

**VÖGEL UND UMWELT IN FLUGPLATZBEREICHEN : ÖKOLOGISCHE GRUND-
ASPEKTE, PROBLEME UND LÖSUNGSMÖGLICHKEITEN.**

(Kurzfassung des Festvortrages anlässlich des 25-jährigen Bestehens des DAVVL)

von JOSEF H.REICHHOLF, München.

Zusammenfassung: Da sich rund 90 der Vogelschläge in der Anflug-, Lande- und Startphase von Flugbewegungen ereignen, müssen besondere Umstände hierfür verantwortlich sein. Sie lassen sich in zwei Teilbereiche zerlegen: die Reaktion des Vogels und die Attraktivität des Flughafengeländes. Vögel nutzen zur Vermeidung von Angriffen sowohl die Form des sich nähernden Flugobjektes, als auch dessen Winkelgeschwindigkeit. Die Flugzeugform fällt nicht in den Rahmen der die Fluchtreaktion auslösenden Schemata; die Geschwindigkeit des Fluggerätes wird aufgrund der Größe als Winkelgeschwindigkeit falsch beurteilt. Deshalb erfolgt die Fluchtreaktion unter Umständen zu spät und es kommt zur Kollision. Auf der anderen Seite stellt das Flughafengelände nach Biotopstruktur und Nahrungsangebot für eine ganze Reihe kulturfolgender Vogelarten einen attraktiven Bereich dar, der mehr als die Umgebung bietet. Da die Fluchtreaktion nur durch (langwieriges) Lernen modifiziert werden kann, muß in erster Linie das Flughafengelände so wenig attraktiv für Vögel, wie möglich, gemacht werden.

Summary: About 90 per cent of all birdstrikes with aircraft occur during landing and take off, which cannot be due to chance. The constraints working together may be separated into two sections, i.e. the bird's reaction and the aerodrome's attractivity to birds. For their flight or escape reaction birds use both the form of the approaching object and its angular velocity. The plane's form is well beyond the naturally releasing pattern, and the velocity is misinterpreted according to the large size of the flying object. Flight reaction, therefore, is often delayed too much and collision is unavoidable. On the other hand the area of an aerodrome offers suitable habitat structures and better than average feeding conditions for a number of synanthropic birds. Since flight reaction may be conditioned only in the course of a time consuming learning process, it is of foremost importance to reduce the aerodrome's attractivity by appropriate measures.

Einleitung.

Ein Vierteljahrhundert angewandter Forschung zur Vogelschlagproblematik im Luftverkehr liegt zur Bilanz vor. Das Ergebnis entzieht sich einer objektiven Beurteilung, weil niemand feststellen kann, in welchem Ausmaß die Arbeit des DAVVL Vogelschlag verhindert hat. Daß dies geschehen ist, daran kann kein Zweifel bestehen. Der Einsatz hat sich auf jeden Fall gelohnt ! Unsere Flughäfen sind gegenwärtig gewiß erheblich besser in der Lage, der Gefahr von Vogelschlägen bei Start und Landung vorzubeugen, als vor zwei Jahrzehnten; und das trotz der enorm gestiegenen Frequenz der Flugbewegungen. Daß die Zahl der Vogelschläge nicht einfach parallel zur Entwicklung des Luftverkehrsaufkommens angestiegen ist, sondern erheblich dahinter zurückblieb, darf als indirektes Maß für den Erfolg der Bemühungen des DAVVL gewertet werden.

Aber warum kommt es überhaupt zu Vogelschlägen ? Weshalb besonders im Bereich von Flughäfen ? 90 % aller Vogelschläge ereignen sich bei Anflug (35 %), Landung (20 %) und Start (35 %) ! Diese Frage ist gewiß berechtigt, denn Flugzeuge und Flughäfen gehören sicher nicht in eine besonders naturnahe Umwelt. Sie sind Symbole menschlicher Technik, der Beherrschung der Schwerkraft und des Transportes über kontinentale, ja globale Dimensionen. Sollte man nicht annehmen, daß gerade die Flughafenbereiche von den Vögeln gemieden werden, weil hier die moderne Technik absolut über die Natur dominiert ? Was sind, anders gefragt, die Hintergründe für das Zustandekommen von Vogelschlägen im Luftverkehr und ihre außerordentliche Häufung im Nahbereich der Flughäfen ? Diesen beiden Kernfragen soll in der nachfolgenden Übersicht nachgegangen werden.

