

Aus der Schweizerischen Vogelwarte Sempach
und dem Zoologischen Institut der Universität Bern

Zugverhalten von Mäusebussard *Buteo buteo* und Sperber *Accipiter nisus* im Alpenraum¹

Hans Schmid, Thomas Steuri und Bruno Bruderer

Der Anteil gewisser Arten am herbstlichen Greifvogelzug auf inneralpinen Pässen ist unerwartet niedrig; andere treten erstaunlich häufig auf (Tab. 1). Es sind vorab die als ausgeprägte Segelflieger geltenden Arten, die auf den Alpenpässen in relativ geringer Zahl beobachtet werden (Fuchs 1968, Thiollay 1966/67). Auf dem Col de Bretolet in den Walliser Alpen erreicht der Mäusebussard nur einen Anteil von rund 3% aller durchziehenden Greifvögel (Thiollay 1966/67), während Zählergebnisse von anderen Beobachtungsstationen in Mittel- und Nordeuropa einen Anteil von 30–50% erwarten lassen (z. B. Alerstam 1981, Gatter 1972, Rudebeck 1950, Ulfstrand et al. 1974).

Ausgehend von einem Vergleich des Zugverhaltens einer als stark und einer als kaum aufwindabhängig beschriebenen Art soll untersucht werden, welche Gründe für das unerwartet seltene Auftreten segelfliegender Arten auf inneralpinen Pässen massgebend sein könnten und welche Auswirkungen die Aufwindabhängigkeit für eine segelfliegende Art dabei hat. Aufgrund ihrer relativen Häufigkeit, vergleichbaren Zugzeiten, -richtungen und -ziele wurden der Mäusebussard als stark und der Sperber als wenig aufwindabhängige Art gewählt. Die Analyse des Zugverhaltens

dieser beiden Arten soll über drei Stufen jeweils in bezug auf ihre räumliche und ihre zeitliche Dimension erfolgen:

In einer *ersten Stufe* wird der *grossräumige Zugablauf* der beiden Arten im europäischen Raum anhand von Ringfunden und örtlichen Beobachtungen charakterisiert. Damit soll geklärt werden, von welchen Populationen überhaupt Durchzügler im Alpenraum² zu erwarten sind, in welche Richtung diese durchschnittlich ziehen und wann der Hauptdurchzug hier stattfindet.

Die *zweite Stufe* gilt dem *regionalen Zugablauf*: Die aufgrund der Ringfunde zu erwartenden Zugrichtungen werden mit den in drei Regionen des nördlichen Alpenvorlandes im Feld beobachteten Zugrichtungen verglichen. Bei der zeitlichen Dimension wird geprüft, wann der Durchzug auf drei nahe beieinanderliegenden, aber topographisch stark differierenden Beobachtungsstationen stattfindet.

In einer *dritten Stufe* wird versucht, das *lokale Zugverhalten* der beiden Arten aufgrund kombinierter Radar- und Feldbeobachtungen am Alpenrand zu charakterisieren. Insbesondere interessiert, ob und inwiefern eine Gebirgskette am Alpenrand das Flugverhalten dieser beiden Greifvögel beeinflusst und wie sich die Aufwindabhängigkeit der einen Art verglichen mit der anderen auswirkt.

¹ Gekürzte und überarbeitete Fassung einer Diplomarbeit des Erstautors unter der Leitung von PD Dr. B. Bruderer und Prof. Dr. B. Tschanz im Rahmen des Alpenzugprogramms der Schweiz. Vogelwarte. Unterstützt durch den Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt Nr. 3. 161-0. 81).

² Unter dem Begriff «Alpenraum» wird hier primär der im Gebiet der Schweiz liegende Teil des Alpenbogens sowie dessen nördliches Vorgelände verstanden.

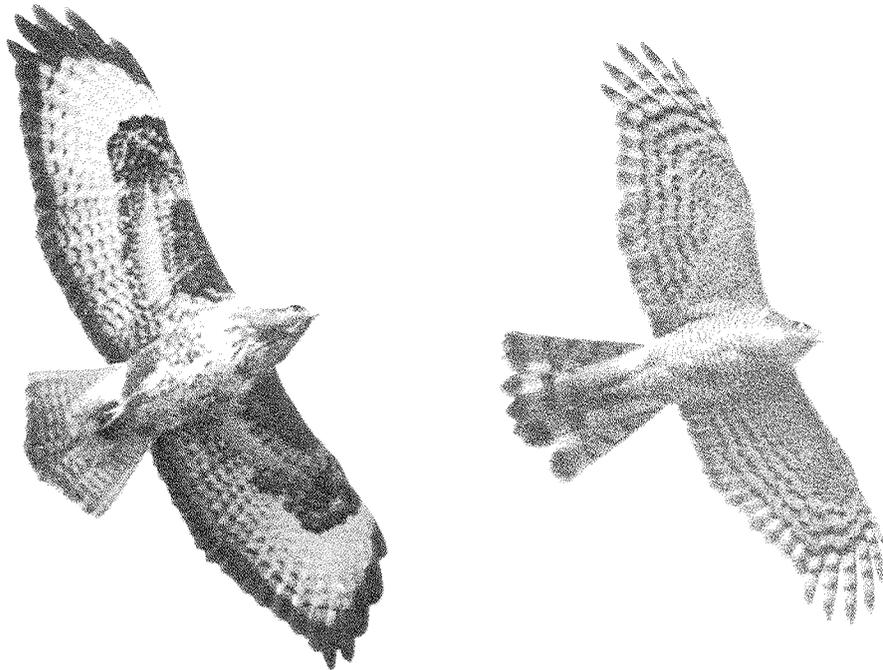


Abb. 1. (a) Kreisender Mäusebussard. Trotz der grossen Tragflächen weist er eine um rund 25% höhere Flächenbelastung auf als der Sperber. (b) Kreisender Sperber. Kurze Flügel und ein langer, breit fächerbarer Schwanz verleihen ihm eine grosse Wendigkeit. (Aufnahmen von Erich Frei). – (a) *Soaring Common Buzzard. In spite of its large wing area it has a 25% higher wing loading than the Sparrowhawk.* (b) *Soaring Sparrowhawk. Short wings and a long spreadable tail allow quick manoeuvres.*

1. Grossräumiger Zugablauf

1.1. Zugrichtungen und Zugdistanzen europäischer Populationen

Aufgrund von Ringfunden soll ein Überblick über Durchzugs- und Überwinterungsgebiete sowie über Zugrichtungen und Zugdistanzen der beiden Arten in Europa gewonnen werden. Er soll zeigen, welche Populationen auf dem Zug im Alpenraum auftreten können, und welches die im Untersuchungsgebiet zu erwartenden Zugrichtungen sind. Die mittleren Zugrichtungen der verschiedenen Populationen wer-

den später für Vergleiche mit im Feld beobachteten Zugrichtungen herangezogen, während anhand der mittleren Zugdistanzen beurteilt wird, ob zumindest Teile einer bestimmten Population so weit ziehen, dass sie den Alpenraum tangieren können.

1.1.1. Material und Methode

Es musste sehr unterschiedlich bearbeitetes Material zusammengetragen werden. Die Quellen und die Qualität der einbezogenen Datensätze sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die Richtungen zwischen Berin- gungs- und Wiederfundort wurden nach

Tab. 1. Prozentuale Anteile der häufigsten Greifvogelarten auf drei Beobachtungsstationen im Alpenraum (nach Thiollay 1966/67, Schmid 1985, Mulhauser et al. 1984). Da die Daten grösstenteils aus den Monaten September und Oktober stammen, ist der früher ziehende Schwarzmilan untervertreten. – *Percentage of the most common raptor species at three observation stations in the area of the Alps. The data were obtained mainly in September and October; the low percentage of the Black Kite is due to its early migration.*

	Bretolet 1951–1965 (n = 15034)	Wasserscheide 1980–1985 (n = 10795)	Fort l'Écluse 1983 (n = 3314)
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	3,2	19,8	46,6
Sperber <i>Accipiter nisus</i>	12,8	32,8	8,4
Wespenbussard <i>Pernis apivorus</i>	34,0	11,7	21,0
Rohrweihe <i>Circus aeruginosus</i>	7,0	12,7	6,6
Rotmilan <i>Milvus milvus</i>	0,5	0,9	4,0
Schwarzmilan <i>Milvus migrans</i>	0,6	1,2	5,0
Baumfalke <i>Falco subbuteo</i>	4,7	2,4	0,7
Turmfalke <i>Falco tinnunculus</i>	31,6	9,3	2,1
Übrige	5,6	9,2	6,7

Imboden & Imboden (1972) als Loxodrome berechnet. Wo numerische Angaben fehlten, mussten die Richtungen und Distanzen graphisch bestimmt werden; dabei ist mit Abweichungen bis zu 10° bei den Richtungen und bis zu 10% bei den Distanzen zu rechnen. Berücksichtigt wurden generell nur Fernfunde, d. h. Funde, die mindestens hundert Kilometer vom Beringungsort entfernt sind. Soweit es die Zahl der Ringfunde zulies, wurden nur Daten von Nestlingen verwendet, deren Wiederfund zwischen dem 1. Oktober und dem 31. März ihres ersten Lebensjahres lag. Die Berechnung des mittleren Vektors der Zugrichtungen erfolgte nach Batschelet (1981).

1.1.2. Ergebnisse

Für die beiden Arten gilt die Regel, dass eine bestimmte Population durchschnittlich umso weiter zieht, je weiter ihr Brutgebiet im Nordosten liegt. Die längsten Distanzen dürften von den im Darwin Reservat (rund 350 km nördlich von Moskau) beringten Sperbern mit durchschnittlich mehr als 2000 km zurückgelegt werden (Michelson & Viksne 1982). Vertreter der mitteleuropäischen Populationen legen hingegen durchschnittlich Zugstrecken von weniger als 1000 km zurück (Tab. 2). Die Nominatform des Mäusebussards unternimmt in der

Regel etwas kürzere Wanderungen als der Sperber. So weisen die Fernfunde mitteleuropäischer Bussarde auf durchschnittliche Zugdistanzen von 300–500 km.

Die aufgrund von Tab. 2 gezeichnete Abb. 2a zeigt, dass Mäusebussardpopulationen westlich des 25. Grades östlicher Länge mehrheitlich in südwestlicher Richtung gegen Mitteleuropa ziehen, während östlichere Populationen in süd-südöstlicher Richtung gegen den Balkan oder Kleinasien wandern. Demzufolge treten (west-) finnische, (ost-)schwedische, baltische, polnische, tschechische und ostdeutsche Bussarde im Alpenraum auf. Dazu kommen noch die auf schweizerischem, südostbayrischem und allenfalls österreichischem Gebiet ansässigen Brutpopulationen. Die beim Mäusebussard im Alpenraum erwarteten Richtungen liegen im Bereich von 210–240°, mit einem deutlichen Schwergewicht zwischen 225–235°.

Sperberpopulationen westlich des 33. östlichen Längengrades (östlich des Ladoga-Sees) ziehen hauptsächlich in südwestlicher Richtung und erscheinen dabei in Mitteleuropa (Tab. 2 und Abb. 2b). Im weiter östlich gelegenen Darwin Reservat beringte Sperber wandern Richtung Südosteuropa. Demnach sind finnische, (ost-)schwedische, baltische, zum Teil auch karelische und murmanische, polnische, tschechische

Tab. 2. Durchschnittliche Zugrichtungen und -distanzen europäischer Mäusebussard- und Sperberpopulationen. Abkürzungen: Bearb. = Qualität der Bearbeitung, num. = numerische Bearb. durch uns, graph. = graphische Bearb. durch uns, A = Angaben vom jeweiligen Autor, VW = Vogelwarte, sed. = sedentär. – *Mean migratory directions and distances of European Common Buzzard and Sparrowhawk populations (with indications on the processing of the data).* Abbreviations: Bearb. = quality of processing, num. = numerical processing by the authors, graph. = graphical processing by the authors, A = data of the authors mentioned, VW = Ornithological Institute, sed. = sedentary. – Quellen/sources: (1) Michelson & Viksne (1982); (2) Belopolskii (1972); (3) Saurola (1977, 1981); (4) Alerstam (1982), Olsson (1958); (5) Mathiasson (1962); (6) Holgersen (1952); Martinsen & Hagen (1957, 1958, 1960, 1961, 1965); Anker-Nilssen et al. (1977); (7) Rosendahl (1975); Schelde (1960); Skovgaard (1930, 1930a, 1936, 1937, 1942); (8) Herr (1972); (9) Hückler (1966); Mebs (1965); Rüttgers (1977); Zink (1958, 1959); (10) Ringfunde VW Radolfzell (bis Sept. 1984); (11) Perdeck & Speek (1967); (12) Verheyen (1955); (13) Mead (1973); Newton (1975); (14) Ruffray & Bayle (1980; kaum je Beringungen in Frankreich); (15) Ringfunde VW Sempach (bis Juni 1984).

