

Kollisionen zwischen Steinadlern *Aquila chrysaetos* und Flugzeugen in den Alpen

David Jenny



JENNY, D. (2010): Collisions between Golden Eagles *Aquila chrysaetos* and aircraft in the Alps. Ornithol. Beob. 107: 101–110.

Collisions between Golden Eagles *Aquila chrysaetos* and aircraft are rare incidents but nevertheless they occur in the Alps with a certain regularity. Gliders have been involved in most of the 20 documented cases whereas hang gliders have been affected three times less; only one case each has been documented as regards paragliders, helicopters and small aircraft.

Of the 20 cases of collisions documented in this paper, at least two thirds were attacks by eagles motivated by aggression, the other collisions were of incidental nature or carried out for unknown reasons. The attacks were directed at the wing or the cockpit of the aircraft. At least half of the collisions were lethal to the eagles. In more than half of the cases the collisions caused damages to the aircraft, however none of the incidents significantly affected the steering of the aircraft.

Possible causes for the attacks on aircraft are discussed: The inborn disposition of territorial raptors to defend their food resources makes them attack intruders of the same species within their territory. No clear relationship to the time of breeding was found. Endogenous factors (hormones), the occurrence of intruders (irritation factors) and the falling short of a critical distance are factors that can, in combination, cause Golden Eagles to react to aircraft by attacking them.

Aggressively motivated undulating flight, which is typical for the Golden Eagle, often precedes attack. Pilots should be able to interpret these threatening signals and withdraw as quickly as possible from the proximity of the eagle. At least some collisions could be avoided in that way.

David Jenny, Schweizerische Vogelwarte, CH–6204 Sempach, E-Mail jenny.d@compunet.ch

Kollisionen zwischen Steinadlern *Aquila chrysaetos* und Segelflugzeugen, Deltaseglern oder Gleitschirmfliegern sind zwar seltene Ereignisse, gelangen aber mit einer gewissen Regelmässigkeit an die Öffentlichkeit. Die Kollisionsursachen gehen dabei mindestens teilweise auf Angriffsflüge der Steinadler zurück. Attacken von Steinadlern gegen Flugobjekte finden denn auch Niederschlag in der wissenschaftlichen Literatur. Bruderer (1976, 1978) doku-

mentierte fünf solche Fälle in den Alpen und ging der Frage nach, unter welchen Umständen Steinadler Kleinflugzeuge angreifen. Komenda-Zehnder & Bruderer (2002) weisen in ihrer ausführlichen Übersicht über die Einflüsse des Flugverkehrs auf die Avifauna u.a. auf aggressive Reaktionen von Greifvögeln auf Flugkörper hin. Flückiger (1971) erwähnt Steinadler-Angriffsflüge gegen ein Verkehrsflugzeug und gegen einen Helikopter in den Sechziger-

jahren. Haller (1996) beschreibt und dokumentiert das Territorialverhalten verpaarter Vögel ausführlich und erwähnt Fälle von Angriffsflügen gegen Helikopter und Segelflugzeuge mit tödlichem Ausgang für den Steinadler. Auch Fasel (2000) dokumentiert z.T. die gleichen Fälle. Zudem wird gelegentlich in der Tagespresse oder in Flugsportzeitschriften über Vorfälle von Steinadlerangriffen auf Flugkörper berichtet. Von Mäusebussarden *Buteo buteo* sind ähnliche Attacken gegen Flugkörper dokumentiert (Bruderer 1978), von anderen Greifvogelarten wie Rotmilanen *Milvus milvus* oder Wanderfalken *Falco peregrinus* existieren hingegen nur Hinweise auf Scheinattacken (Kirst 1989).

Zu den Ursachen von Attacken durch Steinadler gegen Flugobjekte findet sich nur spärlich Literatur. Glutz von Blotzheim et al. (1971) zitieren Gordon (1955) bereits mit einem Fragezeichen, der Beuterivalität als Ursache von Angriffsflügen postulierte. Bruderer (1976, 1978) schlug erhöhte Aggression während der sexuell aktiven Phase des Steinadlers (Januar bis Mai), kombiniert mit dem Unterschreiten einer kritischen Distanz, als Auslöser für Angriffsflüge gegen Flugzeuge vor und kam damit der Sache wohl nahe.

