 3 Jahre alten) Einzeladlern; Wiederfunde von 5 und mehr Jahre alten Adlern sind durch gestrichelte Linien mit den betreffenden Beringungsorten verbunden. Die Ziffern bezeichnen den Fundmonat. Beringer: F. Niederwölfsgruber (4); T. Blanc, Chr. Lenggenhager (je 2); Jüssi, E. Moser, A. Ragg, C. Stemmler, Tirmann (je 1). – Recoveries of Eagles banded as nestlings in the Swiss and Austrian Alps. Solid lines show dismigration of immature Eagles (up to 3 years old). Places of recoveries of Eagles older than 5 years are connected with the place of banding by dashed lines. Months of recoveries indicated by figures.

digten Areale können durch weiträumigen Sichtkontakt mit den Territoriumsinnhabern (welche oft auf Aussichtswarten sitzen) erkannt werden. Im Unterengadin saßen im Winter zuweilen Adler von 2 oder 3 Paaren gleichzeitig auf ihren untereinander in Sichtverbindung stehenden Aussichtswarten, was auch dem Beobachter einen sofortigen Einblick in die territorialen Verhältnisse vermittelte. Girlandenflüge dürften besonders als Dokumentierung des Raumspruchs von Paaren unter Nachbarvögeln wichtig sein; als «Befliegen-verboten»-Signal für Einzeladler sind Girlandenflüge weniger bedeutsam, da sie mit Ausnahme von März und April weniger als 1% der Gesamtaktivität ausmachen. Indes könnten jüngere Adler mit ihren kilometerweit erkennbaren weißen Spiegeln Standesgenossen den Weg weisen helfen. Eine lockere

Kommunikation zwischen den umherstreichenden unverpaarten Adlern würde auch die Tatsache erklären, daß vereinzelt vorhandene Nahrung oft von mehreren Individuen schnell gefunden wird.

Zumindest jüngere Einzeladler verfügen weder über genauere Ortskenntnis noch über jagdliche Erfahrung, sie sind auf Aas (Fallwild, Verlandflüge) und damit auf den Suchflug angewiesen. Bei jungen Stein- und Seeadlern könnten die verlängerten Schwung- und Schwanzfedern (Gloger 1860, J. Orn. 8: 209–211) als Anpassung an die geierartige Lebensweise in relativ nördlichen Breiten gedeutet werden. Im Winter sind die unverpaarten Adler noch mehr als die Brutvögel von Sonnenhängen abhängig, die notwendigen Flugleistungen lassen sich nur im Bereich zusammenhängender Aufwindareale

ohne übergroßen Energieaufwand bewältigen. Deshalb sind Einzeladler zwischen November und März vor allem in den großen Längsfurchen (z. B. Inntal, Bündner Rheintal) anzutreffen und nicht in relativ abgeschlossenen, fein gegliederten Gebieten wie im oberen Landwassertal und Prätigau. Ringfunde geben weitere Informationen über die winterlichen Aufenthaltsorte und Wanderungen der jüngeren Einzeladler (Abb. 18). 5 Fernfunde (mehr als 100 km Abwanderungsstrecke, kein Bezug mehr zu den Eltern) im Winter (Nov.–März; Periode besonders geringer Thermik) von in der Schweiz und in Österreich nestjung beringten Steinadlern in den ersten beiden Lebensjahren weisen alle auf Lebensräume mit günstigen Windbedingungen hin: 2 Jungadler wanderten nach Südfrankreich, einer nach Südjugoslawien und 2 hielten sich in alpinen Längstälern auf. Besondere Beachtung für das Untersuchungsgebiet verdient ein 1969 bei Kufstein als Nestling beringter Jungadler, der am 1. 3. 1970 155 km SW im Unterengadin gefunden wurde, also offenbar direkt Inntal-aufwärts gewandert war. Der Erfolg der früher weitherum bekannten Ebliger Adlerjäger (Tschudi 1853) gründete wahrscheinlich auf unverpaarte Vögel, welche im Winter das 125 km lange Sonnenhangsystem Pays d'Enhaut–Pilatus entlang flogen und das oberhalb Ebligen ausgelegte Aas annahmen; persönliche Exkursionen am 13. 1. und 4. 2. 1982 lassen hier ein Einzeladlergebiet vermuten, konnten doch an beiden Beobachtungstagen unverpaarte Adler, jedoch nie Brutvögel gesehen werden.

Infolge verstärkter Thermik bzw. erhöhter Geschwindigkeit des Durchfluges werden zwischen Februar und Mai besonders viele Einzeladler im Engadin und anderen Längsfurchen kanalisiert, obwohl sich die Einzelvogelpopulation ab etwa Mitte März flächig zu verteilen beginnt. In bestimmten Talabschnitten ergeben sich häufig unmittelbare Kontakte zwischen der Einzelvogel- und der Brutpopulation. In Einzeladlergebieten kann es regelmäßig zum Zusammen-

treffen mehrerer unverpaarter Adler kommen. Elemente aus dem Balzverhalten desuten, ebenso wie das vorübergehende Besetzen und Verteidigen eines kleinen Gebietes durch ein subad. ♂, auf Paarbildungsversuche hin. Bei Brail und Guarda steht aber kaum genügend Raum für die dauerhafte Ansiedlung eines Paares zur Verfügung: es ist zwar potentiell Horstgelände vorhanden, doch werden umliegende (sommerliche) Jagdräume von Nachbarpaaren eingenommen, welche eine Territoriumsetablirung verhindern.