Population	Quellen	Bearb.	Mäusebussard			Sperber		
			n	Richtung	Distanz	n	Richtung	Distanz
Darwin Reserv. (N Moskau)	(1)	A	–	–	–	10 ^a	216	2045
Gumbaritzi (E Ladoga-See)	(1)	A	–	–	–	9 ^a	217	1950
Baltikum	(1)	graph., A	14	224	1740	26 ^a	220	1565
Kurische Nahrung	(1, 2)	A	–	–	–	53 ^a	234	1130
Finland:								
– Westfinland	(3)	graph.	31	211	1760	} 62 ^b	214	1850
– Ostfinland	(3)	graph.	16	167	(1760)			
Schweden:								
– Nordschweden	(4)	graph.	5	213	2930	} 25	207	1235
– Südschweden	(5)	graph.	103	219	870			
Norwegen	(6)	num.	9	186	945	8	196	990
Dänemark	(7)	graph.	22	209	660	27	210	1065
Polen	(1)	A, graph.	6	229	870	(23)	(230)	(915)
Tschechoslowakei	(1)	A, graph.	10	204	385	(23)	(230)	(915)
Deutsche Dem. Republ.	(1, 8)	num., A, graph.	7	242	575	16	233	835
Bundesrepublik Deutschland:								
– Norddeutschland	(8, 9, 10)	num.	50	232	390	25	223	915
– Hessen, Rheinl.-Pfalz	(8, 9, 10)	num.	11	229	475	13	221	780
– Baden-Württemberg	(8, 9, 10)	num.	44	233	395	(1)	–	–
– Bayern	(8, 9, 10)	num.	25	232	445	9	247	495
– total	(8, 9, 10)	num.	130	232	–	48	227	–
– Österreich	(10)	num.	3	(SE)	(130)	3	(223)	(335)
– Niederlande	(11)	graph.	–	sed. (?)	–	15	214	530
– Belgien	(12)	–	–	sed. (?)	–	(5)	–	(≤ 150)
– Grossbritannien	(13)	–	–	sed.	–	–	sed.	530
– Frankreich	(14)	–	–	sed. (?)	–	–	sed. (?)	–
– Schweiz	(15)	num.	21	227	320	6	224	750

^a Beringt als Durchzügler

^b Beringt als Durchzügler oder als Nestlinge (übrige nur Nestlinge).

sowie ostdeutsche Sperber mit einiger Regelmässigkeit im Alpenraum zu erwarten, zudem die schweizerischen, bayrischen und österreichischen Brutvögel. Nach unseren Befunden ist beim Sperber im Alpenraum mit Richtungen von etwa 210–240°, mit einem Schwergewicht von Richtungen um 230°, zu rechnen.

1.1.3. Diskussion

Beringungsergebnisse sind nicht immer unumstritten (z. B. Perdeck 1977). Vorbehalte sind auch bei dem gewonnenen Überblick über die Zugrichtungen und Zugdistanzen am Platz. Zwar sind die Wiederfundraten von rund 10 % beim Sperber und

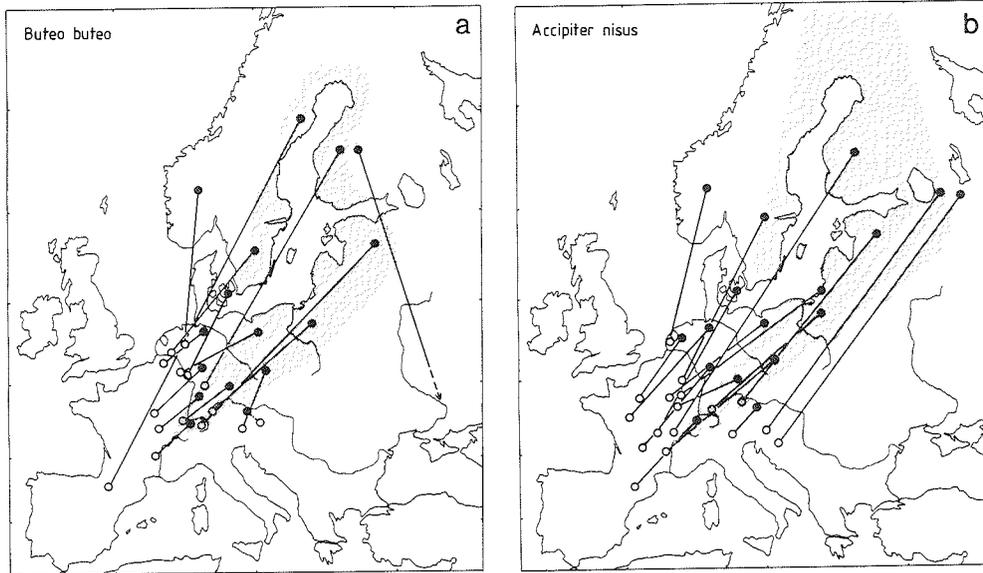


Abb.2. Zugrichtungen und -distanzen europäischer (a) Mäusebussard- und (b) Sperber-Populationen. Ausgefüllte Kreise = Schwerpunkte des Brut- bzw. Beringungsgebietes, offene Kreise = Schwerpunkte des Überwinterungsgebietes der jeweiligen Population. Im Alpenraum dürften vorab Mäusebussarde und Sperber aus den schraffierten Gebieten auftreten. (Richtungstreue, aber nicht distanztreue Mercator-Projektion.) – Migratory directions and distances of European populations of Common Buzzards (a) and Sparrowhawks (b). Points = center of gravity of breeding or ringing area, circles = center of gravity of wintering area of a certain population. Hatched areas = main recruiting areas of Common Buzzards and Sparrowhawks appearing in the area of the Alps. (Mercator projection.)

sogar rund 20 % beim Mäusebussard verglichen mit Kleinvögeln (rund 1 %) sehr hoch, doch sind sie teilweise durch den hohen Jagddruck – vorab in romanischen Ländern – bedingt. Es ist demnach anzunehmen, dass gerade die weitesten Fernfunde durch diese stärkere Verfolgung überproportional vertreten sind, wie dies Perdeck (1977) für verschiedene Arten eindrücklich zeigen konnte. Andererseits dürften die durch Verkehrsmittel, Leitungen und Glascheiben verursachten Ausfälle zu einer erhöhten Wiederfundrate im dichtbesiedelten Mitteleuropa führen und den Fehler zumindest teilweise ausgleichen.

Beim Mäusebussard können auch alters-, beim Sperber geschlechtsspezifische Unterschiede im Zugverhalten (vgl. Belopolskii 1972, Burr 1936, Glutz et al. 1971, Michelson & Viksne 1982, Saurola 1981) die Ring-

fundergebnisse und dabei insbesondere die mittlere Zugdistanz verfälschen. Hinsichtlich der primär interessierenden Zugrichtung ergibt sich aber aus diesen Vorbehalten keine wesentlich erhöhte Fehlermöglichkeit, zumal sich die Zugrichtung bei Bussard und Sperber mit zunehmender Entfernung vom Brutgebiet nicht oder höchstens geringfügig ändert.

1.2. Jahreszeitlicher Zugablauf in Europa

Dieses Kapitel vermittelt einen Überblick über den jahreszeitlichen Ablauf des Zuges von Mäusebussard und Sperber in Europa im Hinblick auf die zu erwartenden Zugbewegungen im Alpenraum. Damit wird die Grundlage für einen Vergleich mit effektiv im Alpenraum registrierten Durchzugsfrequenzen (Kap. 2.2.) geschaffen.

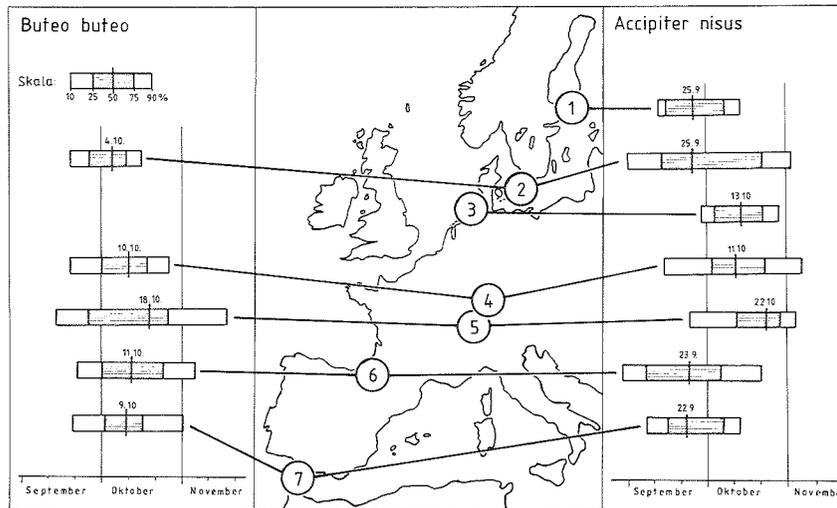


Abb. 3. Durchzugsdiagramme von Mäusebussard (links) und Sperber (rechts) auf europäischen Beobachtungsstationen. Die Skala gibt den Durchzug in Prozenten wieder; schraffiert ist die Hauptdurchzugszeit, d. h. je 25% vor und nach dem Median. Stationen: (1) Signildskär/Åland ($n = 543$, Saurola 1981); (2) Falsterbo ($n = 182816$ [B. b.], $n = 61220$ [A. n.], Ulfstrand et al. 1974); (3) Helgoland ($n = 373$, Moritz & Vauk 1976); (4) Randecker Maar ($n = 1301$, $n = 527$, Gatter 1972); (5) «Nördliches Alpenvorland» (Summe der 1983 beim Fort l'Écluse, auf der Ulmethöchi und auf der Wasserscheide festgestellten Vögel, $n = 3847$, $n = 1732$, AGU-Bericht 1983, Klaus, Schaub et al. 1983, Mulhauser et al. 1984); (6) Col d'Orgambideska ($n = 990$, $n = 470$, Tanguy le Gac et al. 1984); (7) Meerenge von Gibraltar ($n = 7315$, $n = 2948$, Bernis 1980). – Seasonal pattern of migration of Common Buzzards (left) and Sparrowhawks (right) at different European observatories. The scale indicates the percentage of passage; the hatched area comprises the 25% preceding and following the median, i. e. the main period of passage. For the names of observatories and the number n of observed birds see German text.

1.2.1. Material und Methode

Um ein Bild des Zugablaufs zu gewinnen, werden die auf einigen wichtigen Beobachtungsstationen (Abb. 3) ermittelten Durchzugsfrequenzen in vergleichbaren Diagrammen dargestellt. Solche Darstellungen finden sich für einzelne Stationen bereits in der Literatur, die übrigen wurden berechnet. Das verwendete Datenmaterial stammt aus folgenden Quellen: AGU-Bericht (1983); Bernis (1980); Gatter (1972); Klaus et al. (1983); Moritz & Vauk (1976); Mulhauser et al. (1984); Saurola (1981); Tanguy le Gac et al. (1984); Ulfstrand et al. (1974). Die Sperber-Durchzugsdiagramme von Signildskär (Åland) und Helgoland basieren auf von uns durchgeführten Schätzungen: unter der Annahme einer jeweils vierzigstägigen, normalverteilten Durch-

zugszeit wurden aus den von diesen beiden Stationen bekannten Medianen des Durchzugs juveniler und adulter ♂ und ♀ die Mediane und die Extremdaten des Gesamtdurchzugs geschätzt.

1.2.2. Ergebnisse

Der Hauptdurchzug des Mäusebussards und des Sperbers findet in Europa in der zweiten Septemberhälfte und im Oktober statt (Abb. 3). Von Nord- gegen Mitteleuropa verschiebt sich der Median von Ende September/Anfang Oktober auf Mitte bis Ende Oktober, das heisst, der Durchzug findet im Norden rund zwei bis drei Wochen früher statt als in Mitteleuropa. Im Alpenraum ist deshalb hauptsächlich im Oktober (vor allem zwischen dem 10. und 25. des Monats) mit deutlichen Zugbewe-

gungen zu rechnen, wobei die erste Hälfte der Vögel bis etwa Mitte dieses Monats durchzieht. In Südwesteuropa erfolgt der Hauptzug früher als in Mitteleuropa, was dafür spricht, dass die meisten der dort ohnehin wenig zahlreichen Zuggäste der beiden Arten südwesteuropäischer und nicht oder nur zu einem kleinen Teil nord- oder mitteleuropäischer Herkunft sind. Diese Feststellung wird durch Ringfunde weitgehend bestätigt (z. B. Bernis 1980). In Südwest- und in Nordeuropa wandert der Sperber durchschnittlich etwas früher ab als der Bussard, in Mitteleuropa hingegen ziehen beide Arten ungefähr gleichzeitig.

1.2.3. Diskussion

Die ermittelten Durchzugsdiagramme dürften recht genau sein, denn sie basieren in den meisten Fällen auf sehr umfangreichem Datenmaterial. Es muss lediglich darauf hingewiesen werden, dass auf einzelnen Stationen die Beobachtung eingestellt worden ist, bevor der Durchzug von Mäusebussard und Sperber ganz abgeschlossen war. Dies kann zur Folge haben, dass die Durchzugsdiagramme leicht vorverschoben sind.

2. Regionaler Zugablauf

2.1. Zugrichtungen im nördlichen Alpenvorland

Aus Kap. 1.1. geht hervor, welche europäischen Mäusebussard- und Sperberpopulationen den Alpenraum auf dem Zug mehr oder weniger stark tangieren und welche mittleren Zugrichtungen sie dabei einhalten. Die auf Ringfunden basierenden mittleren Richtungen sollen jetzt mit tatsächlich im Felde festgestellten Richtungen verglichen werden. Allfällige regionale Abweichungen von den grossräumig ermittelten Richtungen wären auf mögliche Topographieeinflüsse hin zu untersuchen.