1. Grundlegende Befunde zum Vogelschlag.

Im zivilen Luftverkehr über der Bundesrepublik Deutschland kommt es pro Jahr durchschnittlich zu knapp 400 Vogelschlägen. Die Tendenz ist seit 1976 gleichbleibend bis leicht rückläufig. Für die Jahre 1976 - 1979 lag der Durchschnitt bei 442 Vogelschlägen, von 1981 - 1984 bei 376. Der Unterschied besagt nicht viel, denn die Wertereihe von 1976 bis 1984 liefert keine signifikanten Veränderungen ($r = -0.35$ n.s.). Die Schwankungen stellen möglicherweise nichts weiter als Fluktuationen in der jährweise unterschiedlichen Bestandsgröße der betroffenen Vogelarten dar.

Die monatliche Verteilung der Vogelschläge entspricht der Häufigkeitsverteilung der Vögel mit Höchstwerten nach der Brutzeit, wenn die Bestände am größten

sind, und zu den Zugzeiten. Das für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland festgestellte Muster deckt sich weitgehend mit den internationalen Vogelschlagstatistiken. Die Befunde entsprechen den Erwartungen, welche sich aus der Kenntnis der Lebensweise der Vögel ableiten lassen. Gleichfalls erwartungsgemäß gibt es von Jahr zu Jahr mitunter große Unterschiede sowie eine deutliche Steigerung der Vogelschlaghäufigkeit im Bereich von Flughäfen im Norden und Westen der Bundesrepublik, verglichen mit dem Süden. Auf 10.000 Flugbewegungen bezogen liegt dort die Quote doppelt so hoch. Das entspricht der aus klimatischen Gründen höheren Häufigkeit von Vögeln mittlerer Größenklassen im atlantischen Einflußbereich.

Aufschlußreich ist die Höhenverteilung: 90 % der Vogelschläge ereignen sich bei Start, Anflug und Landung in Höhen unter 1000 ft. Beteiligt sind sehr viele Vogelarten: rund ein Drittel des mitteleuropäischen Artenspektrums. Tabelle 1 gibt dazu eine nach ökologischen Gesichtspunkten zusammengestellte Übersicht.

Tabelle 1: Am Vogelschlag beteiligte Arten 1977-1984 nach KÜSTERS (1985).
n = 1301 identifizierte Vogelreste = 88 Vogelarten.

Möwen	: 17.5 % (in D.L.H-Statistik 6 30 %, in Europa 55 % wie auch in Nordamerika)
Bussarde	: 10.5 % (in Afrika Greifvögel 66 %)
Tauben	: 13.2 %
Krähen	: unter 10 %
Kiebitz	: unter 10 %
Singvögel/Kleinvögel (Schwalben, Mauersegler, Star)	: 42 % (bis 70 %/yr)

Rangfolge München-Riem (SINDERN, 1983): Saatkrähe, Lachmöwe, Mäusebussard, Star, Kiebitz.

Grundsätzlich gleichartige Befunde ergaben sich für den militärischen Flugbetrieb. Sie unterstreichen die Bedeutung niederer Flughöhen und des unmittelbaren Flughafenbereiches. Das Phänomen ist durch Daten und Befunde hinreichend beschrieben bzw. gekennzeichnet. Die Frage nach den Ursachen ist daher durchaus gerechtfertigt.

2. Die Seite des Vogels:

Warum kommt es überhaupt zum Vogelschlag ?

2.1. Flugmechanik.

Die meisten Vogelarten können nicht nur gut fliegen, sondern auch erstaunlich schnell. Sollte es ihnen nicht ein Leichtes sein, so großen, auf weite Strecken

sichtbaren Objekten, wie Flugzeugen, rechtzeitig auszuweichen ?

Einen wichtigen Ansatz zu dieser Teilfrage kann man dem Zuschnitt der Flügel entnehmen. Flügelform, Flächenbelastung, Fluggeschwindigkeit und Wendigkeit stehen in enger Abhängigkeit zueinander. Vögel mit langen, spitzen Flügeln haben eine hohe Flächenbelastung ihres Flugapparates zu bewältigen; sie sind schnell, aber wenig wendig. Arten mit kurzen, runden, im Vergleich zur Körpermasse großflächigen Flügeln weisen eine geringe Flächenbelastung auf; sind wendig, aber langsam. Diese beiden Typen verkörpern die Endbereiche eines Spektrums. Je nach Position der Art auf der Bandbreite, die von diesen beiden Möglichkeiten abgesteckt wird, läßt sie sich relativ langsamen oder schnellen Fliegern zuordnen. Der Flügelschnitt im Verhältnis zum Gewicht des Vogels steckt den Rahmen ab: Schnelle Flieger versuchen einer nahenden Gefahr mit Beschleunigung zu entkommen ("Davonfliegen"); langsame Flieger warten - oft bis zum letzten Augenblick - und versuchen mit einer schnellen Wendung zu entkommen ("Ausweichen").

Ein weiteres Verhalten kommt hinzu: Arten, die häufig Angriffen von natürlichen Feinden ausgesetzt sind, halten besonders außerhalb der Brutzeit in Schwärmen zusammen. Die Schwarmbindung vermindert das Feindrisiko für das Individuum umso stärker, je mehr Vögel im Schwarm zusammengeschlossen sind. Ungerichtetes, "unvorhersagbares" Auseinanderfliegen im Moment der unmittelbaren Gefahr bildet einen wesentlichen Teil der Feindvermeidungsstrategie. Der Flug kann dabei durchaus in die "falsche Richtung" gehen.

2.2. Sensorische Aspekte.

An der Auslösung der Flucht- oder Ausweichbewegung sind zwei ganz unterschiedliche Komponenten beteiligt: Das Feind b i l d und die Feind g e s c h w i n d i g k e i t.

Nähert sich die potentielle Gefahr langsam, hat der Vogel Zeit, das Feindbild zu analysieren. Aufgrund angeborener oder erlernter Schemata erkennt er etwa den Unterschied zwischen den Flugbildern von (gefährlichen) Greifvögeln und (harmlosen) Wildgänsen, zwischen (gefährlichen) Falken und (harmlosen) Möwen oder lernt, nicht in Schemata biologischer Funktionen passende Flugbilder richtig einzuschätzen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß sich die potentielle Gefahr langsam nähert, sodaß ausreichend Zeit für das Erkennen gegeben ist.

Kommt die Gefahr hingegen schnell, muß der andere Mechanismus die Bildanalyse ersetzen. Er ist einfacher, weil er von nichts weiter als der Winkelgeschwindigkeit ausgeht, also jener scheinbaren Geschwindigkeit, mit der ein bewegtes

Objekt einen bestimmten Winkel im Blickfeld überstreicht. Ist die Geschwindigkeit groß genug, wird die Fluchtreaktion ausgelöst, auch wenn das auslösende Objekt sich nachher als harmlos herausstellt.

Eine solche Reaktion ist überlebensnotwendig, weil sich bei einem schnellen Angriff kein Vogel leisten kann, erst ganz genau festzustellen, um welche Gefahr es sich handelt. "Blinde" Flucht ist das geeignete Mittel, auch wenn sich herausstellt, daß es "blinder Alarm" war.

Entscheidend ist nun im Hinblick auf die Winkelgeschwindigkeit, daß das gleiche Objekt sowohl gleichsam in Ruhe überprüft werden kann, nämlich dann, wenn es weit genug entfernt ist, und damit trotz spezifisch hoher Geschwindigkeit den auseinanderstrebenden Erfassungsbereich des Winkels nicht schnell genug überstreicht, um die Fluchtreaktion auszulösen, als auch "blinde Flucht" auszulösen vermag, nämlich wenn es nahe genug ist und den sich mit zunehmender Annäherung verengenden Winkelbereich schnell schneidet. Es kommt daher sowohl auf die absolute Geschwindigkeit als auch auf die Entfernung an.

2.3. Übertragung auf das Flugzeug.

Landende oder startende Flugzeuge sind nach absoluten Geschwindigkeiten beurteilt recht schnell. Ihre Geschwindigkeit entspricht den Angriffs- oder Stoßgeschwindigkeiten von Greifvögeln. Sie liegen damit voll im kritischen Bereich und sollten daher unter allen Umständen rechtzeitig die Fluchtreaktion auslösen. Daß dem nicht so ist, das beweisen die Vogelschläge.

Also muß ein anderer Aspekt hinzukommen, welcher den Vögeln die "wahre Geschwindigkeit" verbirgt. Es ist dies die Größe des Flugzeugs. Sie übertrifft die "biologischen Größen" um mehrere Größenordnungen. Die größten Luftfeinde erreichen nicht einmal einen Meter Körperlänge, wenn sie zum Stoß- oder Jagdflug ansetzen. Dieses Mißverhältnis, auf das die Vögel nicht programmiert sind, täuscht bekanntlich auch uns Menschen: Wir empfinden ein im Landeanflug ankommendes Flugzeug, das noch 200 km/h hat, als "langsam", während wir Autos, die mit der gleichen Geschwindigkeit fahren, als "rasend" einstufen. Einen nur halb so schnell fliegenden Mauersegler vermögen wir nicht einmal richtig scharf zu sehen, so "pfeilschnell" fliegt er. Dagegen scheint uns ein langer Zug, der mit 200 km/h vorbeifährt, sekundenlang still zu stehen. Offenbar den gleichen Täuschungen unterliegen die Vögel. Nehmen wir beispielsweise einen großen Falken. Wenn 20 m/s (72 km/h) als kritische (Angriffs)Geschwindig-

keit gewählt werden, was natürlichen Verhältnissen entspricht, dann ergibt sich bei der 100 bis 200fachen Länge eines Flugzeuges für eine Ein-Sekunden-Strecke rein rechnerisch ein "Durchzug" von etwa 50 Falkenlängen, während das viermal schnellere Flugzeug in der gleichen Zeit nur mit einer Länge durch den Winkel paßt. Die scheinbare Geschwindigkeit des Flugzeuges wurde damit durch "optische Täuschung" auf rund 1/50 der wirklichen verringert. Die Folge davon ist, daß für viele Vogelarten vom sich nähernden Flugzeug die kritische Geschwindigkeit, welche die Flucht auslöst, nicht erreicht wird. Da ein dem Bild des Flugkörpers entsprechendes, natürliches Feindbild fehlt, versagt auch der zweite Schutzmechanismus. Es bedarf langwieriger Lernprozesse, um die Gefahr richtig einschätzen zu können. Daß manche Arten durchaus dazu fähig sind, zeigt das Verhalten auf dem Flughafengelände. Es gibt Bussarde oder Krähen, die geradezu perfekt den Flugzeugen ausweichen, aber nur so weit, wie dies wirklich nötig ist.

Dieses Zwischenergebnis führt zur zweiten Kernfrage, warum es (vgl. Tabelle 1) so ausgeprägte Häufungen unter den Opfern des Flugverkehrs bei bestimmten Vogelarten gibt. Sie steht mit den Lebensbedingungen im Flughafenbereich, also mit der Ökologie der Vögel bzw. der Flughäfen als "Biotop" in Zusammenhang.

3. Die Seite des Flughafens:

Warum kommt es insbesondere im Flughafenbereich zu Vogelschlägen ?

3.1. Ökologische Gliederung des Artenspektrums.

Nach der Häufigkeit bzw. Bedeutung lassen sich die Vogelschläge in drei Artengruppen gliedern:

Gruppe I : Möwen, Krähen, Kiebitz, Star

Gruppe II : Mäusebussard, Turmfalke

Gruppe III : Mauersegler, Schwaiben

Diesen Gruppen lassen sich folgende Nahrungs- und Biotopansprüche zuordnen:

Gruppe I : Regenwürmer, Bodeninsekten (Nahrung)
Offenes, kurzrasiges Gelände (Biotopstruktur)

Gruppe II : Mäuse (auch Regenwürmer) (Nahrung)
Offenes, überschaubares Gelände, im Winter mit geringer oder ohne Schneebedeckung (Biotopstruktur)

Gruppe III : Fluginsekten in Bodennähe oder in der Thermik (Nahrung)
Offenes Gelände (Biotopstruktur)

Zweifellos bieten Flughäfen solche Lebensraumbedingungen. Sie stellen ein Gelände dar, das großflächig offen ist, das sich stark erwärmt (Thermik) und

im Winter schneller schneefrei wird oder bleibt als andere offene Flächen. Es erfolgt kein Umbruch der Böden in wesentlichen Teilen oder auf dem ganzen Flughafengelände, wie draußen auf den Äckern.

Aus diesen Rahmenbedingungen leitet sich das gute bis überdurchschnittliche Nahrungsangebot für die Arten der Gruppen I-III ab. Die thermischen Verhältnisse begünstigen die Nutzung des tatsächlich vorhandenen Nahrungsangebotes, die gute Drainage der Flughafenanlagen verhindert, daß Bodenverdichtungen neben den Rollbahnen in größerem Umfang auftreten, und die Abgase der Flugzeugmotoren "düngen" möglicherweise das Gelände mit Stickstoffverbindungen (Stickoxiden). Nach den Untersuchungsergebnissen ist die Regenwurmdichte in Flughafenböden gut bis hoch; ihre Erreichbarkeit nicht selten ausgezeichnet. Mäuse aber auch Kaninchen entwickeln mitunter starke Populationen, und die kurze Vegetation begünstigt die Entwicklung von Insekten im bodennahen Bereich, so daß Fluginsektenjäger, verstärkt durch Thermik, günstige Bedingungen antreffen.