3.3. Populationsdynamik

3.3.1. Bruterfolg in verschiedenen Teilen des Verbreitungsgebietes

Nachwuchsrate (Anzahl ausfliegende Junge pro Paar und Jahr; jeweils 1. Zahl) und Häufigkeit erfolgreicher Bruten (pro Paar und Jahr; 2. Zahl): Diese Bruterfolgswerte sind abhängig vom berücksichtigten Anteil Paare mit jahrelang ausbleibendem Bruterfolg; die relative Häufigkeit sich nicht oder nur ausnahmsweise fortpflanzender Paare in der gesamten Brutpopulation läßt sich durch eine Stichprobe nicht ermitteln. Daten aus den Bayerischen Alpen (0,39 bzw. 0,33; Pinn 1967, Anz. Orn. Ges. Bayern 8: 175) und aus den italienischen Westalpen (0,65 bzw. 0,53; Fasce 1981) passen in etwa zu denjenigen aus unserem Untersuchungsgebiet. Die Angaben von Niederwölfsgruber (1981; 1972, Jagd in Tirol 24 (9) : 2) aus Tirol und vor allem jene von Framarin (1982) von zwei im Gran Paradiso-Massiv in Hochlagen lebenden Paaren weisen einen höheren Bruterfolg aus (0,66 bzw. 0,61, Tirol; 0,96 bzw. 0,64, Gran Paradiso); in beiden Beobachtungsreihen zeigte sich jedoch bei je einem besonders lang untersuchten Paar eine abnehmende Häufigkeit erfolgreicher Bruten in jüngerer Zeit: Tirol 1961–1969 0,67, 1970–1979 0,4; Gran Paradiso 1965–1969 1,0, 1970–1979 0,5. Siehe auch Mathieu (1981), der eine Bruterfolgsabnahme in

den alpinen Randketten Südfrankreichs verzeichnete (wo im Winter und Frühjahr regelmäßig Einzeladler umherstreichen; Thiollay 1967, vgl. Abb. 18).

In anderen Gebieten mit gutem Steinadlerbestand ist die Nachwuchsrate nicht größer als gegenwärtig in den Alpen: In Fennoskandien, von wo ebenfalls beträchtliche räumliche und jährliche Unterschiede belegt sind, im Durchschnitt etwa 0,5 (Fremming 1980); in den französischen Pyrenäen 0,47 (Brutgröße 1,0; Clouet 1981). In Schottland erschweren Pestizideinfluß (Lockie & Ratcliffe 1964, Lockie et al. 1969, Corkhill 1980) und menschliche Störungen (Brown 1969, Everett 1971) einen Vergleich. Bruterfolgswerte von 0,78 bzw. 0,60 (1946–1957, north-east Highlands; Watson 1957) wurden in neuerer Zeit in größeren Stichproben kaum mehr erreicht; die umfassende Zusammenstellung von Everett (1971) weist für verschiedene Teilgebiete Schottlands in den Jahren 1964–1968 durchschnittliche Werte von 0,56 bzw. 0,48 aus. Trotzdem hat sich das Brutareal in Schottland seit dem Zweiten Weltkrieg ausgeweitet. Bei Bruterfolgsangaben aus Nordamerika wurde leider «non-breeding» oft nicht berücksichtigt (z. B. McGahan 1968, Boeker & Ray 1971, Beecham & Kochert 1975). In Utah hat Murphy (1975) eine Korrelation zwischen Bestandesfluktuationen der Hauptbeute (*Lepus californicus*) und unterschiedlichem Bruterfolg festgestellt, im Mittel betrug die Nachwuchsrate 0,69, die Häufigkeit erfolgreicher Bruten 0,45.

Bei Populationen, deren Bestand nicht gesättigt ist bzw. wo große Abstände zwischen den Territorien vorkommen, ist die Häufigkeit erfolgreicher Bruten bzw. die Nachwuchsrate größer: Im Massif Central betrug die Nachwuchsrate zwischen 1974 und 1977 1,03, infolge erhöhtem Anteil an nichtbrütenden Paaren sank dieser Wert in den Jahren 1978–1981 auf 0,55 (mittlere Nachwuchsrate 1974–1981 0,76); 1976–1981 hatten nur 11% aller erfolgreicher Bruten zwei Junge (Austruy & Cugnasse 1981). Südlich des Massif Central,

im nordöstlichen Vorland der Pyrenäen (Languedoc), beträgt die Nachwuchsrate 1,03, die Häufigkeit erfolgreicher Bruten 0,77 (Clouet & Goar 1981). Fasce (1981) dokumentierte aus dem nördlichen Apennin bei einer Brutgröße von 1,0 eine Nachwuchsrate von 0,58 ($n = 17$), doch läßt sich aus den vom zentralen Apennin stammenden Daten von Novelletto & Petretti (1980) (nur Paare berücksichtigt, die mindestens drei Jahre lang kontrolliert wurden; inkl. Daten von Ragni 1976, S.O.S. Fauna, Camerino, p. 373–416) eine Nachwuchsrate von 1,12 und ein Häufigkeitswert erfolgreicher Bruten von 0,76 errechnen ($n = 17$). In der Zusammenstellung von Di Carlo (1980) wird der regelmäßige Bruterfolg des Steinadlers im Apennin betont; es sind Fälle belegt, wo Adlerpaare während acht und mehr Jahren alljährlich Junge aufgezogen haben.

Brutgröße (Anzahl ausfliegende Junge pro erfolgreiche Brut): Der Zusammenhang zwischen Brutgröße und Ernährungssituation ist schon verschiedentlich gezeigt worden. In Schottland betrug die Brutgröße 1964–1968 in nahrungsreichen bzw. -armen Gebieten 1,22 bzw. 1,02 (Cramp et al. 1980). Bei der guten Nahrungsversorgung in den französischen Süd- bzw. in den italienischen Westalpen wurden pro erfolgreiche Brut durchschnittlich 1,3 bzw. 1,23, in den wildarmen alpinen Randketten Südfrankreichs bzw. im nördlichen Apennin hingegen nur 1,05 bzw. 1,0 Jungadlerflüge (Mathieu 1981 bzw. Fasce 1981). Im Massif Central betrug die Brutgröße 1925–1960 1,64, 1976–1981 bei drastisch vermindertem Nahrungsangebot (Myxomatose) 1,08 (Austruy & Cugnasse 1981). Aus den Beobachtungen im Untersuchungsgebiet (Tab. 8) geht hervor, daß sich nicht nur die nestlingszeitliche, sondern auch die (spät-)winterliche Nahrungsversorgung auf die Brutgröße auswirkt.