2.1.1. Material und Methode

Um die Richtung der im nördlichen Alpenvorland ziehenden Mäusebussarde zu be-

stimmen, wurde auf Sutter (1948) und insbesondere auf die von ihm freundlicherweise zur Verfügung gestellten Rohdaten zurückgegriffen. Diese Rohdaten stammen von im Herbst 1947 durchgeführten Planbeobachtungen. Sutter hatte an über vierzig Orten in der Schweiz sowie im Elsass und in Baden-Württemberg Beobachtungsposten einrichten lassen, um Zugbewegungen von Saatkrähen *Corvus frugilegus* und Greifvögeln zu registrieren. In diesen Rohdaten sind die Richtungen von insgesamt 5837 Mäusebussarden mit der acht- oder 16-teiligen Windrose festgehalten. Die Beobachtungen stammen hauptsächlich vom 19. und 26. Oktober 1947 und wurden an 38 Orten gesammelt (Abb. 4). Die von diesen 38 Orten stammenden Richtungsangaben wurden in die drei Regionen «Elsass und Nordwestschweiz» (mit 14 Posten im Jura und in der Region Basel), «Östliches Mittelland» (13 Stationen östlich des Aarelaufes zwischen Thuner- und Bielersee), sowie «Westliches Mittelland» (11 Orte) zusammengefasst. Nach der Methode von Batschelet (1981) wurden Mittelvektoren der im Feld bestimmten Richtungen berechnet.

2.1.2. Ergebnisse

Die beobachteten Mäusebussarde ergaben folgende mittlere Zugrichtung: Region «Elsass und Nordwestschweiz» 229°, «Östliches Mittelland» 239° und «Westliches Mittelland» 218° (Abb. 4 und Tab. 3). Diese Mittelwerte sind, wenn man von den Messungenauigkeiten absieht, alle voneinander verschieden ($p < 0,001$; Chi²-Test nach Batschelet 1981). Einzig die in der Region «Elsass und Nordwestschweiz» gefundene Zugrichtung stimmt mit der aufgrund der Ringfunde erwarteten Richtung ungefähr überein. Jene vom «Östlichen Mittelland» liegt hingegen zu westlich, jene vom «Westlichen Mittelland» zu südlich. Damit ergibt sich eine Annäherung der Zugrichtungen an den generellen Verlauf des Alpenbogens, der im Ostabschnitt eine Richtung von ungefähr 240°, im Westabschnitt eine solche von ungefähr 220° aufweist.

Tab. 3. In drei Regionen des nördlichen Alpenvorlandes ermittelte Zugrichtungen des Mäusebussards. * = Winkel-Standardabweichung nach Batschelet (1981). – *Migratory directions of Common Buzzards obtained in three regions in the area north of the Alps.* * = angular standard deviation (Batschelet 1981).

	Anzahl pro Richtungseinheit									Mittlere Zugrichtung (\pm SD)*	
	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE		total
Elsass und Nordwestschweiz			319	459	1579	428	35	11	11	2842	229° (\pm 20,5°)*
Östliches Mittelland		1	359	53	452	114	10		9	998	239° (\pm 26,2°)*
Westliches Mittelland	24	24	305	136	345	832	277			1943	218° (\pm 30,3°)*

2.1.3. Diskussion

Das Problem bei der Ermittlung von Zugrichtungen im Felde besteht darin, dass diese ohne technische Hilfsmittel nur näherungsweise bestimmt werden können. Erschwert wird die Richtungsbestimmung gerade beim Mäusebussard dadurch, dass dieser häufig kleinräumig Kurven fliegt. Diese Schwierigkeiten deuten sich in den Angaben der Tab. 3 an, indem von manchen Beobachtern die achteilige Windrose bevorzugt und deshalb bei Unsicherheiten eher SW als WSW bzw. SSW notiert wurde. Allerdings sind die Beobachtungsorte recht zahlreich und die grosse Anzahl notierter Richtungen scheint trotz allem einigermaßen verlässliche Berechnungen zu ermöglichen. Nimmt man an, dass den Messfehlern eine gewisse Bedeutung zukommt, könnte sich allenfalls die intermediäre Richtung in der Region «Elsass und Nordwestschweiz» zufällig von der einen oder anderen Mittelland-Richtung unterscheiden. Die Unterschiede in den Richtungen zwischen dem «Östlichen» und dem «Westlichen Mittelland» können aber kaum auf Messungenauigkeiten zurückgeführt werden.

Nach Bruderer (1982, bestätigt und ergänzt durch Baumgartner & Bruderer 1985) zeigt die Südwestkohorte des nächtlichen Singvogelzuges vom östlichen Mittelland bis Genf ebenfalls eine zunehmende Drehung von WSW (ca. 240°) auf SW (ca. 225°) entsprechend dem generellen Verlauf des Alpenbogens, während Ringfunde an beiden Orten Richtungen um 220° erwarten lassen. Diese Analogie darf als zusätzlicher

Hinweis dafür gewertet werden, dass die Unterschiede in den Richtungen der einzelnen Regionen nicht zufällig sind. Die im Feld beobachtete Drehung der Richtungen entsprechend dem Verlauf des Alpenrandes deuten auf regional (oder auch lokal) richtende Einflüsse. Abweichungen von der erwarteten Zugrichtung kommen also vor, wobei ein Topographieeinfluss als Ursache naheliegend ist. Neben den Alpen können andere grosse Topographieelemente wie etwa der Jura oder der Genfersee die Richtungen ebenfalls beeinflussen (vgl. Karte in Sutter 1948).

Beim Sperber wird allgemein mit einer geringeren Beeinflussung der Zugrichtungen durch die Topographie gerechnet; es liegt aber im regionalen Rahmen kein Material vor, das eine Prüfung dieser Annahme ähnlich wie beim Mäusebussard erlauben würde.

2.2. Regionale Unterschiede in den saisonalen Durchzugsmustern

Unterschiede in den saisonalen Durchzugsmustern sind zu erwarten, wenn zwei Beobachtungsstationen so weit auseinander liegen, dass sie von unterschiedlichen Populationen überflogen werden oder dass die Reisezeit zwischen den beiden Stationen mehrere Tage ausmacht. Da Bussarde und Sperber in der Lage sind, an einem Tag mindestens 75 km zurückzulegen (Bykhovskii 1973), müssen solche Beobachtungsstationen mehrere hundert km voneinander entfernt sein, damit eine zeitliche Differenz nachweisbar wird. Aufgrund der

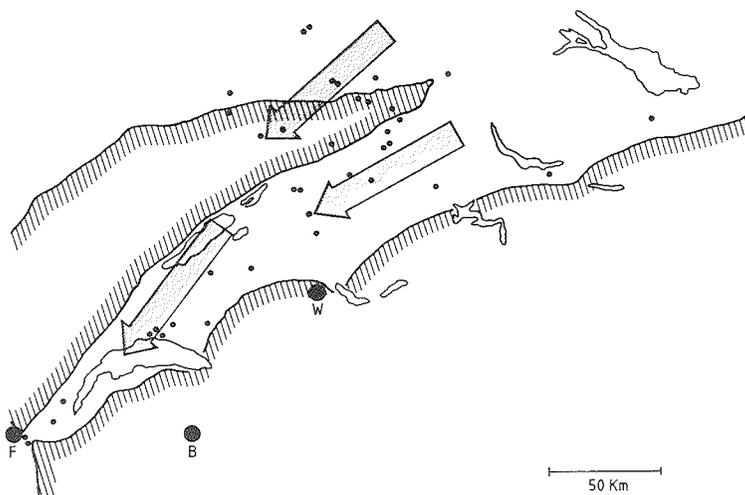


Abb. 4. Mittlere Zugrichtungen des Mäusebussards in den drei Regionen «Nordwestschweiz», «Östliches Mittelland» und «Westliches Mittelland». Die kleinen Punkte entsprechen den 38 Beobachtungsorten nach Sutter (1948), die grossen Punkte den Hauptbeobachtungsorten für vorliegende Untersuchung (W = Wasserscheide, B = Col de Bretolet, F = Fort l'Écluse). Der ungefähre Rand der Alpen und des Jura ist angedeutet. – *Mean migratory directions of Common Buzzards in three regions: "N of the Jura", "eastern lowlands", "western lowlands". The small points correspond to the 38 observation points of Sutter (1948), the large points to the observatories mainly considered in this study (see German text).*

Distanz ist deshalb auf den relativ nahe beieinander liegenden Stationen Col de Bretolet, Fort l'Écluse und Wasserscheide kein unterschiedliches Durchzugsmuster zu erwarten (Abb. 4).

Nach kleineren Voruntersuchungen an zum Teil lückenhaftem Beobachtungsmaterial (AGU-Berichte; C. Guex briefl.; J.-P. Matérac briefl.; Thiollay 1966/67) war aber zumindest beim Mäusebussard ein früheres Durchzugsmaximum bei generell niedrigeren Zugfrequenzen auf dem Col de Bretolet gegenüber dem Fort l'Écluse zu erwarten. Mit zusätzlichen und umfassenderen Feldbeobachtungen besonders beim Fort l'Écluse und auf der Wasserscheide sollte untersucht werden, ob die sich andeutenden Tendenzen quantitativ bestätigt werden können. Im weiteren interessiert die Frage, ob sich allenfalls auch beim Sperber Analoges nachweisen lässt.

2.2.1. Material und Methode

Um die Durchzugsmuster auf den drei Sta-

tionen einander gegenüberstellen zu können, musste vergleichbares Beobachtungsmaterial beschafft werden. Im Falle des Col de Bretolet existierten lückenlose Beobachtungsserien aus den Jahren 1962 und 1964 (Thiollay 1966/67); neuere Beobachtungsserien (u. a. auch von 1983) bestehen nur für den Monat September (J.-P. Matérac, briefl.) und sind deshalb für Mäusebussard und Sperber kaum aussagekräftig. Für das Fort l'Écluse, die Wasserscheide und andere Stationen existierten unveröffentlichte Aufzeichnungen von gelegentlichen Beobachtungen, aber keine kontinuierlichen Beobachtungsserien während eines ganzen Herbstes. Deshalb war es notwendig, für die Wasserscheide und das Fort l'Écluse permanente Beobachtungen im Herbst 1983 zu organisieren (vgl. dazu AGU-Bericht 1983 sowie Mulhauser et al. 1984). Auf allen Stationen wurde ganztags und von mindestens zwei Ornithologen gleichzeitig beobachtet: 8–17 h GMT+1 beim Fort l'Écluse, mindestens 7.30–16.30 h auf der Wasserscheide; auf dem Col de Breto-

Tab. 4. Durchzugszahlen von Mäusebussard und Sperber auf drei Stationen im Alpenraum. Angegeben sind die absoluten Zahlen, die einen Vergleich der Zugfrequenzen erlauben. Die Prozentangaben (in Klammern) zeigen die Anteile des Gesamtdurchzuges pro Dekade und Station (vgl. Abb. 5). Col de Bretolet: Durchschnitt der Jahre 1962 und 1964 nach Thiollay 1966/67. Wasserscheide und Fort l'Écluse: kontinuierliche Beobachtungen im Herbst 1983. – *Passage of Common Buzzards and Sparrowhawks at three stations in the area of the Alps. Absolute numbers allow a comparison of the passage at the different stations. The percentages (in brackets) show the proportion of the total migration recorded per station and decade (see fig. 5). Col de Bretolet: average, 1962 and 1964 (Thiollay 1966/67). Wasserscheide and Fort l'Écluse: continuous observations in 1983 (AGU-Bericht 1983, Mulhauser et al. 1984).*

	September			Oktober			total
	1. Dek.	2. Dek.	3. Dek.	1. Dek.	2. Dek.	3. Dek.	
<i>Mäusebussard</i>							
Col de Bretolet	4 (5,2)	5,5 (7,4)	5,5 (7,4)	26 (34,4)	32 (42,1)	2,5 (3,5)	151
Wasserscheide	31 (5,1)	96 (15,8)	135 (22,2)	130 (21,7)	74 (12,2)	141 (23,2)	607
Fort l'Écluse	20 (1,3)	73 (4,9)	182 (12,2)	145 (9,7)	308 (20,7)	761 (51,5)	1489
<i>Sperber</i>							
Col de Bretolet	31 (6,8)	55 (12,2)	76 (16,8)	150 (33,4)	108 (24,0)	31 (6,8)	896
Wasserscheide	20 (1,7)	63 (5,4)	110 (9,5)	107 (9,3)	231 (20,0)	625 (54,1)	1156
Fort l'Écluse	5 (1,9)	5 (1,9)	18 (6,9)	10 (3,8)	42 (16,1)	181 (69,3)	261

let mindestens ebensolange). Für den Vergleich wurden die Zählergebnisse vom 1. September bis zum 30. Oktober verwendet (beim Col de Bretolet jeweils das arithmetische Mittel der Daten von 1962 und 1964).

2.2.2. Ergebnisse

Für den Mäusebussard ergeben sich aus Tab. 4 und Abb. 5a folgende Unterschiede zwischen den drei Stationen:

(1) Der Hauptdurchzug findet auf dem Col de Bretolet in der ersten und zweiten, beim Fort l'Écluse in der dritten Oktoberdekade statt. Auf der Wasserscheide ist kein eigentlicher Gipfel feststellbar, sondern von der 2. Septemberdekade an werden jeweils rund 100 Ex. pro Dekade festgestellt, was durch die Zähl-daten aus den Jahren 1980–85 gesamthaft bestätigt wird (Schmid 1985).

(2) Die Zugintensität ist auf dem Col de Bretolet am schwächsten, beim Fort l'Écluse ist sie am stärksten. Dies zeigte sich auch in der Periode vom 10.–30. September 1983: bei synchroner Beobachtung wurden auf dem Col de Bretolet 12, auf der Wasserscheide 232 und beim Fort l'Écluse 258 Ex. registriert.

(3) Der Durchzug endet auf dem Alpenpass am frühesten, gefolgt vom Pass am Alpenrand und endet am spätesten am Ausgang des Mittellandes, wo er im Gegensatz zu den anderen Stationen noch bis nach Mitte November anhält (Goy in Mulhauser et al. 1984).