Die vorliegende Übersicht ermöglicht es, anhand von 20 zusammengetragenen Fällen von Kollisionen von Steinadlern mit bemannten Flugkörpern, die von Bruderer (1976, 1978) vorgeschlagenen Aspekte, die zu Angriffsflügen gegen Flugzeuge führen können, weiter zu differenzieren und Verhaltensregeln für Piloten zur Vermeidung von derartigen Kollisionen vorzuschlagen.

1. Methode

Grundlage für die Recherchen über die Kollisionen von Steinadlern mit Flugobjekten im Alpenraum bilden sehr unterschiedliche Quellen, die teilweise Jahrzehnte zurückliegen. Bei aktuellen Fällen wurden die betroffenen Piloten über den Ablauf der Ereignisse befragt. Wichtige Quellen bildeten Berichte in Flugsportzeitschriften, im Internet oder in Lokalzeitungen. Kontakte zum Segelflugverband der Schweiz, der Flugplatzgenossenschaft Münster (Präsident Peter von Burg) und zum Schweizerischen Hängegleiter-Verband ergaben weitere Hinweise. Dabei konnten Datum und Ort der Kollisionen nicht immer genau eruiert werden, hingegen wurden von den Piloten teilweise ausführ-



Abb. 1. Überreste eines Steinadlers und Schäden am Höhenleitwerk eines Segelflugzeugs nach einer Attacke des Adlers mit Kollisionsfolge im Juli 1975 am Sanetschpass (Kanton Bern). Aufnahme R. Notter. – *Feather remains of a Golden Eagle and damages at the empennage of the glider after an attack of the eagle.*

Abb. 2. Ein immaturer Steinadler erlitt schwere Verletzungen nach einer Kollision am 3. September 2004 bei La Punt (Kanton Graubünden) mit einem Segelflugzeug und musste getötet werden. Aufnahme D. Jenny. – *An immature Golden Eagle, severely injured after an incidental collision with a glider. It was found on the ground and had to be killed.*



liche, aufschlussreiche Berichte verfasst. Fälle, in denen Steinadler involviert waren, waren dem Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) nicht bekannt.

2. Ergebnisse

Die meisten der 20 dokumentierten Fälle von Kollisionen mit Steinadlern betrafen Segelflugzeuge, gefolgt von Deltaseglern und Gleitschirmen (Tab. 1 und 2). Bruderer (1976) beschrieb zudem den Fall eines Stossflugs eines Steinadlers gegen einen Helikopter und gegen ein Kleinflugzeug. Zwei Drittel der Kollisionen waren klar aggressiv motiviert. Meist beschrieben die Piloten die Attacken der Steinadler als plötzlichen Angriff gegen die Pilotenkanzel, seltener gegen die Tragflächen (bei Segelflugzeugen). Bei Deltaseglern oder Gleitschirmen waren die Angriffe stets gegen das Obersegel gerichtet. Als aggressiv waren die Attacken an den Stossflügen mit ausgefahrenen Fängen und der frontalen Richtung der Angriffe erkennbar.

Nicht alle Attacken führten indes zu Kollisionen, insbesondere wenn Ausweichmanöver seitens des Piloten oder des Steinadlers im letzten Moment ausgeführt wurden. Kollisionsfreie Attacken dürften daher weit häufiger sein als eigentliche Kollisionen. Da solche Angriffe

ohne Kollisionsfolgen weniger spektakulär sind, gelangen sie aber weniger oft an die Öffentlichkeit.

Folgende zwei Beispiele aus den Berichten von Segelflurpiloten veranschaulichen den Ablauf von Steinadlerangriffen mit Kollisionsfolge: (1) «Der Steinadler tauchte erneut frontal vor mir auf und zeigte wieder seine Angriffsstellung. Innert Sekundenbruchteilen zog er seine Flügel an und streckte seine Krallen aus. Weil er wenig tiefer war, zog ich brüsk auf und legte die Flügel in eine enge Rechtskurve. Trotzdem ging im nächsten Moment ein scharfer Schlag durch das Flugzeug und ich sah den Adler etwa anderthalb Meter neben mir auf der Flügel Nase aufschlagen» (U. Ramel briefl.). (2) «Für meine Segelflugkollegen und mich ist es immer ein besonderes Erlebnis, im gleichen Aufwind mit einem Adler zu fliegen, hat dieses schöne Tier doch das bessere «Gefühl» für eine optimale Thermikausnutzung als wir Menschen. So flog ich etwa 50 m unter dem Adler in der gleichen Richtung kreisend in denselben Aufwind. Doch nach wenigen Sekunden hat der Vogel über mir das Kreisen abgebrochen und ist im Sturzflug direkt auf mich zugekommen. Über dem Capot hat der Adler abgeflacht und offenbar das hochstehende Leitwerk übersehen. Mit voller Wucht ist er dann ins Leitwerk geprallt und vermutlich getötet worden» (W. Böhlen briefl.).