Durch den Zusammenhang mit der Brutgröße ist auch die Nachwuchsrate mit dem Nahrungsangebot verbunden. Entscheidend für die Nachwuchsrate ist jedoch die Häufigkeit erfolgreicher Bruten, und diese

scheint nur durch extreme (evtl. relative) Verknappung der Nahrung beeinflusst zu werden. In Schottland ist das Aufkommen von Jungadlern in nahrungsarmen Gegenden nicht wesentlich seltener als in nahrungsreichen Regionen (vgl. Cramp et al. 1980). Berücksichtigt man in der Studie von Murphy (1975) die Häufigkeit erfolgreicher Bruten, so zeigt sich eine verglichen mit der Nachwuchsrate weniger enge Beziehung mit den Bestandesfluktuationen von *Lepus californicus*. Die Daten aus dem Apennin und dem Raum Massif Central/Languedoc weisen eine Regelmäßigkeit erfolgreicher Bruten aus, wie sie in den viel nahrungsreicheren Alpen gegenwärtig höchstens bei vereinzelt Paaren bekannt ist, zu Beginn des 20. Jahrhunderts (bei keineswegs besserer Nahrungssituation als heute) aber offenbar regelmäßig vorkam. Die aktuellen Angaben aus unserem Untersuchungsgebiet lassen keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit erfolgreicher Bruten und der Nahrungsversorgung erkennen; gerade die jahrelang ohne Nachwuchs bleibenden Paare Trupchun, Cluozza und Lavin verfügen über ein überdurchschnittliches Nahrungsangebot.

Die Häufigkeit erfolgreicher Bruten bzw. die Nachwuchsrate ist offenbar mit dem Status der betreffenden Population verbunden: einigermassen saturierte Populationen (Alpen heute, Fennoskandien, Schottland) haben eine durchschnittliche Nachwuchsrate von 0,4–0,6; Paare in geschwächten Beständen (Alpen Anfang 20. Jahrhundert, Apennin, Massif Central) brüten oft alljährlich mit Erfolg. In Europa ist infolge der starken räumlichen Gliederung mit weitgehend abgeschlossenen Brutarealen ein Einblick in verschiedene Zustände des Populationsgeschehens viel besser möglich als in großräumig zusammenhängenden Brutgebieten wie beispielsweise in Nordamerika. Selbst benachbarte Populationen können in einem ganz unterschiedlichen Zustand sein. Trotz optimalem Status ist die alpine Population innerhalb des Alpenkörpers ziemlich in sich geschlossen geblieben, da der Druck der Brutreserve nicht

parallel zum höheren Brutbestand anstieg. Es hat sich keine Verbindung ergeben über die rund 100 km breite, für Steinadler sterile Po-Ebene hinweg zum Apennin, wo nur etwa 50% der potentiellen Territorien besetzt sind (Di Carlo 1980).

3.3.2. Bilanz von Bruterfolg und Sterblichkeit

Die Altersklassenzusammensetzung der Einzelvogelpopulation deutet darauf hin, daß die geschlechtsreifen Einzeladler von der in weiten Teilen der Alpen offenbar seit einiger Zeit gesättigten Brutpopulation absorbiert werden. Daraus läßt sich auf eine ausgeglichene Bilanz zwischen Bruterfolg und Sterblichkeit schließen. Der recht hohe Anteil von subad. ♀ bei Neuverpaarungen kann nicht als Hinweis auf eine suboptimale weibliche Brutreserve gelten. Unter den gegenwärtigen Bedingungen in den Alpen genügt offenbar eine Nachwuchsrate in der Größenordnung 0,5 für die Aufrechterhaltung des populationsdynamischen Gleichgewichtes. Eine ebenso geringe Fortpflanzungsleistung wurde bei den weitgehend ungestört lebenden Großadlern in Afrika festgestellt (Brown 1966, Gargett 1977). Auch der direkte Vergleich der Bruterfolgs- und Sterblichkeitsdaten weist eine ausgeglichene Bilanz aus. Allerdings müssen bei den zwei folgenden Berechnungen Einwände, zum Teil grundsätzlicher Art (vgl. Newton 1979), vorgebracht werden (z.B. geringes Zahlenmaterial, Objektivität nicht überall gewährleistet).

a) Bei einer Nachwuchsrate von 0,43 (die für den alpinen Durchschnitt vielleicht etwas zu tief angesetzt ist) vergehen im Mittel 4,7 Jahre bis ein Paar 2 Junge aufgezogen hat. Von 7 in der Schweiz und in Österreich vor 1957 nestjung beringten und anschließend wiedergefundenen Steinadlern erreichten 2 (29%) die Geschlechtsreife (Höchstalter eines freilebenden Ringvogels: 25 Jahre und etwa 8 Monate; Jacquat 1976, Orn. Beob. 73: 28). Jungadler könnten häufiger menschlich bedingten Todesursachen zum Opfer fallen als Altvögel, die

seltener aufgefunden würden; allerdings zeigt sich diese Beziehung bei den eigenen Befunden nicht. Die Jugendsterblichkeit dürfte etwa 65–70% betragen, 75% (Brown & Watson 1964) scheint für die heutigen Verhältnisse in den Alpen etwas zu hoch angesetzt. Die Adler müßten also durchschnittlich 13,3–15,5 Jahre lang in verpaartem Zustand leben, damit die Bilanz Bruterfolg/Sterblichkeit ausgeglichen wäre. Die vielleicht etwas zu hoch kalkulierte mittlere Territoriumstreue verpaarter ♀ (16 Jahre) fördert die Vermutung, daß sich die Population im Gleichgewichtszustand hält.

b) In Graubünden leben ziemlich genau 75 Steinadlerpaare, die (unter Annahme einer Nachwuchsrate von 0,43) im Jahresdurchschnitt 32,3 Junge produzieren, von denen (65–70% Jugendsterblichkeit vorausgesetzt) 9,7–11,3 Exemplare geschlechtsreif werden. In den letzten zwölf Jahren konnten im jährlichen Mittel in Graubünden 2,2 ausgefallene Altadler registriert werden. Die Rückmelderate von in der Schweiz vor 1957 beringten Steinadlern ($n = 29$) beträgt 17%; 2 der markierten Vögel wurden erlegt. Die Erfassungsrate toter Steinadler dürfte in Graubünden höher sein als im gesamtalpinen Durchschnitt. Unter der realistischen Annahme, daß in Graubünden ein Fünftel bis ein Viertel der umgekommenen Altadler registriert werden, wären Zugang und Abgang bei den adulten Vögeln ungefähr ausgeglichen.