(4) Der Durchzug auf der Wasserscheide ist in den ersten beiden Septemberdekaden tendenziell eher stärker als beim Fort l'Écluse, doch verschiebt sich das Verhältnis mehr und mehr zugunsten des Fort l'Écluse, auch wenn die effektive Zugintensität auf der Wasserscheide ungefähr gleich bleibt. In der letzten Oktoberdekade werden beim Fort l'Écluse schliesslich gut fünfmal mehr Bussarde als auf der Wasserscheide registriert. Noch deutlicher unterscheiden sich die Proportionen zwischen dem Col de Bretolet und dem Fort l'Écluse. So fallen in der ersten Oktoberdekade rund fünf Mäusebussarde beim Fort l'Écluse auf einen auf dem Col de Bretolet, in der letzten Oktoberdekade sind es rund dreihundert.

Für den Sperber ergeben sich nach Tab. 4 und Abb. 5b die folgenden Unterschiede zwischen den drei Stationen:

(1) Die Zugintensität ist auf der Wasser-

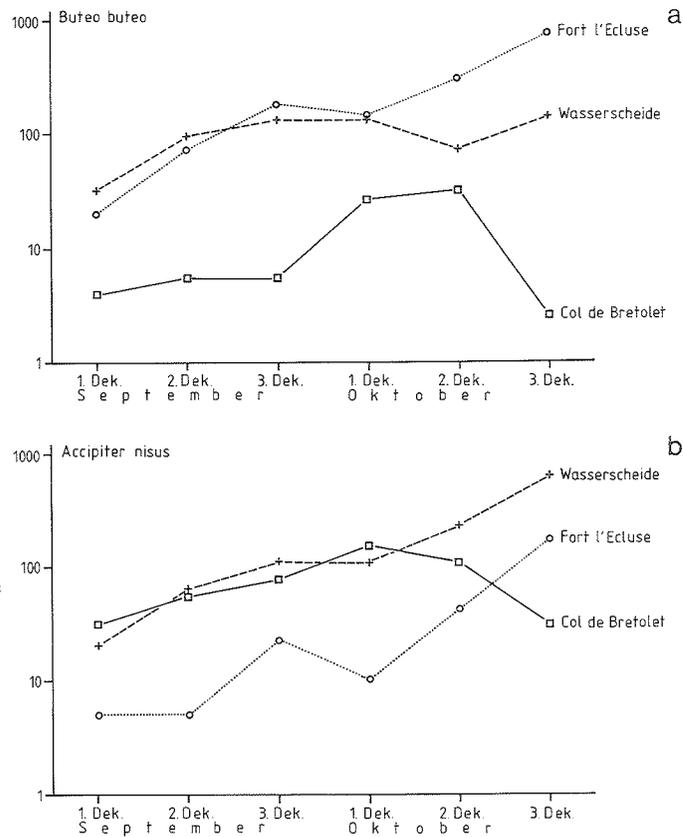


Abb. 5. Durchzug von (a) Mäusebussard und (b) Sperber auf den drei Stationen Col de Bretolet, Wasserscheide und Fort l'Écluse pro Dekade im September und Oktober. – *Passage of Common Buzzards (a) and Sparrowhawks (b) at the three stations Col de Bretolet, Wasserscheide and Fort l'Écluse per decade in September and October.*

scheide deutlich grösser als beim Fort l'Écluse. Da die Daten vom Col de Bretolet aus den Jahren 1962 und 1964 stammen und der Sperber seither grosse Bestandsveränderungen erfuhr, sind die absoluten Zahlen vom Col de Bretolet nicht direkt mit den beiden andern Stationen vergleichbar. Vom 10.–30. 9. 1983 wurden bei synchroner Beobachtung auf dem Col de Bretolet 161, auf der Wasserscheide 175 und beim Fort l'Écluse 23 Sperber registriert.

(2) Der Hauptdurchzug findet auf dem Col de Bretolet in der ersten Oktoberdekade statt. In der letzten Oktoberdekade hört der Durchzug auf dem Alpenpass weitgehend auf, während zu dieser Zeit am Alpenrand und am Ausgang des Mittellandes eben erst die Hauptmasse gezählt wird.

(3) Aus den Unterschieden in der Haupt-

durchzugsphase und in der Zugintensität resultieren auch beim Sperber verschiedene Zahlenverhältnisse zwischen den einzelnen Stationen. Der Durchzug ist auf der Wasserscheide durchwegs stärker als beim Fort l'Écluse; allerdings steigt beim Fort l'Écluse im Oktober die Zahl der Durchzügler vergleichsweise stärker an als auf der Wasserscheide. So fallen in der ersten Dekade 10,5, in der zweiten 5,5 und in der dritten nur noch 3,5 Wasserscheide-Durchzügler auf einen beim Fort l'Écluse.

2.2.3. Diskussion

Die offensichtlichen Unterschiede in den Durchzugsmustern der beiden Arten auf den drei Stationen bedürfen einer Erklärung, zumal andere Arten, wie etwa die

Tab. 5. Alters- und Geschlechtsverteilung von genauer identifizierten Sperbern auf dem Col de Bretolet und auf der Wasserscheide (unb. = Alter unbestimmt). – *Distribution of age and sex of precisely identified Sparrowhawks on Col de Bretolet and Wasserscheide (unb. = age unidentified).*

	♂			♂ total	♀ total	total
	ad.	juv.	unb.			
Bretolet, Thiollay (1966/67)	31	91	–	122	205	327
in %:	9,5	27,8	0	37,3	62,7	100
Bretolet, J. P. Matérac (briefl.)	6	5	14	25	39	64
in %:	9,4	7,8	21,9	39,1	60,9	100
Bretolet, total	37	96	14	147	244	391
in %:	9,5	24,6	3,6	37,6	62,4	100
Wasserscheide	108	37	90	235	196	431
in %:	25,1	8,6	20,9	54,5	45,5	100

Rohrweihe *Circus aeruginosus*, bei synchronen Beobachtungen an allen drei Orten ein ähnliches Durchzugsmuster aufweisen. Die Tatsache, dass im Gegensatz zu den übrigen europäischen Beobachtungsstationen die Sperber-Zahlen einzig auf dem Col de Bretolet und der Wasserscheide gegenüber den Bussard-Zahlen überwiegen (nach Thiollay 1966/67 und Schmid 1985 im Verhältnis 4:1 bzw. 1,7:1), bestärkt uns in der Annahme, dass auf dem Col de Bretolet nur ein Bruchteil der theoretisch zu erwartenden Bussarde auftritt. Die dort ermittelten Zahlen und die sich im Verlauf des Herbstes verschiebenden Proportionen (Tab. 4) beweisen, dass diese Art das Eindringen in die Alpen im Verlaufe des Oktobers zunehmend vermeidet, während sich der Zug im Mittelland verstärkt und konzentriert. Dass der Bussardzug auf der Wasserscheide verglichen mit dem Fort l'Écluse im Verlaufe des Herbstes ebenfalls schwächer wird, zeigt, dass der Zug bereits am Alpenrand vermehrt vom Gebirge ins Mittelland verlagert wird.

Beim Sperber zeigt sich ebenfalls eine Verlagerung des Zuges, zumindest gegen den Alpenrand hin. Der Durchzug auf dem Col de Bretolet geht nach der zweiten Oktoberdekade stark zurück, während er auf der Wasserscheide und beim Fort l'Écluse erst seinen Höhepunkt erreicht. Wie beim Bussard wird der Durchzug beim Fort l'Écluse im Vergleich zur Wasserscheide ge-

gen Ende Oktober verhältnismässig stärker. Diese aufgrund des Flugverhaltens der Art nicht ohne weiteres erwartete Verlagerung des Zuges an den Alpenrand verlangt nach einer Erklärung. Sie könnte unter Umständen in einem zeitlich und räumlich unterschiedlich ablaufenden Zug der Jung- und Altvögel zu suchen sein: Alters- und Geschlechtsbestimmungen von Thiollay (1966/67) und J.-P. Matérac (briefl.) auf dem Col de Bretolet ($n = 391$, d.h. rund 20% aller Durchzügler) und der Wasserscheide ($n = 431$) deuten darauf hin, dass die ♀ auf dem Col de Bretolet (62,4%), die ♂ auf der Wasserscheide (54,5%) überwiegen (Tab. 5). Diese Unterschiede sind statistisch signifikant ($\text{Chi}^2 = 23,62$). Die adulten ♂ machen auf dem Col de Bretolet 9,5%, auf der Wasserscheide aber 25,1% aller identifizierten Sperber aus. Dieser Unterschied ist ebenfalls signifikant ($\text{Chi}^2 = 35,16$). Nach übereinstimmenden Angaben von mehreren Stationen in Europa läuft der Zug des Sperbers gestaffelt ab, d.h. die juvenilen ♂ eröffnen und die adulten ♀ beschliessen ihn (Moritz & Vauk 1976). Demzufolge sind es die früher ziehenden Jungvögel, die hauptsächlich über dem Col de Bretolet erscheinen, während die später ziehenden Altvögel, darunter insbesondere die ♂, nur in geringer Zahl hier notiert werden. Daraus erklärt sich zumindest teilweise der gegenüber dem Fort l'Écluse und der Wasserscheide vorverschobene Durchzug.

3. Lokales Zugverhalten am Alpenrand

Um das spezifische Flugverhalten der beiden Arten zu analysieren und zu vergleichen, wurde ein Zielfolgeradar so plaziert, dass damit Greifvögel in einer «Entscheidungssituation» am Alpenrand erfasst werden konnten. Im Hinblick auf mögliche saisonale Änderungen des Zugverhaltens wurden die aus den aufgezeichneten Flugwegen gewonnenen Parameter jahreszeitlich geordnet und verglichen. Die Analyse galt vorab folgenden Fragen: Wo und wie gewinnen die beiden Arten an Höhe? Welche Rolle spielt dabei der Schlagflug bzw. das Kreisen? In welcher Höhe ziehen sie? Wie stark könnte die Topographie das Zugverhalten bei diesen Flughöhen beeinflussen? Welche Zugrichtungen werden eingehalten? Welche Parameter ändern sich im Saisonverlauf? Welche Folgerungen ergeben sich aus saisonalen Änderungen des Zugverhaltens?

3.1. Material und Methode

Im Herbst 1983 installierten wir auf dem Reckenbühl (710 m ü. M.) bei Blumenstein (6 km südwestlich von Thun) einen Zielfolgeradar des Typs «Superfledermaus». Unmittelbar südlich des Standortes erhebt sich die im Mittel 2000 m hohe Stockhornkette; die Hauptkämme erstrecken sich etwa von E nach W, die dem Hauptanflug der Greifvögel ausgesetzte Flanke verläuft ungefähr von SE nach NW und bildet damit ein senkrecht zu den häufigsten Flugwegen stehendes topographisches Hindernis (Abb. 6). Im WSW liegt die Wasserscheide mit ihrem tiefsten Punkt auf 1590 m ü. M., wo die Feldbeobachterequipe stationiert war. Die Luftliniendistanz vom Radargerät zur Beobachtungsstation betrug 7,3 km. An 40 Beobachtungstagen zwischen dem 6. Sept. und dem 25. Okt. konnten Flugwege aufgezeichnet werden.

Die allgemeinen Methoden der Radarbeobachtung entsprechen dem von Bruderer (1969, 1971) sowie von Bloch et al. (1981) beschriebenen Vorgehen. Unsere zusätzli-

che Aufgabe bestand darin, auf dem Bildschirm des Radargerätes Echos von ziehenden Vögeln zu suchen und sie möglichst schnell in «brauchbare» (ziehende Greife) oder «unbrauchbare» Echos (andere Vögel/Störechos) zu klassieren. Ein parallel zur Radarachse montiertes 12,4faches Fernrohr half bei der Klassierung der Echos, indem ein Beobachter bei guten Sichtbedingungen schon auf Distanzen von 3–4 km entscheiden konnte, ob es sich beim radarverfolgten Objekt um einen grösseren Einzelvogel oder um einen Schwarm von Kleinvögeln handelte. Einmal klassierte Echos wurden über eine möglichst lange Zeit automatisch verfolgt und wenn möglich optisch identifiziert.