Die Folgen lassen sich aus Tabelle 1 und der ökologischen Gruppierung der Arten ganz klar ablesen: Es handelt sich um typisch kulturfolgende Vogelarten, die sich an Flughäfen einfinden, und hier tatsächlich in überdurchschnittlich großen Zahlen, verglichen mit dem Umland, auftreten. Gerade in Bezug auf die hochindustrialisierte Landwirtschaft im Agrarbereich nimmt es nicht wunder, daß die Vögel die ausgeräumten oder durch extreme Monokulturen geprägten Fluren meiden und sich an Flughäfen sammeln, wo mehr zu finden ist und wo ihnen vielleicht auch weniger nachgestellt wird. Die Verluste durch Vogelschlag sind absolut wie relativ viel zu gering, um sich als Selektionsfaktor auswirken zu können. Das Fazit: Flughäfen sind für eine ganze Reihe von Vogelarten attraktive Biotope.

4. Ausblick auf Lösungsmöglichkeiten.

Eine grundsätzliche Änderung des Vogelverhaltens ist nicht zu erwarten. Folglich müssen die Maßnahmen zur Verminderung der Vogelschlaggefahr am Flughafengelände ansetzen. Es gilt, den "Biotop" Flughafen so wenig attraktiv für Vögel zu machen, wie nur irgend möglich. Dazu können folgende Maßnahmen dienen, die vielfach bereits angewandt worden sind und Erfolge gezeitigt haben:

- Ausmagerung der Böden im Flughafenbereich

Diese Maßnahme senkt die Produktivität und damit das von Vögeln potentiell nutzbare Angebot. Eine Absenkung der Umweltkapazität bewirkt eine Verminderung der Vogelbestände.

- Verminderung der Bewirtschaftungsintensität im Umfeld des Flughafens
Der starke Einsatz von Düngemitteln und die damit verbundene, quantitative Steigerung der Produktivität der Fluren bedingt ein vergrößertes Nahrungsangebot für bestimmte (kulturfolgende) Vogelarten. Extensivierung bedeutet Absenkung des Angebotes und somit auch Minderung der Vogelbestände.
- Berücksichtigung des Vogelzugesgeschehens im weiteren Umfeld (bis zu 50 km)
Flughafenbereiche können für manche Arten zu bevorzugten, weil sicheren und störungsfreien Schlaf- und Rastplätzen werden, wenn es im Umfeld an solchen mangelt, weil Störungen durch Jagd, Fischerei oder Erholungsbetrieb die Vögel von ihren artgemäßen Lebensräumen vertreiben und auf die Flughäfen abdrängen. Naturschutzmaßnahmen im Umfeld sollten daher auch solche Vogelarten berücksichtigen, die nicht oder nicht unmittelbar gefährdet sind, jedoch für den Flugbetrieb gefährlich werden können.

Schließlich ist eine Überwachung der Entwicklung der Vogelbestände auf Flughäfen und in deren Umfeld eine unabdingbare Notwendigkeit, weil gerade kulturfolgende Arten oftmals dazu neigen, "Traditionen" auszubilden. Sie bevorzugen dann bestimmte Plätze, ohne daß sich eine unmittelbar ökologische Erklärung dafür finden läßt. Die Bestände der meisten Arten fluktuieren ohnehin von Jahr zu Jahr, so daß Trendüberwachungen wichtige Voraussetzungen für eine Behandlung des Vogelschlagproblems liefern. Nur so lassen sich langfristige Entwicklungen von kurzfristigen Schwankungen unterscheiden und die Maßnahmen gegebenenfalls darauf abstimmen.

Das Wissen um die allgemeinen Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten löst zwar noch keine Probleme, aber es birgt die Voraussetzungen für sinnvolle und nachhaltige Lösungen.

Birds have their own terms - es wird nichts anderes übrig bleiben, als diese Tatsache zu akzeptieren !

5. Literatur.

- KÜSTERS,E. (1985) : An Vogelschlägen beteiligte Vogelarten. Vogel und Luftverkehr 2: 78-88.
SINDERN,CHR.(1983) : Der Flughafen München-Riem. Vogel und Luftverkehr 1: 38-45.

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr.Josef H.Reichholf
Zoologische Staatssammlung
Münchhausenstr. 21
D-8000 München 60