3.3.3. Populationsregulation

Die Beziehung zwischen dem Status der Population und der Nachwuchsrate kann sich durch das Sozialverhalten ergeben. Beim Schreiseeadler *Haliaeetus vocifer*, der in extrem kleinen Territorien lebt, wird der Bruterfolg in Zonen besonders hoher Paardichte infolge häufiger territorialer Interaktionen zwischen den Paaren reduziert (Thiollay & Meyer 1978). Streitigkeiten unter Nachbarvögeln sind in den großen Territorien des Steinadlers viel weniger ak-

tuell, können aber in den seltenen Fällen einer Territoriumsneugründung bei benachbarten Paaren zum Bebrütungsabbruch führen (vgl. Gargett 1975, 1977). Ein Zusammenhang zwischen Bruterfolg und Paardichte bzw. «home range»-Größe existiert im Untersuchungsgebiet nicht; im Gegensatz zum Bruterfolg ist die Territoriumsverteilung im mittleren Engadin seit Jahrzehnten dieselbe. Verändert hat sich aber der Bestand der Einzelvogelpopulation (parallel zum großräumigen Status der Brutpopulation). Beim Kaffernadler (der bezüglich Territorialität dem Steinadler ähnlich ist) dokumentierte Gargett (1975) einen Fall, wo ein Gelege verlassen wurde, weil das Brutpaar häufig in Auseinandersetzungen mit ins Territorium eingedrungenen adulten Einzelvögeln verwickelt war.

Die Beobachtungen im Untersuchungsgebiet legen dar, daß in gesättigten Populationen Störungen des Brutgeschehens durch unverpaarte Adler nicht nur in Einzelfällen vorkommen. In Territorien, die im Frühjahr gegenüber der Einzelvogelpopulation stark exponiert sind, kann die Fortpflanzung jahrelang unterbunden werden. Der gegebenenfalls bei benachbarten Paaren unterschiedliche Bruterfolg steht im Zusammenhang mit der unter Umständen von Territorium zu Territorium differierenden Art und Intensität des Einzeladlerdurchfluges. In den Alpen erreichen heute nur noch vereinzelt Paare einen hohen Bruterfolg; die sich ab Ende März flächig ausbreitende Einzelvogelpopulation muß in unterschiedlicher Intensität einen Einfluß auf den Bruterfolg fast aller Paare haben. Die durch Nahrungsangebot und «Spacing» bedingte Bewegung in der Einzelvogelpopulation streut deren Wirkung, welche überall kleinräumig differenziert sein dürfte. Es ist aber außerordentlich schwierig, bei der Vielzahl möglicher, den Bruterfolg beeinflussender Faktoren, einen nicht konstanten Einfluß der Einzelvogelpopulation zu beurteilen. Zwischen gewissen Schwellenwerten der territorialen Aktivität könnten Faktorenverbindungen wirken: zum Beispiel die relative Häufigkeit des

Einzeladlereinfluges und die Regelmäßigkeit erfolgreicher Bruten in den Vorjahren.

Die Territorialität bedingt eine Begrenzung der Dichte bzw. (im abgeschlossenen alpinen Areal) des Bestandes der Brutpopulation. Untersuchungen bei verschiedenen territorialen Tierformen haben gezeigt, daß Individuen, die sich kein Territorium sichern können, einer größeren Sterblichkeit unterliegen. Beim Steinadler ergibt sich über die räumliche Intoleranz hinaus eine Feineinstellung der Bestandesregulierung: der mit dem Status der (Einzelvogel-) Population variierende Bruterfolg hat eine Angleichung der Jungenproduktion an die Erfordernisse der Population zur Folge. In Beständen, die vom Menschen nicht oder nicht mehr beeinflußt werden, ist eine saturierte Brutpopulation mit relativ geringer Nachwuchsrate die Regel. Hingegen in bedrohten Populationen kann die Nachwuchsrate bzw. die Häufigkeit erfolgreicher Bruten mehr als doppelt so groß sein. Eine fein eingestellte, durch das Sozialverhalten gesteuerte Populationsregulation wurde bisher vor allem bei übergeordneten Beutegreifern (welche keine natürlichen Feinde haben und wegen ihrer geringen Zahl und weiträumigen Verteilung der Individuen auf relativ stabile Bestandesdichten angewiesen sind) dokumentiert. Auch beim Wolf bewirkt eine veränderliche Fortpflanzungshäufigkeit einzelner ♀ eine eigene Bestandeskontrolle und fördert in Zeiten der Bedrängnis das Überleben geschwächter Populationen. Fraglich sind die Mechanismen, welche zur Entstehung der Populationsregulation geführt haben. Die strikte Reinhaltung des Steinadlerterritoriums auf Kosten der Fortpflanzung kann durch Individualektion erklärt werden: schon eine gewisse Toleranz gegenüber einzelnen unverpaarten Vögeln hätte das Eindringen von weiteren Einzeladlern zur Folge (s. S. 202), wodurch die territoriale Lebensweise des Paares (welche der gegebenen Nahrungssituation optimal angepaßt ist) in Frage gestellt würde. Bei ausschließlicher Berufung auf Individualektion bleibt allerdings das Erstaunen, wie treffend die Er-

haltung des optimalen Status der Gesamtpopulation einreguliert ist.

3.4. Schlußwort für die Praxis

Diskussionen um die Gefährdung bzw. das «Überhandnehmen» des Steinadlers sollten folgendermaßen objektiviert werden: Die Brutpopulation ist gegenwärtig in weiten Teilen der Alpen im Bereich ihrer Sättigung. Der Steinadler ist in den Alpen heute nicht mehr gefährdet. Die Dichte der Paare liegt innerhalb der Tragfähigkeit des betreffenden Gebietes, durch die räumliche Intoleranz (Territorialität) ist eine wesentliche Erhöhung des Brutbestandes ausgeschlossen. Die Einzelvogelpopulation (unverpaarte Adler) verteilt sich auf Lücken innerhalb des alpinen Brutareals; ihr dichtabhängiger Einfluß auf den Bruterfolg bewirkt, daß eine dem Bestand angemessene Zahl von Jungvögeln produziert wird. Ein Steinadlerbestand kann nicht «überhandnehmen», irgendwelche Maßnahmen des Menschen sind unnötig, ja gefährlich. Denn eine Adlerpopulation mit ihrer äußerst geringen Individuendichte könnte mit unseren technischen Mitteln in kurzer Zeit wieder bedrängt werden; der Bruterfolg würde zwar ansteigen, dieser Effekt wäre durch jagdliche Maßnahmen jedoch rasch übertönt (in Graubünden trifft es 80 Hoch- und gut 30 Niederjäger auf ein Adlerpaar). Der uneingeschränkte Schutz ist also nach wie vor notwendig. Es gilt, den Steinadler in den Alpen, seinem weitaus bedeutsamen verbliebenen Lebensraum in Mitteleuropa, für alle Zukunft zu erhalten.