Das Radargerät lieferte kontinuierlich die polaren Bahnkoordinaten sowie die Echosignalschwankungen. Die Bahnkoordinaten wurden in einem Zusatzgerät digitalisiert und von einem Computer in 1-Sek.-Intervallen auf Disketten gespeichert. Im Computer konnten die Bahnwerte in kartesische Koordinaten umgerechnet, auf Plausibilität getestet und mit Hilfe eines Plotters in Horizontal- und Vertikalprojektion dargestellt werden. Zudem ermittelte der Computer laufend die Parallaxwinkel und Distanzen für das auf der Wasserscheide bei den Feldbeobachtern stationierte optische Zielzuweisungsgerät. Die errechneten Parallaxwerte wurden, falls der radarverfolgte Greif Richtung Wasserscheide flog, per Funk an die Feldbeobachter übermittelt. Diese konnten die übermittelten Werte am Zielzuweisungsgerät einstellen, den Greif anvisieren und die Identifizierung überprüfen bzw. nachholen. Leider zeigte es sich, dass der Anflugbereich zur Wasserscheide durch Störechos der Berge stark beeinträchtigt war, obschon durchwegs mit eingeschalteter Standzeichenunterdrückung gearbeitet wurde. Die meisten gegen die Wasserscheide fliegenden Greifvögel gingen verloren, bevor die Feldbeobachter sie optisch erfassen konnten. Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, wurden nach Abschluss der Hauptbeobachtungsperiode zusätzliche visuelle Beobachtungen

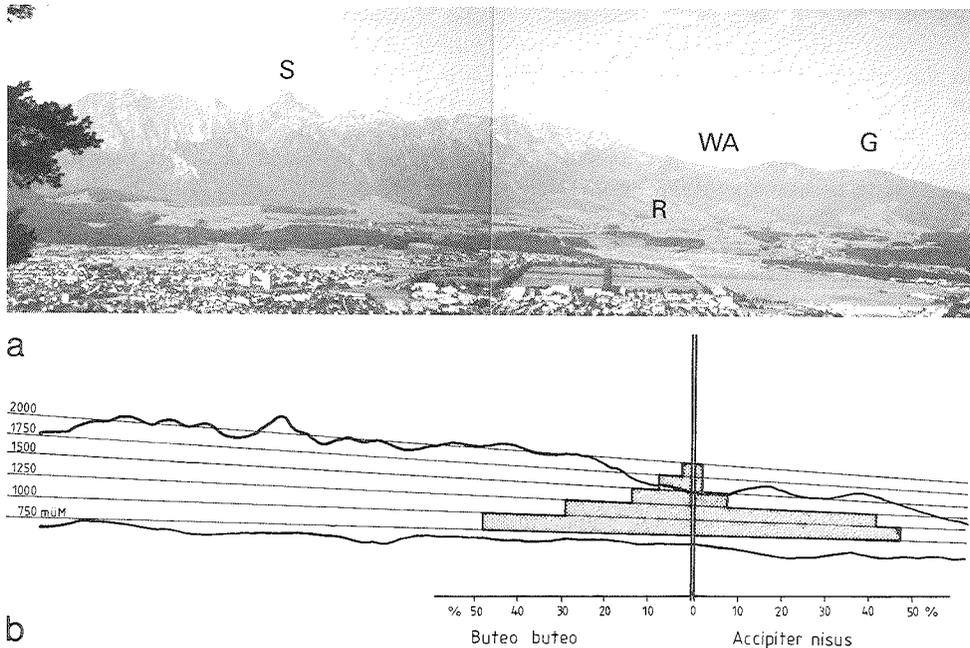


Abb. 6. (a) Blick von der Rabenfluh (864 m ü. M., bei Thun) auf die Stockhornkette mit Stockhorn (S) und den Gurnigel (G), entsprechend der Sicht anfliegender Greifvögel. Die Wasserscheide (WA) bildet den tiefsten Übergang. (R) = Radarstandort. **(b)** Höhenverteilung von Mäusebussard (links) und Sperber (rechts) mit Bezug zur Topographie. Massgebend für die Klassierung war die erreichte Endhöhe der Radarverfolgung; die im Hintergrund eingetragenen Horizontlinien entsprechen denjenigen in Abb. 6a. Die Balken laufen gegen rechts zusammen, weil dort das Gebirge weiter vom Aufnahmeort entfernt ist. – **(a)** View from the Rabenfluh (864 m ASL, near Thoune) towards the ridge of the Stockhorn with its main summit (S) and towards the Gurnigel (G), corresponding to the view of approaching raptors. The Waterscheide is the lowest pass; (R) points to the radar site. **(b)** Altitude distribution of Common Buzzards (left) and Sparrowhawks (right) with respect to the topography. The final heights of the radar tracks are included in the diagram. The sky-line drawn as a background corresponds to the photo in Abb. 6. The lines indicating the height bands converge towards the right because the mountains are farther away from the view-point of the photo.

von der Wasserscheide aus durchgeführt, bei denen die verschiedenen Flugarten der anfliegenden Greifvögel auf Tonband protokolliert wurden. Obwohl die so erreichte Datenmenge gering war (je 10 Protokolle von Mäusebussarden und von Sperbern) und die Begriffe «Gleitflug» und «Schlagflug» nicht genau mit den unten definierten Kriterien übereinstimmen (Steigrate nicht messbar), wurden dadurch wertvolle ergänzende Informationen über das Flugverhalten in Hangnähe gewonnen.

652 Radar-Flugwege von Greifvögeln konnten aufgezeichnet werden, darunter 107 brauchbare von Mäusebussarden und

65 von Sperbern. Um eine weitere Auswertung mit dem Computer durchzuführen, war es notwendig, die umfangreiche Datenmenge zu reduzieren. Daher wurden die Bahndaten zu Blöcken von je 20 Sekunden zusammengefasst und die mittleren Raumkoordinaten, die Zugrichtung, die Horizontal- und die Vertikalgeschwindigkeit berechnet. In einem nächsten Schritt wurden die Flugwege nach dem Flugverhalten wie Kreisen, Gleit- und Schlagflug gruppiert, wobei die Vertikalgeschwindigkeit V und die Horizontalgeschwindigkeit H als Entscheidungskriterien dienten: $V \geq 0$ und $H < 6,66$ m/s bedeutete Kreisen; $V \geq 0$ und H

$\geq 6,66$ m/s wurde als Schlagflug klassiert; $V < 0$ und $H \geq 6,66$ m/s als Gleitflug; $V < 0$, $H < 6,66$ m/s als «andere Flugarten». Intervalle, in denen offensichtlich mehr als eine dieser Flugarten vorkamen, liessen wir bei der weiteren Bearbeitung weg.

Die Datenreduktion und die ganzen statistischen und graphischen Auswertungen bis hin zur Textverarbeitung wurden mit einem IBM-PC/XT-System durchgeführt. Die Programme für die Datenerfassung, -reduktion und -gruppierung wurden in BASIC und PASCAL implementiert. Als gut geeignet für statistische und graphische Analysen erwies sich das Tabellenkalkula-

tionsprogramm LOTUS 1-2-3 von Lotus Development Corporation.

3.2. Ergebnisse

Mäusebussard und Sperber zeigen die verschiedenen Flugarten unterschiedlich häufig (Tab. 6). So liegt der Anteil des Kreisens beim Bussard über dem hügeligen Vorgebäude der Stockhornkette mit rund 44% fast doppelt so hoch wie beim Sperber mit durchschnittlich lediglich 23%. Demgegenüber verwendet der Sperber mit einem durchschnittlichen Anteil von rund 23% fast dreimal soviel Zeit für den Schlagflug wie der Bussard mit rund 8%. Der Gleit-

Tab. 6. Durchschnittlich pro Monat registrierte Anteile der verschiedenen Flugarten, Geschwindigkeiten, Gleitwinkel, Höhengewinne, Zugrichtungen sowie das gewichtete Mittel (m) mit Standardabweichung (SD). – Mean monthly percentage of the different modes of flight, velocities, gliding angles, gains of altitude, migrating directions. Weighted means (m) and standard deviations (SD).

	Mäusebussard			Sperber		
	Sept. (44)	Okt. (63)	$m (\pm SD)^a$ (107)	Sept. (13)	Okt. (52)	$m (\pm SD)^a$ (65)
Anzahl Flugwege (n)	(1114)	(1835)	(2949)	(260)	(947)	(1207)
<i>Anteile der Flugarten (%)</i>						
Kreisen	43,4	43,8	43,7	39,6	18,8	23,3
Gleitflug	44,3	42,6	43,3	46,9	54,0	52,4
Schlagflug	7,5	9,0	8,4	11,5	25,0	22,1
«andere Flugart»	4,8	4,6	4,6	1,9	2,2	2,2
<i>Flughöhe (müB)</i>						
Anfangshöhe	355	295	320 (± 238)	324	306	312 (± 171)
Endhöhe	371	311	336 (± 242)	368	275	296 (± 183)
<i>Höhengewinn (m pro Flugkm)</i>						
mittels Kreisen	64,4	48,6	55,1 (± 39)	75,4	18,1	29,6 (± 51)
mittels Schlagflug	4,0	3,8	3,9 (± 5)	4,7	5,1	5,0 (± 8)
<i>Fluggeschwindigkeit (km/h)</i>						
im Gleitflug	44,1	41,9 ^b	42,9 (± 6) ^b	42,1	40,8	41,1 (± 5)
im Schlagflug	38,0	35,1	36,9 (± 5)	34,4	37,7	37,1 (± 5)
Zuggeschwindigkeit	26,2	27,3	26,9 (± 9)	29,1	34,7	33,6 (± 11)
<i>Steiggeschwindigkeit (m/s)</i>						
im Kreisen	0,97	0,77	0,86 ($\pm 0,4$)	0,93	0,69	0,76 ($\pm 0,4$)
im Schlagflug	0,35	0,38	0,33 ($\pm 0,3$)	0,39	0,20	0,24 ($\pm 0,2$)
<i>Gleitwinkel (Grad)</i>						
Gleitwinkel	4,46	3,95	4,29 ($\pm 1,9$)	4,64	2,60	3,03 ($\pm 1,8$)
<i>Zugrichtung</i>						
Anfangsrichtung	250	254	252	233	242	241
Endrichtung	242	273	264	243	236	238

^a Mittelwert der Gesamt-Strichprobe.

^b Ein Extremwert von 70 km/h wurde nicht berücksichtigt.

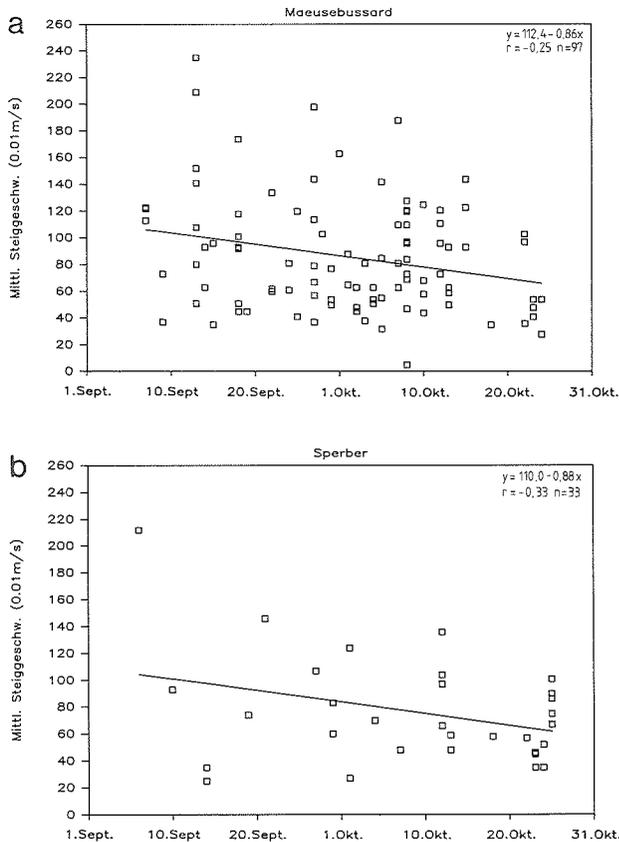


Abb. 7. Mittlere Steiggeschwindigkeit im Kreisen beim (a) Mäusebussard und (b) Sperber im Saisonverlauf. – Mean climbing rate when soaring for (a) Common Buzzard and (b) Sparrowhawk during autumn.

flug-Anteil ist bei beiden Arten hoch, beträgt er doch beim Bussard durchschnittlich 43%, beim Sperber gar 52%. Der Anteil der «anderen Flugarten» ist bei beiden vernachlässigbar. Nach den beschränkten visuellen Beobachtungen steigerten in Hangnähe beide Arten den Anteil des Kreisens auf rund 60%; der Anteil des Schlagfluges lag in den je 10 untersuchten Fällen bei beiden Arten knapp unter 20%, der Gleitflug-Anteil knapp über 20%.

Im *Saisonverlauf* bleiben die Flugarten-Anteile beim Mäusebussard praktisch konstant (Tab. 6). Beim Sperber ist eine saisonale Änderung des Flugverhaltens feststellbar. Er reduziert den Anteil des Kreisens vom September zum Oktober von rund 40% auf 19%. Entsprechend zeigt er dann

mit 54 gegenüber 47% mehr Gleitflug und mit 25 gegenüber vorher 12% mehr Schlagflug.