Tab. 1. Kollisionsfälle von bemannten Flugkörpern mit Steinadlern in den Alpen, zusammengetragen aufgrund von Literatur, Medienberichten, Rückfragen bei betroffenen Piloten oder Hinweisen in Segelflug- oder Deltasegler-Zeitschriften. Datum und Ort konnten bei länger zurückliegenden Fällen nicht immer genau eruiert werden. Steht die Altersangabe in Klammern, ist das Alter wahrscheinlich, aber nicht sicher bestimmt. Geschl. = Geschlecht. – *Collisions between Golden Eagles and manned aircraft in the Alps documented in the scientific and popular literature.*

Datum	Ort	Höhe m ü.M.	Objekt	Steinadler		Art der Kollision	Bemerkungen	Quelle
				Alter	Geschl.			
6. März 1962	Savièse (Kanton Wallis)	1800	Kleinflugzeug	(ad.)	?	Stossflug gegen Cockpit	Adler tot	Bruderer (1976, 1978)
18. März 1968	Schweizer Alpen	?	Segelflugzeug	(ad.)	?	Zufallskollision	ohne Folgen	Bruderer (1976, 1978)
12. April 1975	Latsch (Kanton Graubünden)	1700	Helikopter	ad.	♀	Stossflug gegen Kabinenhaube	Adler tot	Bruderer (1976, 1978)
Juli 1975	Sanetschpass (Kanton Bern)	2500	Segelflugzeug	(immat.)	?	Angriff von vorne, Adler berührt Capot und kollidiert mit Höhenleitwerk	Höhenleitwerk stark beschädigt, Adler tot (Abb. 1)	Mündl. Bericht R. Notter (Pilot)
Juni 1977	Aspres (Dauphiné, Frankreich)	2000	Segelflugzeug	?	?	Nach intensiven Girlandenflügen Attacke gegen Rumpf und Kollision mit Leitwerk	Leitwerk beschädigt, Adler vermutlich mindestens verletzt	Bruderer (1978)
Februar 1978	Westalpen (Italien)	1700	Segelflugzeug	immat.	♀	Attacke mit zusammengefaltetten Flügeln, schlägt durch das Capot	Adler vermutlich tot, nach einem Durchschlag durch das Capot; Capot stark beschädigt	Bruderer (1978)
1984	Schöllenen-schlucht (Andermatt, Kanton Uri)	1800	Deltasegler	?	?	Zwei Angriffe, von hinten und von oben, aggressiv	Leichte Schäden im Segeltuch	Schmidt (1992)
August 1985	Blimmenhorn (Kanton Wallis)	3000	Segelflugzeug	?	?	Plötzlicher Zusammenstoss	Aufprall 1,5 m vom Cockpit entfernt auf Flügelnahe (Delle), Adler tot, fällt auf Strasse	Schriftl. Bericht A. Kormann (Pilot)
6. Juli 1987	Dischmatal (Kanton Graubünden)	3200	Segelflugzeug	ad.	?	Frontalangriff mit ausgestreckten Fängen	Adler tot (nicht gefunden), Schäden an Tragfläche	Ramel (1988), Fasel (2000)
10. Juli 1988	Alp Sigel (Brüdisau, Kanton Appenzell Innerrhoden)	2000	Segelflugzeug	ad.	♀	Heftiger Zusammenstoss	Adler schwer verletzt, wurde eingeschläfert	diverse Lokalzeitungen (sda vom 12. Juli 1988, u.a. Blick, Neue Zürcher Zeitung, St. Galler Tagblatt), Fasel (2000)

Tab. 1. (Fortsetzung)

Datum	Ort	Höhe m ü.M.	Objekt	Steinadler		Art der Kollision	Bemerkungen	Quelle
				Alter	Geschl.			
Ende der 80er-Jahre	Fiesch (Kanton Wallis)	?	Deltasegler	?	?	Von vorne, aggressiv	Leichte Schäden im Segeltuch	Schmidt (1992)
Mitte der 90er-Jahre	Trento (Italien)	2500	Deltasegler	?	?	Angriff gegen Tragfläche	Löcher im Segeltuch	Schriftl. Bericht F. Valentini (Pilot)
8. April 1995	Gurnigel (Kanton Bern)	1850	Segelflug- zeug	?	?	Stossflug gegen Piloten- kabel	Adler prallt mit Wucht ins Seitenleitwerk, vermutlich tot; Schäden am Leitwerk	Schriftl. Bericht W. Böhlen (Pilot)
zwischen 1995 und 1998	Caiolo (Sondrio, Italien)	?	Segelflug- zeug	?	?	Zusammenstoss	Adler tot, Pilot musste landen	Schriftl. Bericht E. Bassi
3. Septem- ber 2004	Alp Müsella (La Punt, Kanton Graubünden)	2300	Segelflug- zeug	immat.	♀	Zufallskollision mit Trag- fläche	Adler schwer verletzt, getötet von Wildhüter (Abb. 2)	Mündl. Bericht W. Feuerer (Pilot)
19. Mai 2007	Obererzen (Kanton St. Gallen)	1500	Deltasegler, Typ Archä- opteryx	?	?	Adler kollidiert nach Aus- weichmanöver mit Höhen- leitwerk	Höhenleitwerk stark de- molliert, Adler nicht ge- funden	Schriftl. Bericht R. Ruppert (Pilot), www.ruppert-composite.ch
20. April 2008	Schlierengrat (Pilatus, Kanton Luzern)	2500	Segelflug- zeug	immat.	?	Ohne Hinweise auf Aggres- sion, plötzliche Kollision mit Tragfläche	Adler nicht gefunden (Abb. 3)	Mündl. Bericht M. Schwarz (Pilot)
21. Juni 2008	Furkapass (Kan- ton Uri)	2800	Segelflug- zeug	(ad.)	?	Plötzliche Attacke, Kollision mit Tragfläche	Adler nicht gefunden	Mündl. Bericht A. Dick (Pilot)
9. August 2008	Rosenheim (Deutschland)	1600	Segelflug- zeug	?	?	Zweimalige Attacke von hin- ten gegen Cockpit	Vermutlich keine Folgen	Schriftl. Bericht M. Fowler (Pilot), http://forum.aeroclub-oppenheim.de
Ende Juli 2008	Kiental (Kanton Bern)	2200	Gleit- schirm	?	?	Angriff gegen Obersegel (zweimal)	Löcher im Obersegel	Schriftl. Bericht U. Dubach (Pilot), u.a. in: «Der Angriff des Ad- lers», Schweizer Familie 38/2008

In einem Fünftel der Kollisionsfälle attackierten Steinadler mehrmals bis zum eigentlichen Zusammenstoss. Bei knapp zwei Dritteln der Kollisionen, wo eine Altersbestimmung der Steinadler möglich war, waren adulte, beim Rest immature Vögel beteiligt ($n = 10$). Auf die aggressiven Attacken der Steinadler bezogen waren in vier von sechs Fällen Altvögel beteiligt. In allen 4 Fällen, wo eine Geschlechtsbestimmung möglich war, handelte es sich um ♀.

Mindestens 50 % der Kollisionen hatten tödliche Folgen für den Steinadler. Erfolgt die Zusammenstösse mit Segelflugzeugen, lag die Mortalität der Adler gar bei mindestens 62 % ($n = 13$). Die Hälfte der Kollisionsfälle hatten leichte bis mittelschwere Schäden am Flugkörper zur Folge: an den Tragflächen, Capots oder Leitwerken der Segelflugzeuge, im Segeltuch der Deltasegler oder im Obersegel des Gleitschirms. In keinem Fall führten diese Schäden zu massgeblichen Einschränkungen der Manövrierfähigkeit des Flugkörpers, schränkten aber im Falle der Beschädigung der Leitwerke und des Capots die Sicherheit bei der Landung ein. Für die Piloten blieben die Begegnungen abgesehen vom Schrecken folgenlos.

Die Kollisionen traten mit einer Ausnahme im Sommerhalbjahr zwischen März und Sep-

tember auf, knapp die Hälfte der Fälle ausserhalb der Brutperiode der Steinadler, also ausserhalb des Zeitraums zwischen Ende März und Anfang August. Ein Bezug zu nahe gelegenen (besetzten) Horsten konnte in keinem Fall hergestellt werden.

Aus dem Kiental (Berner Oberland) wurde im Juli 2008 von einem besonders aggressiven Individuum berichtet, das wiederholt und über längere Zeiträume Gleitschirmpiloten attackierte (U. Dubach briefl.). In zwei Fällen wurden die Zusammenstösse als Zufallskollisionen von Steinadlern mit Segelflugzeugen ohne Angriff des Adlers beschrieben, die auf die gemeinsame Nutzung von Thermikgebieten zurückgeführt wurden.

Die Kollisionen erfolgten zwischen 1500 und 3200 m ü.M., bei einer durchschnittlichen Höhe von 2200 m. Dies entspricht den von Steinadlern in den Alpen bevorzugten Höhenzonen (Glutz von Blotzheim et al. 1971).

Komenda-Zehnder & Zehnder (2010) dokumentieren zudem drei Fälle von Attacken gegen ferngesteuerte Modellflugzeuge, wobei je einmal ein Alt- und einmal ein Jungvogel involviert war. In allen drei Fällen blieben die Steinadler unverletzt. Zerstört oder beschädigt wurden hingegen die Modellflugzeuge.



Abb. 3. Immaturer Steinadler, vom Piloten eines Segelflugzeugs durch das Capot fotografiert. Der Adler kollidierte Sekunden später mit der Tragfläche. Aufnahme vom 20. April 2008 im Pilatusgebiet (Kanton Luzern), M. Schwarz. – *An immature Golden Eagle photographed through the canopy of a glider. Seconds later the eagle collided with the wing of the aircraft.*

3. Diskussion

Da thermischsuchende Flugsportler häufig in unmittelbarer Nähe von Steinadlern und andern grossen Greifvögeln fliegen, diese von Piloten sogar aktiv als Indikatoren für Aufwindareale angefliegen werden, sind Begegnungen zwischen Piloten und Steinadlern im Alpenraum häufig. In den allermeisten Fällen verhalten sich die Steinadler indifferent. Die Begegnungen bleiben meist folgenlos, können aber in sehr seltenen Fällen, insbesondere bei eingeschränkter Sicht (Wolken) oder bei gegenläufigem Aufkreisen, zu Zufallskollisionen führen. Dass Vorbeiflüge in der Nähe besetzter Steinadlerhorste zu störungsbedingten Brutabbrüchen führen können, wurde an anderer Stelle diskutiert (z.B. Jenny 1991).

Wenn insbesondere auch immature Steinadler scheinbar gezielt mit dem Flugzeug in geringem Abstand mitfliegen, wie von M. Schwarz (briefl., s. Tab. 1.) dokumentiert, spielt möglicherweise leicht aggressiv motiviertes Erkundungsverhalten mit eine Rolle.

Deutlich häufiger gingen Kollisionen auf gerichtete Stossflüge zurück, die ohne Zweifel klar aggressiv motiviert waren. In solchen Fällen waren vorwiegend territoriale, verpaarte Altvögel beteiligt, die dem Piloten dadurch ihren Revieranspruch deutlich machten.

Steinadler verteidigen ganzjährig Territorien, die neben dem Kernbereich mit den Brutplätzen auch die gesamte Nahrung bietende, zwischen 30 und 100 km² grosse Revierfläche umfassen. Bei Sichtkontakt werden eindringende Artgenossen von Paarvögeln auf grosse Distanz angefliegen und aus dem Territorium verjagt (vgl. u.a. Haller 1996). Das agonistische Verhalten ist angeboren und dient letztlich der langfristigen Sicherung der Ressourcen bei monogamen, langlebigen, territorialen Greifvogelarten wie dem Steinadler. Vögel reagieren auf fliegende Störreize mit durch angeborene Reaktionsnormen festgelegten Handlungen, die je nach Artengruppe eher Flucht- oder Angriffsverhalten entsprechen (Komenda-Zehnder & Bruderer 2002). Bei Greifvögeln resultieren Attacken, wenn der auslösende Reiz in die Reaktionsnorm des Rivalenschemas passt. Im Falle des Territorialverhaltens des Steinadlers

Tab. 2. Dokumentierte Fälle von Kollisionen von Steinadlern mit bemannten Flugkörpern (vgl. Tab. 1). Mit Leitwerk sind die zur Steuerung eines Flugzeugs erforderlichen Seiten- und Höhenruder gemeint. Eine Zufallskollision ist ein Zusammenstoss ohne erkennbare Attacke des Steinadlers. – *Documented cases of collisions between Golden Eagles and manned aircraft.*

	n	%
Betroffene Flugkörper (n = 20)		
Segelflugzeug	13	65
Deltasegler	4	20
Kleinflugzeug	1	5
Gleitschirm	1	5
Helikopter	1	5
Ort der Kollision (n = 20)		
Tragfläche	9	45
Pilotenkanzel	5	25
Leitwerk	4	20
unklar	2	10
Art der Kollision (n = 20)		
aggressiv motiviert	13	65
Zufallskollision	2	10
unklar	5	25
Attacke gegen (n = 13)		
Pilotenkanzel	6	46
Tragfläche	5	39
Rumpf	2	15
Folgen für den Steinadler (n = 20)		
tot oder schwer verletzt	10	50
ohne erkennbare Folgen	5	25
unbekannt	5	25

löst der optische Reiz eines fremden, fliegenden Artgenossen innerhalb der Reviergrenzen Aggressionsverhalten aus, das im Extremfall zu heftigen Luftattacken und zum Tod des Eindringlings führen kann (vgl. Haller 1996).

Nun hat man sich das Modell vom auslösenden Reiz bzw. dem dazu gehörigen angeborenen auslösenden Mechanismus (AAM, Lorenz 1978) nicht als klar definiertes Faktorengefüge vorzustellen, sondern als unscharfen, von Erfahrungen und Motivation (endogenen Faktoren) abhängigen Mechanismus, der sich auch gegen andere Arten oder eben gegen Flugkörper richten kann. Diese Offenheit des Reiz-Handlungssystems ermöglicht letztlich eine

phänotypische, auf das Aggressionsverhalten ausgerichtete Plastizität.

Segelflugzeuge und Deltasegler entsprechen – abgesehen von der Objektgrösse – bezüglich Silhouette und Geschwindigkeit ungefähr den optischen Signalen, die bei Steinadlern normalerweise von fliegenden Artgenossen ausgehen. Kombiniert mit einer sehr hohen Handlungsbereitschaft und dem Unterschreiten einer kritischen Distanz von etwa 100 m können diese Signale als Schlüsselreize die entsprechende Instinkthandlung «Stossflug» auslösen.

Dass dabei auch überdimensional grosse Reize wie Flugzeuge auslösend wirken können, dürfte mit dem Fehlen einer evolutiven Notwendigkeit einer Limitierung der Reizgrösse nach oben zu tun haben, da grössere Flugobjekte als Greifvögel natürlicherweise nicht vorkommen. Auch kleinere Greifvogelarten, z.B. Turmfalken *Falco tinnunculus*, können wesentlich grössere Arten wie den Steinadler unter Umständen vehement angreifen (Fischer 1995). Die Silhouetten von Gleitschirmen und Helikoptern passen weniger zum Rivalenschema eines Greifvogels als Segelflugzeuge und Deltasegler, wodurch sie offenbar deutlich seltener als Auslöser für Attacken in Erscheinung treten (Tab. 2). Gemäss Georgii et al. (1994) gaben Deltaseglerpiloten zudem achtmal häufiger an von Greifvögeln angegriffen zu werden als Gleitschirmflieger.

Innerhalb eines Territoriums besteht bei verpaarten Steinadlern grundsätzlich und permanent eine Handlungsbereitschaft für Aggressionsverhalten, da Territorien ganzjährig verteidigt werden müssen. Für erhöhte Handlungsbereitschaft stehen vermutlich kurzfristig erfolgte Erfahrungen mit Rivalen (erregende Reize) viel mehr im Vordergrund als die oft angenommene «Verteidigung der Brut». Die Statistik zeigt nämlich, dass sich weder zeitlich noch räumlich ein klarer Bezug zwischen aggressiver Motivation und Brutgeschäft herstellen lässt. Insbesondere zeigte sich keinerlei Anhäufung von Vorfällen während der sexuell aktivsten Phase im März und April oder dann, wenn ein Horst im näheren Umkreis besetzt war.

Hormonell gesteuerte Motivationen wie die Aggressivität sind dem Einfluss einer Vielzahl von Umweltfaktoren und Erfahrungen

ausgesetzt, die sich im Einzelfall nicht isoliert betrachten lassen und auch individuell unterschiedlich wirksam sind. In Extremfällen können auch besonders aggressive Individuen auftreten (s. oben). Erstaunlich ist, dass insbesondere ♀ bei den Attacken beteiligt waren, obwohl den ♂ grundsätzlich eine stärkere Verteidigungsrolle zukommt (Jenny 1991). Allerdings ist die vorliegende Stichprobe für eine gesicherte Aussage zu klein. Erstaunen mag zudem, dass Steinadler zwar sehr wohl und auf grosse Distanzen zwischen eigenen Partnern und fremden Artgenossen unterscheiden können, das Rivalenschema aber offenbar sehr weit gefasst ist und auch Flugzeuge und Helikopter enthalten kann.

Aggressiv motiviert ist zudem der wellenförmige sogenannte Girlandenflug des Steinadlers, der neben sexueller Ausrichtung als territoriales Signal gegen Rivalen auf weite Distanz wirkt (Glutz von Blotzheim et al. 1971, Fischer 1995). Obwohl nur in wenigen Fällen vom Piloten wahrgenommen, dürfte der Girlandenflug einer Attacke in vielen Fällen vorausgegangen sein, der auf der Stufe «Drohung» dazu dient, dass sich potenzielle Rivalen vor dem Beschädigungskampf zurückziehen. Dies dürften Piloten in den wenigsten Fällen tun. Das Ausbleiben einer Wirkung des Girlandenflugs auf den Flugkörper mag dann die aggressive Handlungsbereitschaft des Steinadlers so stark erhöhen, dass eine Attacke ausgelöst wird. In manchen Fällen liesse sich bei richtiger Deutung des Girlandenflugs wohl eine Attacke vermeiden, indem sich der Pilot so rasch wie möglich vom entsprechenden Steinadler entfernt.

Für Steinadler haben die meist aggressiv motivierten Kollisionen mit Flugkörpern weitaus fatalere Folgen als für die Piloten, ohne dass für sie ein Nutzen resultiert. Im Lichte der Evolution müsste ein solch «selbstmörderisches» Verhalten rasch verschwinden, da es eine starke genetische Komponente umfasst. Die Zeit seit dem Auftreten dieses menschenbedingten Selektionsfaktors ist aber wohl viel zu kurz für eine adaptive Entwicklung in eine Richtung, die künstliche Flugkörper als auslösenden Schlüsselreiz ausschliesst.

In Anbetracht der Vielzahl von Flugkörpern und Zigtausenden von Flugstunden von Se-

gelflugzeugen und andern thermiknutzenden Flugkörpern und einer heute wieder erfreulich hohen Bestandsdichte des Steinadlers, die sich im Alpenraum im Bereich der Sättigung befindet, bleiben Kollisionsfälle mit Steinadlern zwar spektakuläre, aber seltene Ereignisse. Die Sterblichkeit der alpinen Steinadler wird heute stark durch dichte-abhängige Interferenzeffekte beeinflusst (Jenny 1991, Haller 1996). Die durch Kollisionen mit Flugobjekten bedingte zusätzliche Mortalität hat keinen Einfluss auf die insgesamt vitale Bestandsentwicklung.

Trotzdem macht es Sinn, sich die Risiken für die Piloten und für die Steinadler vor Augen zu führen. Nahe fliegende Steinadler betrachten einen Flugkörper weder als Spielobjekt noch als potenzielles Beutetier oder gar als Partner. Vielmehr lösen fremde Flugobjekte einen gewissen Stress aus, der stets aggressiv beantwortet werden kann. Girlandenflug bedeutet in der Signalsprache der Steinadler «hau ab», was unbedingt befolgt werden sollte.

Steinadler befliegen seit mehreren Hunderttausend Jahren den Alpenraum, Segelflieger nutzen ihn seit einigen Jahrzehnten. Dies gilt es bei den eindrücklichen Begegnungen in der Luft zu respektieren und sich im Zweifelsfall zurückzuziehen.

Dank. Den Piloten sei gedankt für ihre Berichte und Fotos, insbesondere Willi Böhlen, Andreas Dick, Willy Feurer, Alfred Kormann, René Notter und Markus Schwarz. Hans Schmid initiierte die vorliegende Publikation, ging das Manuskript kritisch durch und gab wertvolle Hinweise. Bruno Bruderer stellte Daten zur Verfügung und hat das Manuskript kritisch durchgesehen, ebenso Heinrich Haller und zwei Gutachter. Susanna Komenda-Zehnder leistete bei der Literaturrecherche Unterstützung und stellte Vergleichsdaten zur Verfügung. Ralf Vanscheidt vermittelte Daten in einem Kollisionsfall. Jürg Bruhin half bei der Verfassung der englischen Texte. Eine ganze Reihe von Wildhütern war involviert bei der Suche nach verunfallten Steinadlern, so Daniel Godli und Gianni Lardgiadèr im Falle des verletzten Steinadlers von La Punt.

Zusammenfassung

Kollisionen zwischen Steinadlern und Flugkörpern sind zwar seltene Ereignisse, treten aber heute im Alpenraum doch mit einer gewissen Regelmässigkeit auf. Bei den 20 dokumentierten Fällen waren in erster Linie Segelflugzeuge betroffen. Deltasegler wa-

ren dreimal seltener involviert, und von Gleitschirmen, Helikoptern und Kleinflugzeugen wurde bisher nur je ein Fall bekannt.

Von 20 Kollisionsfällen gingen mindestens zwei Drittel auf Angriffe der Steinadler zurück. Beim Rest handelte es sich um Zufallskollisionen, oder die Ursache blieb unklar. Die Attacken waren meist gegen die Tragflächen oder die Pilotenkanzel der Flugkörper gerichtet. Für die Steinadler verliefen die Kollisionen in mindestens der Hälfte der Fälle tödlich. An den Flugkörpern führten die Hälfte der Zusammenstösse zu Beschädigungen, die aber in keinem der Fälle zu massgeblichen Einschränkungen der Manövrierfähigkeit des Flugobjekts führten.

Mögliche Ursachen der Steinadlerangriffe auf Flugkörper werden diskutiert: Auslösend für Attacken gegen Flugkörper dürfte angeborenes, normalerweise gegen Rivalen gerichtetes agonistisches Verhalten sein, wobei kein klarer Bezug zum Brutgeschäft, weder räumlich noch zeitlich, erkennbar war. Für Piloten ist die richtige Deutung des aggressiv motivierten Girlandenflugs wichtig: Dieser signalisiert den territorialen Anspruch des Steinadlers und sollte respektiert werden, indem sich ein Flugkörper rasch aus dem «Gefahrenbereich» entfernt.

Literatur

- BRUDERER, B. (1976): Unter welchen Umständen greifen Steinadler *Aquila chrysaetos* Flugzeuge an? Ornithol. Beob. 73: 29–30. – (1978): Collisions of aircraft with birds of prey in the Alps. Bird Strike Committee Europe, 13th meeting, Bern: 72–76.
- FASEL, F. (2000): Faszination Steinadler. Ott, Thun.
- FISCHER, W. (1995): Stein-, Kaffern- und Keilschwanzadler. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 500. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- FLÜCKIGER, A. (1971): Uhu und Steinadler. Schweizer Verlagshaus, Zürich.
- GEORGII, B., A. ZEITLER & D. HOFER (1994): Hängegleiten, Gleitsegeln und Wildtiere – Eine Umfrage unter Piloten, Berufsjägern und Bergsteigern. Verh. Ges. Ökol. 23: 263–267.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N., K. M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 4, Falconiformes. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a.M.
- GORDON, S. (1955): The Golden Eagle: king of birds. Collins, London.
- HALLER, H. (1996): Der Steinadler in Graubünden. Langfristige Untersuchungen zur Populationsökologie von *Aquila chrysaetos* im Zentrum der Alpen. Ornithol. Beob. Beiheft 9.
- JENNY, D. (1991): Bruterfolg und Bestandsregulation einer alpinen Population des Steinadlers *Aquila chrysaetos*. Ornithol. Beob. 89: 1–43.
- KIRST, C. (1989): Flugsportanlagen in der Bundesrepublik Deutschland und ihr Konflikt mit dem Naturschutz. Natur und Landschaft 64: 343–349.
- KOMENDA-ZEHNDER, S. & B. BRUDERER (2002): Ein-

- fluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Literaturstudie. Schriftenreihe Umwelt Nr. 344. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- KOMENDA-ZEHNDER, S. & M. ZEHNDER (2010). Angriff eines Steinadlers *Aquila chrysaetos* auf ein Modellsegelflugzeug. Ornithol. Beob. 107: 111–113.
- LORENZ, K. (1978): Vergleichende Verhaltensforschung oder Grundlagen der Ethologie. Springer, Wien.
- RAMEL, U. (1988): Adler... Seglerfreunde und Raumrivalen. SGO Moosbutz. Informationsblatt Segelfluggruppe Oberraargau, März 1988.
- SCHMIDT, A. (1992): Hängegleiter und Tierwelt – der Steinadler. Swiss Glider 5.92: 14–15.

Manuskript eingegangen 28. Juli 2009

Bereinigte Fassung angenommen 29. März 2010