Danksagung: Mein größter Dank geht an meinen verehrten Lehrer, Prof. Dr. U. Glutz von Blotzheim, für die engagierte Leitung der Arbeit; seine Ratschläge, Anregungen, Literaturhinweise und die kritische Durchsicht des Manuskriptes waren die entscheidende Hilfe. Mit dem Jagd- und Fischereinspektorat des Kantons Graubünden ergab sich ebenso wie mit der Verwaltung des Schweizerischen Nationalparkes eine enge Zusammenarbeit, ich danke Dr. P. Ratti, Dr. R. Schloeth und ihren Aufsichtsorganen, vor allem G. Denoth, B. Bischoff, G. Sutter, G. Hummel†, S. Luzi, M. Reinalter,

J. Morell, P. Guidon, Chr. Ettinger, A. Eggenberger, L. Loretz, H. Ardüser †, D. De Tann, J. Schaniel, O. Rauch, C. Michael, R. Strimer, A. Marugg und A. Weber. Dank verdienen auch B. Wartmann, Dr. E. Sutter, E. Hämmerle, U. Brückmann, A. Schwab, Dr. N. Zbinden und P.-A. Oggier sowie alt Jagdinspektor C. Desax. Mein Schwiegervater, N. Kindschi, half in Fragen alpiner Gefahren; auf Beringungstouren begleiteten mich unter anderen Bergsteigerfreunde wie J. Kindschi, W. & Hp. Reiss, E. Loop und S. Gliott. Für Unterstützung danke ich den Naturhistorischen Museen Bern (Dr. P. Lüps), Chur (Dr. J. P. Müller, U. Schnepf), Basel (Dr. R. Winkler) und Genf (A. Keller), dem Jagdinspektorat des Kantons Bern (Dr. H. Brüllhardt), den Vogelwarten Sempach (R. Lévêque, Dr. R. Luder) und Radolfzell sowie dem Veterinär-bakteriologischen Institut der Universität Bern (Prof. K. Klingler, Frau Dr. R. Morgenstern). Die englischen Texte sind freundlicherweise von Dr. R. Luder verfaßt worden. Besonders verbunden bin ich meinen Eltern für ihre finanzielle Unterstützung sowie meiner Frau für ihre Mithilfe und ihr Verständnis.

Zusammenfassung, Summary

1. Brutpopulation: Im E Graubündens und in angrenzenden Gebieten der Provinz Sondrio (Italien) ist jeder geeignete Platz von einem Steinadlerpaar besetzt; auf 5565 km² fanden sich 1980/81 51 Paare. Die Siedlungsdichten der Teilflächen variieren zwischen 1 Paar/191 km² (Veltlin) und 1 Paar/75 km² (Unterengadin); ein hoher Anteil an jagdlich nutzbarem Gelände und kleinräumige Kammerung des Gebietes ermöglichen hohe Siedlungsdichten, die Wilddichte ist mit Ausnahme des Veltlins überall günstiger, als daß sie die Siedlungsdichte negativ zu beeinflussen vermöchte. Die Paare leben ganzjährig in ihrem «home range», dessen Grenzen und hauptsächlich beflogene Zonen während Jahren unverändert bleiben. Im Sommer fanden 4 eingehend untersuchte Paare auf Flächen von 22–48 km² alles, was sie für erfolgreiche Fortpflanzung benötigen. Nur ein nicht in einem abgeschlossenen Tal ansässiges Paar beflog bei weggefallener Horstbindung (Brutausschlag, mißglückte Brut) ein größeres Gebiet (87 km², bei Jungenaufzucht 35 km²). Im Winter konzentrierte sich die Aktivität von 8 Paaren auf 9–29 km² große Flächen, die vor allem in der subalpinen Höhenstufe liegen. Infolge der geringen winterlichen Thermik ist die Abhängigkeit von Sonnenhängen besonders ausgeprägt: die Flugaktivität blieb auf wenige Stunden in der Tagesmitte und zu 85% auf südliche Expositionen beschränkt. Hauptnahrung im Sommer ist das Murmeltier. Zur Nestlingszeit wurden nur murmeltierreiche (alpine) unter Umständen kilometerweit vom Horst entfernte Geländeabschnitte bejagt, bei 4 Paaren 6–16 km². Im Winter erstreckt sich die jagdliche Nutzung über den größten Teil des beflogenen Gebietes. Nahrungsgrundlage sind die 4

wildlebenden Paarhuferarten, die je nach Angebot als Aas angenommen oder (mit Ausnahme des Rothirsches) vor allem als Jungtiere (bis 15 kg schwer) geschlagen werden. In den Alpen sind Steinadlerpaare ganzjährig territorial und respektieren die Grenzen von Nachbarvögeln. Unverpaarte Adler geraten mitunter in Territorien hinein, wo sie von den Standvögeln attackiert und vertrieben werden; einzig in den selten vorkommenden, vom Horst topographisch stark abgeschlossenen Teilen des «home range» zeigte sich verminderte Territorialität.

2. Einzelvogelpopulation (= Teilpopulation aus unverpaarten Adlern): Einzeladler fliegen gewöhnlich jeden Tag in andere Gebiete ein, insbesondere die noch nicht geschlechtsreifen Individuen streichen großräumig im Alpenkörper umher. Der Lebensraum entspricht demjenigen der Brutvögel, Einzeladler sind aber vor allem in paarfreien Räumen anzutreffen. 14 Nahrungsbelege betrafen ausschließlich Aas (Paarhufer): Einzelvögel sind auf großräumigen Suchflug angewiesen, welcher die Ausnützung des diskontinuierlich anfallenden Aases (Fallwild, Verluste bei der Schafsommerung) ermöglicht. Die Thermikverhältnisse haben zur Folge, daß Einzeladler zwischen November und März in große Talsysteme mit weit sich erstreckenden Sonnenhängen (Längsfurchen) kanalisiert werden oder in südliche Alpentale abwandern. Im Engadin steht den unverpaarten Vögeln im Winter und Frühjahr nur wenig einigermäßen paarfreier Raum als Zwischenstation für Erholung und Ernährung zur Verfügung; in Grenzbereichen zwischen Einzeladlergebieten und Territorien kommt es besonders zwischen Februar und Mai regelmäßig zu territorialen Aktivitäten von Brutvögeln gegenüber unverpaarten Adlern.

3. Populationsdynamik: Im Kernuntersuchungsgebiet (Graubünden) betrug die Nachwuchsrate (ausfliegende Junge pro Paar und Jahr) 1973–1982 0,43 (n = 121). Bei 6 Paaren, deren Territorien direkt an ein (bis weit in den Frühling genutztes) Winter-Einzeladlergebiet angrenzen, kam es zwischen 1978 und 1982 in 28 Fällen lediglich zu 2 erfolgreichen Bruten; bei 10 Paaren, deren Territorien keine gemeinsame Grenze mit Einzeladlergebieten aufweisen, betrug die Nachwuchsrate in derselben Zeitspanne 0,65 (n = 48). In Grenzterritorien zu Einzeladlergebieten war der Bruterfolg in früheren Jahrzehnten besser und mit anderen Territorien vergleichbar. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als die alpine Steinadlerpopulation einen Bestandestiefpunkt erreichte, brüteten die Paare so gut wie alljährlich erfolgreich (Nachwuchsrate bei 2 Paaren 1915–1934 1,06; n = 35). Die Brutgröße (ausfliegende Junge pro erfolgreiche Brut) hängt im Gegensatz zur Häufigkeit erfolgreicher Bruten mit der Nahrungssituation zusammen und hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte kaum verändert. Der Anteil adulter Individuen in der Einzelvogelpopulation beträgt 10 (16) %: die geschlechtsreifen Einzeladler scheinen von der in weiten Teilen der

Alpen offenbar seit einiger Zeit gesättigten Brutpopulation absorbiert zu werden. Die Bilanz Bruterfolg-Sterblichkeit ist heute bei relativ geringer Nachwuchsrate (ähnliche Werte sind auch aus anderen Alpentaleen belegt) ausgeglichen.

4. *Diskussion:* Ein Vergleich des Bruterfolges von verschiedenen Steinadlerpopulationen in Europa legt zusammen mit den eigenen Befunden nahe, daß die Häufigkeit erfolgreicher Bruten mit dem Status der betreffenden Population verbunden ist. Der variable Bruterfolg bedingt eine Angleichung der Jungenproduktion an die Erfordernisse der Population. Steuernder Faktor ist die dichteabhängig wirkende Einzelvogelpopulation: Paare, deren Territorien im Frühjahr dem Einzeladlereinfluss stark ausgesetzt sind, können wegen großer territorialer Aktivität jahrelang ohne Nachwuchs bleiben. In den Alpen wirkt sich die Einzelvogelpopulation heute vermutlich auf fast alle Territorien mehr oder weniger stark aus, da gegenwärtig höchstens vereinzelte Paare so erfolgreich brüten, wie es in bedrängten Populationen verbreitet der Fall ist.

Spatial organization and dynamics of a population of Golden Eagles Aquila chrysaetos in the central Alps

1. *Breeding population:* Every suitable place is occupied by a pair of Eagles in the eastern part of the Grisons (Switzerland) and in the adjoining province of Sondrio (Italy). In 1980/81 51 pairs were censused in an area of 5565 km² (fig. 2). The breeding density in different sectors of the study area varied between 1 pair per 191 km² ("Veltlin") and 1 pair per 75 km² (Lower Engadine; table 1). A high density is made possible by the abundance of sectors suitable for hunting prey and by the subdivision of the landscape into many small valleys. Except for the "Veltlin", prey density is not a limiting factor for the breeding density of the Eagles. Each pair lives in a well established home range throughout the year, whose boundaries and preferred zones are stable for years. In summer 4 extensively studied pairs were able to find all the necessary factors for a successful reproduction within an area of 22 to 48 km² each (table 2). Only one pair living along the axis of a valley open on both sides flew over a larger area (87 km² in years when not or unsuccessfully breeding, 35 km² in a year when young were reared; fig. 3). The area used by an extensively controlled ♂ was the same throughout the nestling season. However, a rhythmical activity following the changing position of sunny slopes and up-currents during the day was observed (fig. 4). Winter activity of 8 pairs was restricted to subalpine areas measuring from 9 to 29 km² each (table 3). Due to the limited thermic up-currents, the dependence upon sunny slopes is very pronounced: flying is reduced to a few hours at noon (fig. 8), in 85 percent of the observed cases along slopes exposed to the sun (table 4). Marmots (*Marmota marmota*)

are the main prey in summer. Food for the Eagles was searched exclusively in (alpine) areas (measuring from 6 to 16 km² for four different pairs) with a high density of Marmots, sometimes several kilometres from the eyrie (fig. 9). In winter, hunting can be observed in almost the entire winter range. Winter prey consists of 4 different ungulate species. According to the supply, carrion is accepted, and young animals weighing up to 15 kg are killed (see table 8; *Cervus elaphus* fawns are too heavy). During the nestling season attacks started from look-outs are about twice as numerous, but less successful than those started during search flights (table 7). The total of successful attacks amounted to about 9 to 17 percent. Typical claw imprints on the skull were observed on all but one large prey killed (ungulates older than 6 months; fig. 10). Pairs in the Alps remain territorial throughout the year, respecting neighbouring territories (fig. 11). If single Eagles happen to fly into territories, they are attacked and chased away by the resident pair. A chance not to be attacked is given in rarely occurring remote corners which are shielded from the main part of a territory by topographic barriers.

2. *Single Eagles:* Single immature and non territorial unpaired Eagles constantly change their position and usually fly daily from region to region. Especially immatures roam about broadly within the Alps. Their distribution coincides with that of breeding Eagles, but they stay mainly in extraterritorial areas (table 10). 14 different prey animals were taken as carrion (ungulates), indicating that singles rely upon extended search flights which permit the exploitation of the discontinuous offer of carrion (perished ungulates in winter, domestic sheep in summer; see table 12). Thermic conditions are the reason why singles are canalized into extended valleys with vast sunny slopes (alpine longitudinal valleys) or migrate to the southern border of the Alps (fig. 16, 18). Only very limited extraterritorial space suitable for resting and feeding is available to single Eagles in winter and spring in the Engadine (fig. 7, see table 11). Breeding Eagles defending their territory against single Eagles can be observed regularly from February until May along the borders between territories and ranges of singles (table 9, fig. 12).

3. *Population dynamics:* From 1973 to 1982 the average number of fledged young per pair and year was 0,43 (n = 121) in an extensively studied zone of the study area (Grisons; table 13). From 1978 until 1982, in 6 territories adjacent to ranges of singles (occupied until late in spring) only 2 broods out of 28 pair-years were successful (table 14). The mean number of fledged young for 10 pairs in territories without common borders with ranges of single Eagles was 0,65 (n = 48). In earlier decades, breeding success in territories adjacent to a range of singles used to be higher and comparable to that of other territories (table 15). Such pairs had an almost annual breeding success at the beginning of the 20th century, when the alpine population had

reached its minimum (the mean number of fledged young for 2 pairs was 1,06; $n = 35$ from 1915 to 1934). Contrary to the frequency of successful broods (depending largely on unchallenged space) the mean brood size at fledging for successful pairs depends on the availability of prey. It has barely changed during the last decades. Hunting significantly influenced the mortality of Golden Eagles before their legal protection. Eagles killed or seriously wounded by others can again be observed today, whereas such fights were never reported in times when Eagles were pursued by man (table 16). According to data on the age structure of the breeding population, life expectancy of mated females is estimated to be about 20 years. In the study area 10 (16) percent of the single Eagles are adults. Sexually mature singles seem to be assimilated by the breeding population, which has apparently been saturated for a longer time in a substantial portion of the Alps. Breeding success and mortality are in equilibrium even at a low rate of reproduction (similar data exist for other parts of the Alps).

4. *Discussion*: A comparison of the breeding success of different European populations as well as data presented in this paper suggest that the frequency of successful breeding is connected with the status of the corresponding population. A rate between 0,4 and 0,6 fledged Eaglets per pair and year has been observed for saturated populations, which are not or no longer directly influenced by man (Alps today, Scandinavia, Scotland). This rate, especially the frequency of successful broods, can be more than twice as high for threatened populations (Alps at the beginning of the 20th century, Appennines/Italy, Massif Central/France). Variable breeding success implies an adjustment of the offspring production to meet the requirements of the population. The density-dependent effect of singles in their entirety is the regulating factor: pairs frequently confronted with single Eagles in spring have no breeding success for years due to their increased territorial activity. The fact that at best very few pairs of the alpine population have been breeding as successfully as it was usual in the weakened population suggests that the presence of single Eagles influences almost every pair in the Alps. It is not clear how the mechanisms regulating the population evolved. Considering natural (individual) selection only, it is still amazing how excellently the optimum status of the population is regulated.

Literatur

- AUSTRUY, J.-C. & J.-M. CUGNASSE (1981): L'Aigle royal dans le Massif Central. *Nos Oiseaux* 36: 133–142.
- BEECHAM, J.J. & M.N. KOCHERT (1975): Breeding biology of the Golden Eagle in southwestern Idaho. *Wilson Bull.* 87: 506–513.
- BESSON, J. (1967): Notes sur la reproduction de quatre couples d'Aigles royaux dans les Alpes-maritimes en 1966. *Alauda* 35: 49–61.
- BOEKER, E.L. & T.D. RAY (1971): Golden Eagle population studies in the Southwest. *Condor* 73: 463–467.
- BOEKER, E.L. & E.B. BOLEN (1972): Winter Golden Eagle populations in the Southwest. *J. Wildl. Mgmt* 36: 477–484.
- BROWN, L.H. (1966): Observations on some Kenya eagles. *Ibis* 108: 531–572. – (1969): Status and breeding success of Golden Eagles in north-west Sutherland in 1967. *Brit. Birds* 62: 345–363.
- BROWN, L.H. & A. WATSON (1964): The Golden Eagle in relation to its food supply. *Ibis* 106: 78–100.
- BUCHLI, CH. (1970): Zur Brut- und Ernährungsbiologie des Steinadlers im Münstertal. Diplomarbeit am Zool. Inst. Zürich, Typoskript 74 S.
- CAMENZIND, F.J. (1969): Nesting ecology and behavior of the Golden Eagle. *Biol. Series Brigham Young Univ.* 10: 4–15.
- CLOUET, M. (1981): L'Aigle royal dans les Pyrénées françaises. Résultats de 5 ans d'observations. *Rev. franç. Orn.* 51: 89–100.
- CLOUET, M. & J.-L. GOAR (1981): Comparaison entre l'écologie de deux populations d'Aigles royaux du midi de la France: Pyrénées et Languedoc. *Rapaces méditerranéens (Annales du CROP No. 1, Aix en Provence)*: 88–91.
- CORKHILL, P. (1980): Golden Eagles on Rhum. *Scot. Birds* 11: 33–43.
- CORTI, U.A. (1961): Die Brutvögel der französischen und italienischen Alpenzone. *Chur*.
- CRAMP, S. & K.E.L. SIMMONS (1980): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 2: Hawks to bustards. Oxford.
- DEPPE, H.J. (1974): Zum Vorkommen des Steinadlers in der mitteleuropäischen Tiefebene zwischen Ems und Memel. *Vogelwelt* 95: 201–227.
- DI CARLO, E.A. (1980): Indagine preliminari sulla presenza passata ed attuale dell'Aquila reale sugli Appennini. *Gli uccelli d'Italia* 5: 263–283.
- DIXON, J.B. (1937): The Golden Eagle in San Diego County, California. *Condor* 39: 49–56.
- EVERETT, M.J. (1971): The Golden Eagle survey in Scotland in 1964–68. *Brit. Birds* 64: 49–56.
- FASCE, P. (1981): Recensement et succès de reproduction de l'Aigle royal dans les Alpes occidentales italiennes et l'Appennin septentrional. *Rapaces méditerranéens (Annales du CROP No. 1, Aix en Provence)*: 92–94.
- FÖHN, P. & E. BECK (1981): Schnee und Lawinen in der Region Davos. Winterbericht des Eidg. Inst. für Schnee- und Lawinenforschung Weißfluhjoch/Davos Nr. 44 (Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1979/80): 29–41.
- FRAMARIN, F. (1982): Enquête sur l'Aigle royal dans le Parc national du Grand-Paradis. *Nos Oiseaux* 36: 263–273.
- FREMMING, O.R. (1980): Kongeørn i Norge. *Vilt-rapport* 12: 1–63.

- GARGETT, V. (1975): The spacing of Black Eagles in the Matopos, Rhodesia. *Ostrich* 46: 1–44. – (1977): A 13-year population study of the Black Eagles in the Matopos, Rhodesia, 1964–1976. *Ostrich* 48: 17–27.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (1962): Die Brutvögel der Schweiz. Aarau.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., K.M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4: Falconiformes. Frankfurt a.M.
- GORDON, S. (1955): The Golden Eagle, King of Birds. London.
- HALLER, H. (1978): Zur Populationsökologie des Uhus im Hochgebirge: Bestand, Bestandesentwicklung und Lebensraum in den Rätischen Alpen. *Orn. Beob.* 75: 237–265.
- KARLEN, M. (1977): Biologische Beobachtungen über die Steinadler in der Landschaft Davos. Schweizer Jugend forscht 10 (5): 3–7.
- KOBLER, B. (1948): Adler und Adlerschäden. Typoskript 26 S.
- LOCKIE, J.D. (1964): The breeding density of the Golden Eagle and Fox in relation to food supply in Wester Ross, Scotland. *Scot. Nat.* 71: 67–77.
- LOCKIE, J.D. & D.A. RATCLIFFE (1964): Insecticides and Scottish Golden Eagles. *Brit. Birds* 57: 89–102.
- LOCKIE, J.D., D.A. RATCLIFFE & R. BALHARRY (1969): Breeding success and organo-chlorine residues in Golden Eagles in West Scotland. *J. appl. Ecol.* 6: 381–389.
- MATHIEU, R. (1981): L'Aigle royal dans les Alpes méridionales françaises: Essai de synthèse. Rapaces méditerranéens (Annales du CROP No. 1, Aix en Provence): 79–84.
- MCGAHAN, J. (1968): Ecology of the Golden Eagle. *Auk* 85: 1–12.
- MOSHER, J.A., C.M. WHITE, J.R. MURPHY & M.A. JENKINS (1978): Raptors of the Uinta National Forest, Utah. *Great Basin Naturalist* 38: 438–446.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1975): Steinadlerkämpfe in Graubünden. *Orn. Beob.* 72: 115–116.
- MURPHY, J.R. (1975): Status of a Golden Eagle population in central Utah, 1967–1973. Raptor Research Foundation, Raptor Res. Rep. 3: 91–96.
- NEWTON, I. (1979): Population Ecology of Raptors. Berkhamsted.
- NIEDERWOLFSGRUBER, F. (1981): Zur Situation der Steinadler-Population in Tirol. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsberichte 3 (Zur Situation der Greifvögel in den Alpen): 49–50.
- NOVELLETO, A. & F. PETRETTI (1980): Ecologia dell'Aquila reale negli Appennini. *Riv. Ital. Orn.* 50: 127–142.
- OGGIER, P.-A. (1981): L'Aigle royal en Valais: Effectif et densité. *Bull. Murithienne* 98: 55–66.
- OLENDORFF, R.R. (1975): Population status of large raptors in northeastern Colorado – 1970–1972. Raptor Research Foundation, Raptor Res. Rep. 3: 185–205.
- SCHÜEPP, M. (1960): Klimatologie der Schweiz. C. Lufttemperatur 1. Teil. Beih. zu Ann. Schweiz. Meteorol. Zent.anst. (Jg. 1959).
- SMITH, D.G. & J.R. MURPHY (1973): Breeding Ecology of raptors in the eastern Great Basin of Utah. *Biol. Series Brigham Young Univ.* 18: 1–76.
- STEMMLER, C. (1955): Der Steinadler in den Schweizer Alpen. Schaffhausen.
- STUDER, TH. & V. FATIO (1889): Katalog der Schweizerischen Vögel. 1. Lieferung. Bern.
- SUTTER, E. (1975): Zum Geschlecht kämpfender Steinadler. *Orn. Beob.* 72: 116–117.
- THIOLLAY, J.M. (1967): Essai sur les rapaces du midi de la France. Distribution, écologie, tentative de dénombrement. *Aigle royal. Alauda* 35: 140–150.
- THIOLLAY, J.M. & J.A. MEYER (1978): Densité, taille des territoires et production dans une population d'Aigles pêcheurs. *Terre et Vie* 32: 203–219.
- TJERNBERG, M. (1977): Individuell igenkänning av kungsörnar i fält samt resultat av vinterinventeringar i sydvästra Uppland. *Vår Fågelvärld* 36: 21–32.
- TSCHUDI, F. VON (1853): Das Thierleben der Alpenwelt. Leipzig.
- URFER-HENNEBERGER, CH. (1970): Neuere Beobachtungen über die Entwicklung des Schönwetterwindsystems in einem V-förmigen Alpental (Dischmatal bei Davos). *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B.* 18: 21–42.
- UTTINGER, H. (1965, 1970): Klimatologie der Schweiz. E. Niederschlag 1.–3. bzw. 5.–8. Teil. Beih. zu Ann. Schweiz. Meteorol. Zent.anst. (Jg. 1964 bzw. 1969).
- WATSON, A. (1957): The breeding success of Golden Eagles in the north-east Highlands. *Scot. Nat.* 69: 153–169.

*Dr. Heinrich Haller, Museumstrasse 13,
7260 Davos*