Die *Steiggeschwindigkeit* beim Kreisen ist im Mittel bei beiden Arten erstaunlich gering. Sie beträgt durchschnittlich 0,86 m/s beim Bussard und 0,76 m/s beim Sperber. Diese Steiggeschwindigkeit nimmt vom September zum Oktober ab, und zwar von 0,97 auf 0,77 m/s beim Bussard und von 0,93 auf 0,69 m/s beim Sperber ($t_{0,975}$, T-Test nach Riedwyl 1978; Abb. 7). Im vom Radar erfassten Gebiet gewinnt der Sperber rund 86%, der Bussard gar 93% der Höhe mittels Kreisens. Der Sperber ändert mit den schwächer werdenden thermischen Aufwinden im Saisonverlauf seine Flugstrategie: der Anteil von Gleit- und Schlagflug

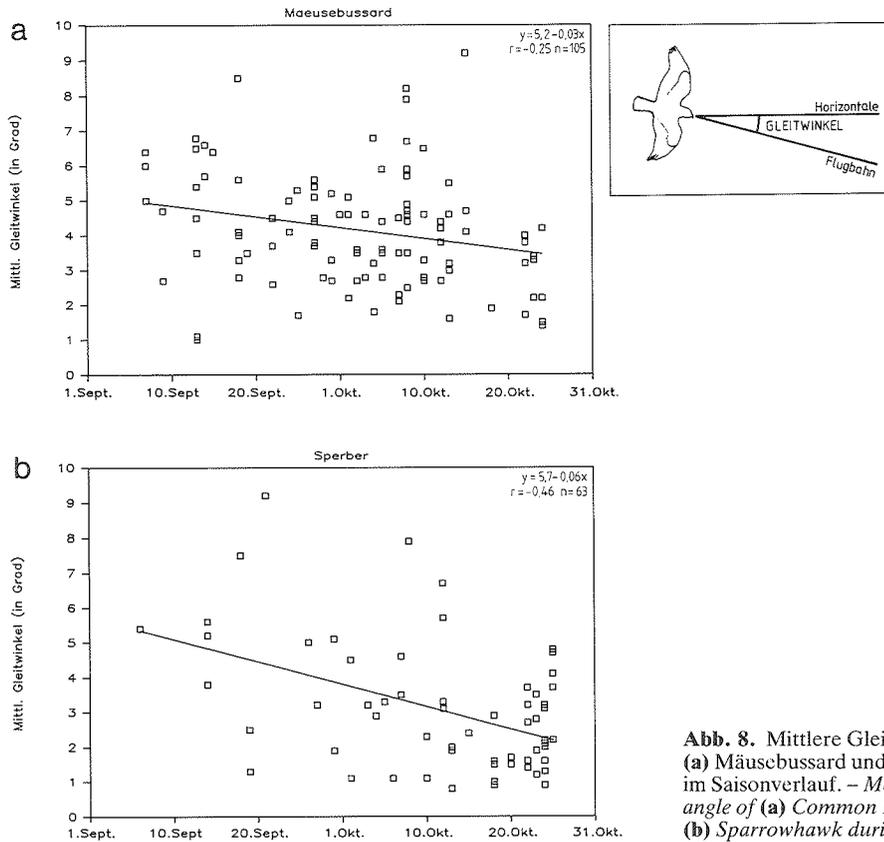


Abb. 8. Mittlere Gleitwinkel von (a) Mäusebussard und (b) Sperber im Saisonverlauf. – Mean gliding angle of (a) Common Buzzard and (b) Sparrowhawk during autumn.

nimmt deutlich zu. Pro Flugkilometer stehen im Oktober nur noch 18 mittels Kreisen gewonnene Höhenmeter zur Verfügung gegenüber 75 im September. Der Bussard gewinnt pro Flugkilometer im Oktober immerhin noch 49 gegenüber vorher 64 Höhenmeter. Die mit Schlagflug realisierten Steiggeschwindigkeiten sind nach unsern Ergebnissen gering (durchschnittlich 0,33 m/s beim Bussard bzw. 0,24 m/s beim Sperber). Der Schlagflug dient demnach in erster Linie der Optimierung des Gleitwinkels (Hinauszögern des Höhenverlustes) und nur beschränkt dem eigentlichen Höhengewinn.

Die mittleren *Gleitwinkel* (Winkel zwischen der Horizontalen und der Flugbahn im Gleitflug) sind mit 3,0 Grad beim Sper-

ber deutlich günstiger als beim Bussard mit 4,3 Grad, denn je kleiner der Gleitwinkel ist, desto grösser wird die Strecke, die mittels der gewonnenen Lageenergie zurückgelegt werden kann. Da spät im Herbst geringere Steiggeschwindigkeiten realisiert werden und für den Gleitflug demnach weniger Höhenmeter zur Verfügung stehen, können es sich die beiden Arten im Oktober nicht mehr leisten, während des Gleitfluges soviel an Höhe zu verlieren wie im September. Deshalb wird der Gleitwinkel durch Flügelschläge optimiert (Abb. 8).

Die *Zuggeschwindigkeit* wird im wesentlichen von zwei Faktoren, nämlich von der Gleitfluggeschwindigkeit und vom Anteil des Kreisens, bestimmt. Im Saisonverlauf ändert sich die Zuggeschwindigkeit beim

Mäusebussard praktisch nicht, beim Sperber nimmt sie, bedingt durch das reduzierte Kreisen, von rund 29 auf 35 km/h zu. Die Optimierung des Gleitwinkels hat eine Reduktion der Gleitfluggeschwindigkeit (von 44,1 auf 41,9 km/h beim Bussard und von 42,1 auf 40,8 km/h beim Sperber) zur Folge. Die Geschwindigkeit im Schlagflug ist bei beiden Arten mit je rund 37 km/h geringer als im Gleitflug; der Schlagflug dient nicht der horizontalen Beschleunigung.

Die *Flughöhen*, die in unserem Beobachtungsgebiet erreicht werden, sind gering. Die mittlere Anfangshöhe (Höhe des ersten aufgezeichneten Intervalles eines Flugweges) beträgt beim Bussard 320 m ü. B. (= Höhe über Radar), beim Sperber 312 m ü. B. Die Endhöhe (Höhe des letzten aufgezeichneten Intervalles) ist mit 336 bzw. 296 m ü. B. nicht signifikant von der Anfangshöhe verschieden. Demzufolge gewinnen die Greifvögel im Vorgelände kaum zusätzlich an Höhe. Eine Reaktion auf das Gebirge lässt sich aus den Flughöhen nicht ableiten. Diese geringen Flughöhen machen klar, dass nur die wenigsten Bussarde (4,7% aller aufgezeichneten) und Sperber (1,5%) beim Verlassen des Radarstrahles die Höhe erreicht haben, die sie für eine Überquerung der Wasserscheide benötigen würden (Abb. 6). Die Flughöhe nimmt im Verlauf des Herbstes allgemein ab, was in erster Linie auf die abnehmende Steiggeschwindigkeit beim Kreisen, im Falle des Sperbers zusätzlich auf die Reduktion des Kreisens zurückzuführen ist.

Als direkte Folge der geringeren Steiggeschwindigkeiten und der daraus resultierenden Schwierigkeiten beim Höhengewinn ergibt sich beim Mäusebussard eine *saisonale Richtungsänderung*. Die mittlere Endrichtung (Richtung des letzten aufgezeichneten Gleit- oder Schlagflugintervalles; meist in Bergnähe) beträgt im September 242°, im Oktober 273° (Abb. 9). Dieser Unterschied ist statistisch gesichert ($W_{0,975}$, W-Test nach Batschelet 1981, wobei nur Richtungen zwischen 173° und 353° in die Prüfung einbezogen wurden). Die Richtungsänderung bestätigt sich qualitativ auch in

den Feldbeobachtungen, indem von der Wasserscheide aus besonders im Oktober oft tief unten über dem Vorgelände ziehende Bussarde zu erkennen sind, die in ungefähr nordwestlicher Richtung vorbeifliegen, ohne gegen den Pass einzuschwenken. Beim Sperber lassen sich keine entsprechenden saisonalen Unterschiede nachweisen (Abb. 9), was aufgrund der grossen, im Verlauf des Herbstes zunehmenden Zahl der über die Wasserscheide ziehenden Sperber auch zu erwarten war.

3.3. Diskussion

Nach den vorliegenden Ergebnissen sind beim Mäusebussard die beiden Flugarten Kreisen und Gleiten von überragender Bedeutung. Sie beanspruchen rund 87% der Zeit. Das festgestellte Flugverhalten entspricht recht gut dem in der Literatur beschriebenen Grundschema des Greifvogelzuges mit abwechselnden Phasen des Kreisens und des Gleitens (\approx Segelflug). Auch der Sperber zeigt Segelflug, weicht aber durch einen erhöhten Schlagfluganteil stark vom Grundmuster ab.

Höhengewinn ist bei beiden Arten fast nur mittels Kreisens zu erzielen. Der Schlagflug reicht gelegentlich beim Sperber, nicht aber beim Bussard, um die beim Gleitflug entstehenden Verluste an Flughöhe zu kompensieren. Daraus resultiert eine starke Abhängigkeit von Aufwinden. Diese ist beim Bussard grösser als beim Sperber, weil bei ihm die durch Schlagflug erzielte Reduktion der Sinkgeschwindigkeit kleiner ist und weil er über der Ebene kaum vom typischen Schema des Segelfluges abweicht. So wurde nur ein einziger Radarflugweg (= 0,9%) eines Mäusebussards mit einem Schlagfluganteil von über 40% aufgezeichnet, im Gegensatz zum Sperber, bei dem 13 Flugwege (= 20%) einen solch hohen Schlagfluganteil aufweisen. Der Bussard ist auf dem Zug somit auf das Vorhandensein einigermaßen regelmässig verteilter Aufwinde angewiesen, während der Sperber durch Erhöhung des Schlagfluganteils grössere aufwindfreie Strecken über-

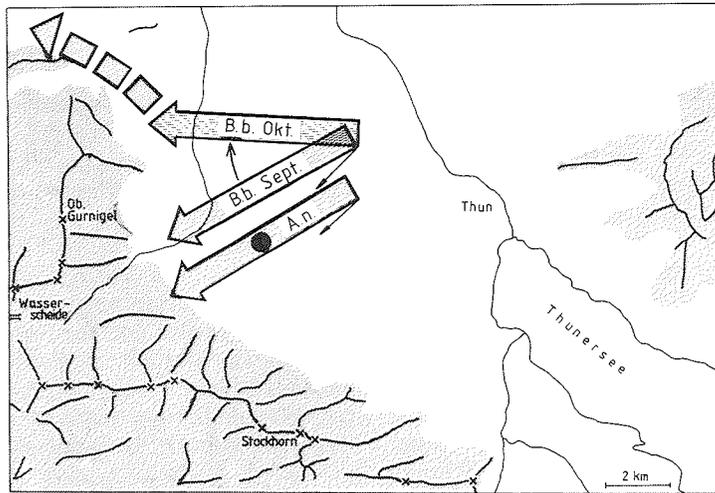


Abb. 9. Endrichtungen von Mäusebussard (*Buteo buteo* = *B.b.*) und Sperber (*Accipiter nisus* = *A.n.*) im September und Oktober. Während die mittleren Richtungen des Mäusebussards eine saisonale Drehung gegen W zeigen, ändert der Sperber die Mittelrichtung nicht. Kleine Pfeile zeigen die aufgrund der Ringfunde ungefähr erwarteten Zugrichtungen. ● = Radarstandort. – Final directions of radar tracks of Common Buzzards and Sparrowhawks in September and October. The mean directions of Common Buzzards show a seasonal shift towards W, whereas those of Sparrowhawks remain nearly constant. Small arrows indicate the approximate directions expected from ringing recoveries. ● = radar site.

winden kann. Aufgrund seiner geringeren Flächenbelastung und dem dadurch möglichen engen Kreisradius (Pennycuik 1975) dürfte der Sperber zudem in der Lage sein, auch kleinräumige Aufwinde in Hangnähe zu nutzen (s. u.).

Die Bedingungen für den Segelflug verschlechtern sich im Verlauf des Herbstes: die ohnehin schon geringen Steiggeschwindigkeiten³ beider Arten sinken aufgrund der reduzierten Thermik. Dazu kommt, dass nach Piechocki (1970) die Mäusebussarde im Oktober um rund 100 Gramm schwerer sind als im September, was die Flächenbelastung (nach Herzog 1968 beim Bussard im Mittel $0,42 \text{ g/cm}^2$ und beim Sperber $0,33 \text{ g/cm}^2$) erhöht und die Steiggeschwindigkeit zusätzlich verringert. Auf die reduzierten Steigmöglichkeiten reagieren die beiden Arten deutlich verschieden: Beim Sperber bewirken die verringerten

Steiggeschwindigkeiten eine Änderung der Flugtaktik, indem er vermehrt Schlagflug einsetzt und damit das Kreisen über dem ebenen Gelände auf die Hälfte reduziert. Beim Bussard ändern sich die Anteile der verschiedenen Flugformen nicht; sein konservatives Flugverhalten führt in den meisten Fällen zu horizontalem Ausweichen vor den Hindernissen.

Die Flughöhen sind geringer als erwartet. In der Literatur finden sich sehr widersprüchliche, meist mehr auf Spekulationen denn auf durchgeführten Messungen beruhende Hinweise zu diesen Flughöhen. Grosse Flughöhen, d. h. Flughöhen von mehreren tausend Metern über Boden, scheinen bei segelfliegenden Vögeln zumindest in tropisch-subtropischen Gegenden regelmässig vorzukommen (z. B. Alerstam 1982, Pennycuik 1972). Aus nördlicheren Breiten ist nur wenig Konkretes bekannt. Gute Angaben liegen aus Nordamerika (New Jersey) für den Eckschwanzsperber *Accipiter striatus*, einem nahen Verwandten von *A. nisus*, vor: Kerlinger & Gauthreaux

³ Erwartet wurden Steiggeschwindigkeiten von mindestens 1 m/s (vgl. Alerstam 1982 sowie Kerlinger et al. 1985).

(1984) stellten im Landesinnern eine durchschnittliche Flughöhe von 362 m ü. . fest ($n = 15$), womit dieses Resultat nahe bei dem von uns für den Sperber ermittelten Wert von 315 m ü. B. liegt. Andere Werte (Kerlinger et al. 1985) aus zentralen Gebieten des Staates New York liegen mehrheitlich um 750–800 m (*A. striatus* 755 ± 208 m, *Buteo platypterus* 791 ± 217 m). Diese Daten sind allerdings etwas zu Gunsten grosser Flughöhen verzerrt, da an schlechten Zugtagen die Beobachtungen jeweils nach 1–2 Stunden eingestellt wurden. Mulhauser et al. (1984) stellten durch visuelle Beobachtungen beim Fort l'Écluse fest, dass 52% aller Mäusebussarde und 59% aller Sperber in Höhen zwischen 500 und 800 m über dem Talboden vorbeizogen, lediglich 9% beider Arten darüber. Diese Vergleiche könnten andeuten, dass die Thermikverhältnisse im Vorgelände zur Stockhornkette relativ ungünstig sind.

Die wenigen verfügbaren Protokolle über die von den beiden Arten während des Anstiegs zur Wasserscheide verwendeten Flugarten deuten an, dass unter günstigen Verhältnissen beide Arten versuchen, in unmittelbarer Hangnähe Höhe zu gewinnen. Der Anteil des Kreisens wird dabei gegenüber dem Flug über der Ebene auf Kosten des Gleitens drastisch gesteigert. Unter ungünstigeren Bedingungen ist der Sperber wahrscheinlich im Vorteil, weil er dank seiner geringeren Flächenbelastung in der Lage sein dürfte, schwächere und kleinräumigere Aufwinde zu nutzen. Weitere Beobachtungen zu diesem Problem könnten eine lohnende Aufgabe für Feldbeobachter darstellen.

4. Schlussdiskussion

Die Flughöhen ziehender Mäusebussarde und Sperber sind am Alpenrand erstaunlich gering und sinken saisonal ab. Die beiden Arten erreichen die Pässe am Alpenrand und in den Alpen in relativ geringer Höhe. Mit methodischen Fehlern infolge zu grosser Flughöhe ist also bei Planbeobachtun-

gen im Alpenraum kaum zu rechnen. Daraus folgt, dass die Seltenheit des Mäusebussards über den untersuchten Alpenpässen und seine saisonale Abnahme als Realität zu betrachten sind.

Aufgrund der geringen Flughöhen werden die durch den Alpenraum ziehenden Greife in Tälern und Pässen kanalisiert und konzentriert. Bei Planbeobachtungen ist deshalb zu berücksichtigen, dass die Zugrichtungen und vor allem die Zugdichten durch die lokalen und regionalen Verhältnisse geprägt werden. Im Rahmen der vorliegenden Studie bedeutet dies, dass die regionale Änderung der mittleren Zugrichtung des Mäusebussards vom östlichen zum westlichen Mittelland auch durch lokale Gegebenheiten mitbeeinflusst sein könnte, was aber die Tatsache der grossräumigen Richtungsänderung nicht in Frage stellt, sondern höchstens deren Ursache teilweise in den kleinräumigeren Bereich verschiebt. Bei nachziehenden Singvögeln scheinen grossräumige Einflüsse im Vordergrund zu stehen, da die alpenparallelen Richtungen vor allem bei schönem Wetter auftreten, d.h. wenn der Alpenkamm nicht durch Wolken verdeckt ist (Liechti & Bruderer 1986). Quantitative Vergleiche der Zugfrequenzen auf verschiedenen Stationen sind aufgrund der Kanalisierung nur mit gewissen Vorbehalten möglich. In der vorliegenden Arbeit wurden für den Vergleich nur Orte mit ausgeprägter Kanalisierung herangezogen, zudem wurden als Vergleichsparameter nicht in erster Linie die absoluten Zahlen verwendet, sondern (a) die relativen Anteile der verschiedenen Arten, (b) der jahreszeitliche Zugverlauf ausgewählter Arten pro Station. Aufgrund dieser Parameter darf die saisonal zunehmende Verlagerung des Mäusebussardzuges von den Alpen ins Mittelland und des Sperberzuges von den Alpen an den Alpenrand und ins Mittelland als gesichert gelten.

Die geringen Flughöhen und Steigmöglichkeiten haben zur Folge, dass bereits topographische Erhebungen von wenigen hundert Metern Höhe relevante Hindernisse darstellen, die eine Anpassung der Flug-

taktik erfordern. Beim Fehlen genügender Aufwinde müssen zusätzliche Leistungen erbracht werden: (a) Optimierung des Gleitwinkels durch zusätzliche Flügelschläge, (b) Erhöhung des Schlagfluganteils (nur bei eher flexiblen Arten wie dem Sperber), (c) Nutzung kleinräumiger Aufwinde (z. B. in Hangnähe, vorab bei Arten mit relativ geringer Flächenbelastung), (d) Umfliegen der Hindernisse (vor allem bei wenig flexiblen, ausgeprägten Segelfliegern mit relativ grosser Flächenbelastung). Als geeignetste Flugstrategie der Mäusebussarde ergibt sich der «Weg des geringsten Widerstandes», der vor allem bei geringer Thermik um das «Hindernis-Meer» der Alpen herum führt, während der Sperber zumindest am Alpenrand noch Zusatzleistungen durch Aufsteigen erbringt.

Die durchschnittlich 1500 m über die Ebene des Aare- und des Gürbetals hinaufreichende Stockhornkette wird im Normalfall weder von Mäusebussarden noch von Sperbern überquert. Die Wasserscheide bietet als WSW-wärts gerichteter, tiefster Übergang im Gebirgszug Stockhornkette-Gurnigel die günstigste Möglichkeit, um den Zug mit minimalem Steigaufwand und geringster Richtungsabweichung fortzusetzen. Allerdings müssen beide Arten, auch wenn sie die tiefste Stelle des Passes benutzen, durchschnittlich mindestens 600 m an Höhe gewinnen. Dies erfordert von ihnen kurzfristig eine drastische Änderung des Flugverhaltens (auf rund 60% erhöhte Anteile des Kreisens sowie vermehrten Schlagflug), da sie im Vorgelände offenbar keinen Höhengewinn erzielen. Der Höhengewinn wird für den Bussard im Verlauf der Saison immer schwieriger, so dass er gezwungen wird, das topographische Hindernis mehr und mehr im Norden zu umfliegen. Ein zusätzlicher Höhengewinn ist unter günstigen Bedingungen bei beiden Arten durch Kreisen in Hangwinden möglich. Die geringe Ausdehnung der Hangwinde (nach Richner mdl. und 1978 sowie Wallington 1967 nur in einer Schicht von 50 m vom Hang), erschwert aber dem Bussard den Höhengewinn in Hangnähe, während der Sperber

mit seiner geringen Flächenbelastung, Wendigkeit und dank unterstützenden Flügelschlägen auch im Spätherbst noch in der Lage ist, die notwendige Höhe zu gewinnen.

Die beim Mäusebussard festgestellte Drehung der Zugrichtung im Verlauf der Saison ergibt sich zwangsläufig aufgrund der ermittelten flugtaktischen Gegebenheiten. Sie ist ein wesentliches Element zur Erklärung der im Verlauf des Herbstes abnehmenden Zugfrequenz der Mäusebussarde auf dem Col de Bretolet. In der Literatur ist bis dahin noch nichts Vergleichbares beschrieben worden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bereits einzelne Bergketten die Richtungswahl ziehender Greifvögel erheblich beeinflussen können, insbesondere, wenn die betroffenen Arten für den Höhengewinn Aufwinde benötigen. Je ausschliesslicher eine Art auf Thermik angewiesen ist und je geringer ihre Möglichkeiten zur Nutzung kleinräumiger Aufwinde sind, desto stärker ist sie gezwungen, ein Hindernis durch Umfliegen zu überwinden. Damit erhalten einzelne Gebirgsketten und die Alpen als Ganzes besonders für ausgeprägte Segelflieger Hindernischarakter, auch wenn im Gegensatz zu den Wasserhindernissen (z. B. Ostsee, Mittelmeer) Aufwinde vorhanden sein können.

Dank. Unser Dank gilt vorab Prof. B. Tschanz von der Ethologischen Station Hasli der Universität Bern, der die Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit der Schweiz. Vogelwarte ermöglichte und sie auch gegenüber der Fakultät vertrat. In vielfacher Weise haben uns die Mitarbeiter der Schweizerischen Vogelwarte geholfen; insbesondere danken wir Dr. L. Jenni für die Computerausdrucke der schweizerischen Ringfunde. Ihm und Dr. B. Naef danken wir für wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Textes. R. Schlenker von der Vogelwarte Radolfzell stellte uns zusätzliche deutsche und österreichische Ringfunde zur Verfügung. Dr. E. Sutter danken wir für das Überlassen der Rohdaten über den Mäusebussardzug im nördlichen Alpenvorland sowie für die kritische Durchsicht des Manuskriptes. Dr. L. Schifferli, U. v. Blücher, B. Gasser und R. Stähli halfen beim Übersetzen ins Englische.

Ohne die Mitarbeit von zahlreichen Freiwilligen wäre die Untersuchung in diesem Rahmen nicht möglich gewesen. Unser Dank gilt daher allen Be-

teiligten, besonders den einsatzfreudigen Mitarbeitern auf der Radar- und den Beobachtungsstationen. G. Mulhauser, A. Schubert, C. Vicari und T. Schmid sei an dieser Stelle für die Datenbeschaffung beim Fort l'Écluse bestens gedankt. J.-P. Matérac versorgte uns mit zusätzlichem Datenmaterial vom Col de Bretolet. Auf der Wasserscheide standen uns insbesondere die übrigen AGU-Mitglieder V. Feller, H.-U. Grütter und J. Hostettler hilfreich zur Seite. Die Familie W. Wittwer stellte uns in verdankenswerter Weise den Reckenbühl als Radarstandort zur Verfügung. Für ihre Unterstützung sind wir den Firmen Contraves AG, Bendicht Kästli & Söhne AG, Ostermündigen, Hannes Keller AG, Bern, und Skilifte Gantrisch Gurnigel Schwefelberg AG zu Dank verpflichtet. Der schweizerischen Armee verdanken wir unsere Radaranlage, dem Laboratorium für Atmosphärenphysik der ETH Teile der Registrieranlage.

Zusammenfassung, Summary

Im Rahmen des Alpenzugprogramms der Schweizerischen Vogelwarte (vgl. Bruderer & Jenni 1980) wird das Zugverhalten zweier Greifvogelarten verglichen, die sich in ihrem generellen Zugablauf als Kurzstreckenzieher mit ähnlichen Herkunfts- und Zielgebieten wenig unterscheiden, in ihrem Auftreten auf Alpenpässen aber deutlich divergieren. Für diese beiden Arten wird mittels einer Ringfundanalyse geklärt, welche Populationen während des Zuges in den Alpenraum gelangen können und welche mittleren Richtungen sie dabei einhalten. Anhand von Literaturangaben werden die Durchzugszeiten in Mitteleuropa ermittelt. Diese Erwartungswerte für Richtung und Zeit des Zuges werden verglichen mit vorhandenen Planbeobachtungen über die Zugrichtungen von Mäusebussarden im Mittelland und am Juranorrand sowie mit den effektiven Durchzugsfrequenzen beider Arten auf einem Alpenpass (AP), am Alpenrand (AR) und am Westausgang des Mittellandes (ML). Radarverfolgungen unmittelbar vor einer markanten Bergkette am Alpenrand und anschließende Analysen der aufgezeichneten individuellen Flugwege geben Aufschluss über Unterschiede in der Flugtaktik der beiden Arten. Die Kombination der grossräumigen, regionalen und lokalen Datensätze führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Mäusebussarde und Sperber aus Finnland, Ost-Schweden, dem Baltikum, Polen, CSSR, DDR, Bayern und der Schweiz treffen mit Richtungen im Bereich von 225–235° auf den Alpenraum.

2. Mäusebussarde ziehen in der Region Nordwestschweiz mit durchschnittlich 229°, im östlichen Mittelland (östlich des Aarelaufs zwischen Thuner- und Bielersee) mit 239° und im westlichen Mittelland mit 219°. (Regionale Angleichung der mittleren Zugrichtung an den Verlauf des Mittellandes ohne unmittelbaren Kontakt mit dem Alpenrand).

3a. Mäusebussarde ziehen vorwiegend durch das ML und erreichen nur in relativ geringer Zahl inneralpine Pässe (Frequenzvergleich AP:AR:ML = 1:8:20). Die Zahl der in die Alpen einfliegenden Bussarde nimmt nach Mitte Oktober ab, während das Zugvolumen im ML bis Ende Oktober zunimmt. (Zunehmende Verlagerung des Zuges ins ML).

3b. Sperber treten auf AP in grösserer Zahl auf als im ML (AP:AR:ML \approx 2:4:1). Allerdings geht auch die Zahl der bis auf AP vordringenden Sperber gegen Ende Oktober zurück, bei gleichzeitigem Frequenzanstieg am AR und im ML.

4a. Beim Mäusebussard werden die Möglichkeiten zur Überquerung einer Bergkette eingeschränkt durch geringe durchschnittliche Flughöhe im Vor- und Gelände (344 m ü. B.), geringe und saisonal abnehmende Steiggeschwindigkeit beim Kreisen (0,86 m/s), seltene Nutzung des Schlagfluges, aerodynamisch bedingten grossen Kreisradius und konservatives Flugverhalten unter schlechten Bedingungen. Die mit fortschreitender Jahreszeit deutlicher werdende Hinderniswirkung des AR zeigt sich in einer Drehung der mittleren Endrichtungen verfolgter Mäusebussarde von 242° im September auf 273° im Oktober.

4b. Sperber fliegen im Durchschnitt ebenfalls auffallend tief (315 m ü. B.) und zeigen geringe, im Spätherbst sinkende Steiggeschwindigkeit beim Kreisen (0,76 m/s). Sie nutzen aber generell, und saisonal zunehmend, die Möglichkeiten des Schlag- und Gleitfluges und reduzieren damit den mittleren Gleitwinkel von 4,6° im September auf 2,6° im Oktober. Die mittlere Endrichtung verfolgter Sperber ändert sich am AR im Verlauf des Herbstes nicht. Im Gegensatz zu Mäusebussarden können Sperber die eng begrenzten hangnahen Aufwinde mit geringem Kreisradius und zusätzlichen Flügelschlägen relativ gut nutzen und erreichen (unabhängig von der Thermik über der Ebene) in den letzten 2 km vor dem Passübergang die für die Traverse notwendige Höhe.

Eine Erklärung für die im Laufe des Herbstes erfolgende Verlagerung des Sperberzuges von den AP auf das Alpenrandgebiet deutet sich in Feldbeobachtungen an: Es sind vor allem die früher als die Altvögel ziehenden Jungsperrber, die bis auf die AP vordringen.

Migratory behaviour of Common Buzzard *Buteo buteo* and Sparrowhawk *Accipiter nisus* in the area of the Alps

Within a long-term research program of the Swiss Ornithological Institute on bird migration in the area of the Alps (Bruderer & Jenni 1980) two species of raptors are compared. Both are short-distance migrants with comparable areas of origin and destination, showing little difference in their general migratory behaviour, but diverging significantly in their occurrence on Alpine passes. Ringing

recoveries are used to define the populations of the two species, which may reach the area of the Alps during migration and their mean migratory directions, respectively. Based on data from the literature, periods of main passage in Central Europe are determined. These general directions and seasons of passage are compared with the actual passage on an Alpine pass (AP), at the border of the Alps (BA) and at the western end of the Swiss lowlands (LL), respectively. They are also compared to previous observations on migratory directions of Common Buzzards in the LL and at the northern border of the Jura. Differences in the flight strategies of the two species are revealed by radar tracking directly in front of a prominent mountain range (at the BA) and by analyses of their individual flight paths. The combination of large-scale, regional and local data led to the following results:

(1) Common Buzzards and Sparrowhawks from Finland, eastern Sweden, the Baltics, Poland, CSSR, GDR, Bavaria and Switzerland meet the area of the Alps with directions ranging from 225 to 235°.

(2) Migratory directions of Common Buzzards average 229° in the northwestern area of Switzerland, 239° in the eastern LL (east of the Aare river between the lakes of Thoun and Biel) and 219° in the western LL. (Regional adaption of the mean directions of migration to the general orientation of the LL without immediate contact with the border of the Alps).

(3a) Common Buzzards mainly follow the LL and reach AP only in relatively small numbers (comparison of frequency AP:BA:LL = 1:8:20). The numbers of Buzzards flying across the Alps decrease after mid-October, whereas the numbers of those in the LL increase until the end of October (increasing shift of migration towards the LL).

(3b) Sparrowhawks appear on AP in greater numbers than in the LL (AP:BA:LL ≈ 2:4:1). However, the numbers of birds reaching AP also decrease until the end of October while they appear with increasing frequency at the BA and in the LL.

(4a) The Common Buzzard's possibilities for crossing a mountain range are limited by: - low mean altitude of flight in the area preceding the Alps (344 m AGL), - low climbing rate when soaring (0,86 m/s) which decreases during autumn, - scarce use of flapping flight, - large soaring radius due to aerodynamics, - conservative flying behaviour under adverse conditions. The obstructing effect of the BA increases during autumn, as shown by the shift of the mean final direction from 242° in September to 273° in October.

(4b) Sparrowhawks also show a remarkably low mean flight altitude (315 m) and a low climbing rate when soaring (0,76 m/s) which declines during autumn. However, they use their capability of flapping and gliding more often than the Common Buzzard, reducing the average gliding angle from 4,6° in September to 2,6° in October. The mean final direction of radar tracked Sparrowhawks at

the BA does not change during autumn. In contrast to Common Buzzards, Sparrowhawks are able to make relatively good use of narrow slope lifts by means of a small soaring radius and additional wing beats and reach (independently of the thermals of the plain) the necessary altitude within the last 2 km before crossing the pass.

Field observations indicate that there is an explanation for the shift of Sparrowhawk's migration from the AP to the BA; they show that mainly juvenile birds, migrating prior to adults advance as far as AP.

Literatur

- AGU-Berichte über den Greifvogelzug auf der Wasserscheide/Gurnigel in den Jahren 1980-84, erhältl. b. Erstauteur.
- ALEKSTAM, T. (1981): The course and timing of bird migration. In D. J. Aidley: Animal migration. Soc. Exp. Biol. Seminar Ser. 13. Cambridge. - (1982): Fågelflyttning. Lund.
- ANKER-NILSSEN, T. et al. (1977): Ringmerkering av forskjellige fuglearter i 1972 og 1973. Medd. norsk viltforsk. (3)2: 33.
- BATSCHLET, E. (1981): Circular statistics in biology. London, New York.
- BAUMGARTNER, M. & B. BRUDERER (1985): Radarbeobachtungen über die Richtungen des Vogelzuges am nördlichen Alpenrand. Orn. Beob. 82: 207-230.
- BELOPOLSKII, L. O. (1972): Ecological features of the migration of the Sparrowhawk. *Ékologiya* 2: 58-63. Kaliningrad State University.
- BERNIS, F. (1980): La migration de las aves en el Estrecho de Gibraltar, vol. 1, aves planeadores. Universidad Complutense Madrid.
- BLOCH, R., B. BRUDERER & P. STEINER (1981): Flugverhalten nächtlich ziehender Vögel - Radardaten über den Zug verschiedener Vogeltypen auf einem Alpenpass. Vogelwarte 31: 119-148.
- BRUDERER, B. (1969): Zur Registrierung und Interpretation von Echosignaturen an einem 3-cm-Zielfolgeradar. Orn. Beob. 66: 70-88. - (1971): Radarbeobachtungen über den Frühlingszug im Schweizerischen Mittelland. (Ein Beitrag zum Problem der Witterungsabhängigkeit des Vogelzuges). Orn. Beob. 68: 89-158. - (1982): Do migrating birds fly along straight lines? In F. PAPI & H. WALLRAFF: Avian navigation. Berlin, Heidelberg, New York.
- BRUDERER, B. & L. JENNI (1980): Ein nationales Programm für die Vogelzugforschung in der Schweiz. Orn. Beob. 77: 56-58.
- BURR, F. (1936): Über die jahreszeitliche Verbreitung des Mäusebussards (*Buteo buteo* L.). Vogelzug 1: 17-34, 230-238 (Beilage).
- BYKHOVSKII, B. E. (1973): Atlas of bird migrations. Ecological and physiological factors. New York.
- FUCHS, E. (1968): Der Herbstzug auf dem Hahnenmospass in den Jahren 1965 und 1966. Orn. Beob. 76: 85-109.
- GATTER, W. (1972): Herbstliche Zugplanbeobachtungen an Greifvögeln (Falconiformes) am Randecker Maar, Schwäbische Alb. Anz. orn. Ges. Bayern 11: 194-209.
- GLUTZ, U. N., K. M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Hand-

- buch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4, Falconiformes. Frankfurt am Main.
- HERR, G. (1972): Ringfunde des Sperbers (*Accipiter nisus*). *Auspicium* 4: 413–434.
- HERZOG, K. (1968): Anatomie und Flugbiologie der Vögel. Stuttgart.
- HOLGERSEN, H. (1952): Bird banding in Norway 1951. *Sterna* 1: 19.
- HÜCKLER, U. (1966): Ringfunde von Mäusebussarden (*Buteo buteo*) aus dem strengen Winter 1962/63. *Auspicium* 2: 218–225.
- IMBODEN, CH. & D. IMBODEN (1972): Formel für Orthodrome und Loxodrome bei der Berechnung von Richtung und Distanz zwischen Beringungs- und Wiederfundort. *Vogelwarte* 26: 336–346.
- JENNI, L. (1982): Schweizerische Ringfundmeldungen für 1977 und 1978. 68. Ringfundbericht. Sempach.
- KERLINGER, P. & S. A. GAUTHREUX jr. (1984): Flight behaviour of Sharp-Shinned Hawks during migration. I. Over land; II. Over water. *Anim. Behav.* 32: 1021–1028, 1029–1034.
- KERLINGER, P., V. P. BINGMAN & K. P. ABLE (1985): Comparative flight behaviour of migrating hawks studied with tracking radar during autumn in central New York. *Can. J. Zool.* 63: 755–761.
- KLAUS, A., W. SCHAUB et al. (1983): Greifvogelzug auf der Ulmethöchi 1983. Basellandschaftl. Vogelschutzverband.
- LIECHTI, F. & B. BRUDERER (1986): Einfluss der lokalen Topographie auf nächtlich ziehende Vögel. *Orn. Beob.* 83: 35–66.
- MARTINSEN, M. & Y. HAGEN (1957): Ringmerkning av forskjellige fuglearter i 1955. *Medd. statens viltunders.* (2) 1: 13. – 1958: id. (2) 3: 14. – 1960: id. (2) 6: 15. – 1963: id. (2) 15: 12–13. – 1965: id. (2) 20: 24–25. – 1966: id. (2) 24: 13. – 1974: id. (2) 41: 30.
- MATHIASSEN, S. (1962): Femtio års fågelmärkningar vid Göteborgs Naturhistoriska Museum. Göteborgs Naturhist. Mus., Årstryck 1962: 22–63.
- MEAD, C. J. (1973): Movements of British raptors. *Bird Study* 20: 259–286.
- MEBS, T. (1965): Ringfunde süd-, west- und nordwestdeutscher Mäusebussarde (*Buteo buteo*). *Auspicium* 2: 135–146.
- MICHELSON, CH. A., & J. A. VIKSNE (1982): Migrations of birds of Eastern Europe and Northern Asia. Falconiformes–Gruiformes. Moscow.
- MORTIZ, D. & G. VAUK (1976): Der Zug des Sperbers (*Accipiter nisus*) auf Helgoland. *J. Orn.* 117: 317–328.
- MULHAUSER, G., T. SCHMID, A. SCHUBERT & C. VICARI (1984): La migration visible des Rapaces au Fort l'Écluse (Ain) pendant l'automne 1983. *Nos Ois.* 37: 311–330.
- NEWTON, I. (1975): Movements and mortality of British Sparrowhawks. *Bird Study* 22: 35–43.
- OLSSON, V. (1958): Dispersal, migration, longevity and death causes of *Strix aluco*, *Buteo buteo*, *Ardea cinerea* and *Larus argentatus*. *Acta Vertebratica* 1: 91–181.
- PENNYCUICK, C. J. (1972): Animal flight. London. – (1975): Mechanics of bird flight. *Avian Biology*, vol. 5: 1–75. New York, S. Francisco, London.
- PERDECK, C. A. (1977): The analysis of ringing data: Pitfalls and prospects. *Vogelwarte* 29 (Sonderh.): 33–44.
- PERDECK, C. A. & B. J. SPEEK (1967): Ringverslag van het Vogeltrekstation. *Limosa* 40: 74–75.
- PIECHOCKI, R. (1970): Todesursache, Gewichte und Masse von *Buteo buteo buteo*. *Beitr. Vogelk.* 16: 313–327.
- RICHNER, H. (1978): Zwischenbilanz der Planung des GARP Mountain Sub-Programme (ALPEX). *Verh. 15. int. Tagung f. alpine Meteorol.*: 329–332.
- RIEDWYL, H. (1978): Angewandte mathematische Statistik in Wissenschaft, Administration und Technik. Bern u. Stuttgart.
- ROSENDAHL, S. (1975): Nogle meldinger af danske Musvæger (*Buteo buteo*). *Danske Fugle* 27: 79–80.
- RUDEBECK, G. (1950): Studies on bird migration. *Vår Fågelvärld, Suppl.* 1: 1–48.
- RUFFRAY, P. & P. BAYLE (1980): Analyse bibliographique – la Buse variable (*Buteo buteo* L.). *Bull. mens. Off. Nat. Chasse* 37: 22–25.
- RÜTTGERS, H. (1977): Ringfunde süd-, west- und nordwestdeutscher Mäusebussarde (*Buteo buteo*). *Auspicium* 6: 225–255.
- SAUROLA, P. (1977): Suomalaisten hiirihaukkojen muuttoreitit. *Lintumies* 2: 45–53. (1981): Varpushaukan muutto suomalaisen rengastusaineiston kuvaamana. *Lintumies* 16: 10–18.
- SCHELDE, O. (1960): Danske Spurvehoges (*Accipiter nisus* L.) trackforhold. *Dansk orn. foren. tidsskr.* 54: 88–102.
- SCHMID, H. (1985): Die ersten 10'000. Eine Bilanz der Zugbeobachtungen von Greifvögeln (Falconiformes) auf der Wasserscheide/Gurnigel 1980–85. *Erhältl. b. Erstauteur.*
- SKOVGAARD, P. (1930): Halvhundrede Kuld af Spurvehoggen. *Danske Fugle* 2: 1–14. – (1930a): Dansk Ornithologisk Centrals Ringmærkninger I. *Danske Fugle* 3: 19. – (1936): id. II. *Danske Fugle* 4: 190. – (1937): id. III. *Danske Fugle* 4: 260. – (1942): id. IV. *Danske Fugle* 5: 32.
- SUTTER, E. (1948): Der Raubvogelzug im Herbst 1947. *Orn. Beob.* 45: 179–186.
- TANGUY LE GAC, J. et al. (1984): *Orgambideska col libre*. Fasc. 1, rapaces & cigognes. Ed. d'utovie, 64-Lys.
- THIOLLAY, J. M. (1966/67): La migration d'automne des rapaces diurnes aux cols de Cou et Bretolet. *Nos Ois.* 28: 229–251, 29: 69–97, 105–126.
- ULFSTRAND, S., G. ROOS, T. ALERSTAM, & L. ÖSTERDAHL (1974): Visible bird migration at Falsterbo, Sweden. *Vår Fågelvärld, Suppl.* 8.
- VERHEYEN, R. (1955): Over de trek van de sperwer (*Accipiter nisus* L.) in België. *Gerfaut* 4: 285–293.
- WALLINGTON, C. E. (1967): *Meteorologie für Segelflieger*. Frankfurt am Main.
- ZINK, G. (1958): Ringfunde südwestdeutscher Mäusebussarde (*B. buteo*). *Jb. Ver. vaterl. Naturk. Württ.* 113: 247–252. – (1959): Ringfunde nordwestdeutscher Mäusebussarde (*B. buteo*). *Auspicium* 1: 65–96.

H. Schmid, Simmentalstr. 10, CH-3700 Spiez
T. Steuri und Dr. B. Bruderer,
Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach