

DIE BELEUCHTUNG AN LUFTFAHRZEUGEN ALS MITTEL ZUR MINDERUNG DER GEFAHR VON VOGELSCHLÄGEN

(Illumination at Aircraft as an Expedient to Minimize the Risk of Bird Strikes)

von FRITHJOF ERDMANN, Greifswald

Zusammenfassung: Um Vögel direkt durch Lichteinwirkung zu vergrämen, sind Lichtquellen sehr hoher Leistung erforderlich, die übliche Beleuchtung der Luftfahrzeuge ist dazu nicht ausreichend. Die Aussagen über die Wirksamkeit von Licht auf Vögel sind sehr gegensätzlich. Auch ein Nachweis der Wirksamkeit sog. Strobe Lights wurde bisher wissenschaftlich exakt noch nicht erbracht. Möglicherweise wird bei Nacht und bei einer hohen Blitzfrequenz von 2 Leuchten die Annäherung eines Luftfahrzeuges durch einen Vogel rechtzeitig erkannt. In einigen Ländern bzw. bei einigen Luftverkehrsgesellschaften wird die Verwendung von Licht an Luftfahrzeugen bei bestimmten ornithologischen Lagen bzw. in gefährlichen Räumen empfohlen. Scheinwerfer und Strobe Lights könnten in bestimmten Situationen dem Vogel das Wahrnehmen einer Annäherung des Luftfahrzeuges erleichtern, seine Reaktion beschleunigen und somit unter Umständen einen Teil der potentiellen Begegnungen verhindern.

Summary: In order to scare birds by lights/influx high intensities are necessary; the usual illumination of an aircraft is not sufficient. The information about the effectiveness of lights on birds is very contradictory; also it could not be proven by scientific research that strobe lights would be effective. Possibly during the night the approach of an aircraft with two lamps flashing at a high frequency is recognized by a bird in time. Some countries resp. some airlines recommend the use of illumination on aircraft under certain ornithological conditions or in dangerous areas. Headlights and strobe lights could make it easier for birds to recognize the approach of an aircraft in certain situations, they could speed up its reaction and so possibly prevent potential hazards.

1. Einleitung

Im Jahre 1989 wurde durch den Autor ein Aufsatz gleichen Themas erstellt, der in der DDR zur Veröffentlichung in einer Zeitschrift vorgesehen war, zu deren Spektrum Flugsicherheitsthemen gehörten. Anlaß waren wiederholt auftkommende Diskussionen über die scheinbar so einfache Möglichkeit der Lösung des Vogelschlagproblems. Genährt wurden diese 1988/89 offenbar durch Angebote westeuropäischer Hersteller für Fahrzeugbeleuchtung an DDR-Außenhändler. Der Aufsatz entstand in der Greifswalder Arbeitsgruppe des damaligen Instituts für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle (Saale) und bildet die Grundlage für den folgenden Beitrag. Er dürfte noch heute von Interesse sein, da auch Forschungsergebnisse und Literatur aus den osteuropäischen Ländern Verwendung fanden, wozu die meisten Autoren westlicher Länder nach wie vor kaum Zugang haben. Die Literaturliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, weil die Suche und Literaturbeschaffung seinerzeit auf die Möglichkeiten der östlichen Bibliotheken beschränkt war und zudem eine Auswahl erfolgte.

Vogelschläge ereignen sich, wenn der Vogel das Luftfahrzeug nicht rechtzeitig sieht bzw. wahrnimmt (z.B. nachts oder bei Annäherung von hinten) oder dessen Gefährlichkeit nicht erkennt. Eine starke Lichtquelle allein wird von tagaktiven Tierarten nicht als Gefahr erkannt; in der Natur gibt es keine vergleichbare Erscheinung, die eine Flucht erfordern würde. Deshalb ist eine schnelle und gerichtete Reaktion nur zu erwarten, wenn andere Informationen (visuelle und auditive) dem Vogel die Annäherung einer Gefahr signalisieren. Die Wahrnehmbarkeit dieser Informationen darf durch das einwirkende Licht nicht eingeschränkt werden.

2. Wesentliche Aussagen von Veröffentlichungen

2.1 Grundlagenforschung, Anwendungsexperimente

Um Vögel direkt durch Lichteinwirkung zu vergrämen, sind Lichtquellen sehr hoher Leistung bzw. Lichtintensität (Lichtbogenlampen oder Laser) erforderlich (LATY 1976), die übliche Flugzeugbeleuchtung ist nicht ausreichend. Ein Vergrämungseffekt durch starkes Licht läßt sich durch die mit der Blendwirkung einhergehende Einschränkung der Rundumsicht erklären. Dadurch sind vor allem bei rastenden Tieren die Sicherheitsansprüche nicht mehr in ausreichendem Maße erfüllt, bei fliegenden Tieren werden die Orientierungsmöglichkeiten eingeschränkt. Wirkt nur das Licht, ist in beiden Fällen mit relativ langen Reak-

tionszeiten zu rechnen (mehrere Sekunden bis Minuten), womit der Einsatz vom Flugzeug aus unsinnig wird. Ist das Licht nicht zu stark, kann eine Gewöhnung eintreten; beispielsweise liegen Möwenschlafplätze in Häfen oft im Scheinwerferlicht.

Man kann jedoch davon ausgehen, daß die Vögel, sofern sie ein anfliegendes Luftfahrzeug als Gefahr erkennen und dessen Annäherung feststellen, generell bestrebt sind, auszuweichen (vgl. BELLROSE 1971). Das richtige Erkennen der Annäherung und eine sinnvolle Fluchtreaktion kann nur erreicht werden, wenn das visuelle Orientierungssystem der Vögel nicht wesentlich gestört wird (VERHEIJEN 1984). Eine gewisse Störung stellt aber schon der "unnatürliche Charakter" der Lichtquelle dar. Stärker strahlende und sich dabei schnell nähernde Lichter kommen in der Natur nicht vor. Deshalb und weil die Annäherung vor allem durch Blendeffekte erst relativ spät erkannt wird, reagieren die Vögel mit einer zeitlichen Verzögerung, die größer als in "natürlichen" Situationen ist. So wurden z.B. Reaktionszeiten von 1 bis 2 s bei geringer Entfernung einer starken Lichtquelle (70 ... 360 m) bei ringsum herrschender Dunkelheit (!) festgestellt. Die gleichen Autoren (LARKIN et al. 1975) ermittelten mit einem Scheinwerfer-Radar-Versuch, daß in Entfernungen bis 200 m mehr als 90 % der fliegenden Vögel mit irgendeiner Kursänderung reagierten, bei 500 m Entfernung nur noch 30 % (sitzende Vögel reagieren vermutlich später). Sie benutzten 200-Watt-Suchscheinwerfer mit 5° Abstrahlwinkel. Bei Versuchen mit einem langsamfliegenden Luftfahrzeug (230 km/h) sowie bei völliger Dunkelheit ständig eingeschalteten Landescheinwerfern beobachteten sie 10 kleinere Vögel (6 visuell, 4 Annäherungen nur mit Radar festgestellt), dabei trat ein Vogelschlag auf. Trotz der aufwendigen Versuche ist bei der geringen Anzahl der Begegnungen eine statistisch sicherbare Aussage nicht möglich, obwohl die Autoren selbst die Methode als vogelschlagreduzierend ansehen, wenn der Scheinwerferstrahl stark gebündelt ist und die Vögel somit in der Lage sind, den Blendungsbereich in wenigen Sekunden zu verlassen.

Mehrere Autoren zweifeln die Wirksamkeit von Scheinwerfern bei ringsum herrschender Dunkelheit an (BLOKPOEL 1976, JAKOBI 1975, 1986, VERHEIJEN 1980 und weitere), da den Vögeln andere Orientierungsmerkmale nicht zur Verfügung stehen. Das belegen bereits die Berichte über massenhafte Leuchtturm-Anflüge von Zugvögeln in älterer Literatur. Dieser desorientierende Effekt (von einigen Autoren auch als "anlockender" Effekt bezeichnet) darf grundsätzlich bei der Benutzung der Scheinwerfer in der Nacht nicht unberücksichtigt bleiben (vgl. JAKOBI 1986a, 1986b und andere). Einerseits besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß desorientierte Vögel auf die starke Lichtquelle zufliegen, zumindest aber zu keinem schnellen und gerichteten Ausweichen in der Lage sind. Andererseits wäre es unzweckmäßig, die Orientierung der Vögel durch eine größerflächige Beleuchtung am Boden

(Flugplatzgelände oder andere hellerleuchtete Objekte in der Umgebung) verbessern zu wollen. VITKAUSKAS et al. (1987) wiesen nach, daß sich im Bereich stärker beleuchteter Objekte die Dichte ziehender Vögel auf das Mehrfache erhöht und sich deren mittlere Flughöhe verringert. Somit wäre ein Konzentrationseffekt im Bereich der Start- und Landebahn besonders in den ersten Nachthälften zu den Hauptzugzeiten die höchst unerwünschte Folge (vgl. RAUDONIKIS et al. 1987, SVAZAS 1988).

Allerdings können schon wenige zusätzliche Informationen die Wahrscheinlichkeit für ein effektives Ausweichmanöver des Vogels erhöhen, z.B. das schwache Anleuchten des Kopfes oder Schaftes des TV-Turmes oder Leuchtturmes. Das Verfahren wurde auch bei Windkraftanlagen vorgeschlagen, bisher jedoch noch nicht erprobt. Bei Luftfahrzeugen könnte das Geräusch der Triebwerke, besonders bei Flugzeugen mit Kolbenmotor, langsamfliegenden turbinengetriebenen Maschinen und Hubschraubern (zusätzliches Rotorgeräusch) die wichtigste ergänzende Information sein. Allerdings entsteht hier ein erheblicher Verlust an verfügbarer Zeit für das Ausweichmanöver durch die Addition der Geschwindigkeiten bei der Annäherung. Bereits ein Minimum weiterer visueller Informationen (z.B. bei Dämmerung oder stärkerem Mondlicht) kann für ein gerichtetes Ausweichen genügen (BLOKPOEL 1976, VERHEIJEN 1980). Darauf gründet sich auch die Ansicht, daß unabhängig von den Sichtverhältnissen bei Tage die eingeschalteten Scheinwerfer das Luftfahrzeug früher wahrnehmbar machen und Kollisionen weitgehend verhindert werden können. In keiner der recherierten Quellen waren Hinweise auf Versuchsergebnisse oder anderweitige Beweise dieser Ansicht auffindbar.

In den letzten Jahren finden sich häufiger Hinweise auf die Verwendbarkeit von Blitzleuchten (Anti-Kollisions-Leuchten, Strobes) an Flugzeugen zur Warnung der Vögel. Vereinzelt gibt es auch Berichte von Versuchen (Captain X. 1972, de BOER 1974 in BLOKPOEL 1976, BRIOT 1988). DE BOER berichtete von einem Experiment, bei dem Jäger der USAF teils mit Blitzlichtern ausgerüstet waren, teils ohne diese flogen. Jedoch ließ die insgesamt geringe Anzahl von Vogelschlägen in beiden Gruppen eine wissenschaftlich seriöse und statistisch gesicherte Auswertung nicht zu. Ähnlich ist der Bericht eines Captain X. zu werten. Er vergleicht zwei zivile Fluggesellschaften (eine mit und eine ohne diese Warnbeleuchtung), läßt aber wichtige Randbedingungen unberücksichtigt und mißt den Effekt nur an den Reparaturkosten(!). Besser verwertbar sind die Informationen von BRIOT (1988), der Versuche mit Weiß-Lichtblitz-Anlagen (1 ... 5 Hz) an einem Fahrzeug und an Kleinflugzeugen auswertet. Einerseits stellte er fest, daß sich die "Vergrämdungsdistanz" mit der Blitzfrequenz erhöht, andererseits konnte er weder bei den Tests mit dem Fahrzeug, noch mit den Flugzeugen eine signifikante Erhöhung der Fluchtdistanz bei eingeschalteten Blitzlich-

tern nachweisen. Bei den Überflügen mit Kleinflugzeugen (130 ... 220 km/h) wurden allerdings gefangene Vögel verwendet, die mit Drähten von einem bis zwei Metern Länge am Boden befestigt waren (Krähenvögel, Haustauben, Lachmöwen überwiegend positiv, Rebhuhn, Mäusebussard negativ). Da diese mit Sicherheit in ihrem natürlichen Verhalten beeinträchtigt waren, sind auch die Ergebnisse nur bedingt brauchbar.

Verschiedentlich gab es Versuche mit On-Board-Laser-Anlagen. Soweit Informationen vorliegen, sind noch keine ökonomisch vertretbaren Technologien bei ausreichender Wirksamkeit und Erfüllung der sicherheitstechnischen Anforderungen im Einsatz. Im übrigen darf erwartet werden, daß solche Anlagen anderen Lichtern in ihrer Wirksamkeit nur überlegen sein können, wenn sie für eine Verletzung des Vogels ausgelegt sind. Die entsprechende Ausrüstung könnte damit einer Bewaffnung des Luftfahrzeuges gleichkommen und wäre auch bei erhöhten Sicherheitsvorkehrungen (Zielwahl, Dosierung) abzulehnen.

2.2 Anwendungen in der Praxis

in den USA wurde von der FAA empfohlen, die Landescheinwerfer im Umkreis von zehn Meilen um den Flugplatz tags und nachts zu benutzen, außerdem immer unter schlechten Sichtbedingungen und in Räumen, in denen Vögel häufiger sind (Küstengebiete, Moore, Seen, Mülldeponien, Vogelschutzgebiete, Vogelzugwege). Zusätzlich wurden die Piloten gebeten, die Anti-Kollisions-Leuchten generell einzuschalten, sobald die Triebwerke arbeiten (Anonymus 1973, HARRISON 1986). Es gab Hinweise, daß diese Methode auch in einigen weiteren Ländern angewandt bzw. bei bestimmten Lagen empfohlen wird (z.B. Schweden, Air Canada). Bei HILD (1987) findet sie in Empfehlungen für die allgemeine Luftfahrt keine Erwähnung.

Unter den neueren Informationen über die Anwendung in Osteuropa findet sich bei JAKOBI (1986 b) nur die Bemerkung, daß das Einschalten der Scheinwerfer am Tage für notwendig gehalten wird, nachts ihr Einsatz jedoch so erfolgen soll, daß Desorientierungen der Vögel durch Blendung vermieden werden. Es ist nicht erwähnt, wie dieses Problem gelöst wird bzw. gelöst werden könnte. In einer Kurzübersicht zum Problem nennt der Autor die Methode nicht (JAKOBI 1988). Möglicherweise wurde die Anwendung dem Ermessen der Flugzeugführer oder ihrer Vorgesetzten überlassen. In einer methodischen Anleitung zum Vogelschlagproblem für die litauische Zivilluftfahrt (Institut Zoologii ... 1984), die zu einigen Verfahren der Vorhersage, Warnung und Vergrämung recht genaue Handlungsanweisungen gibt, fehlt ebenfalls jeder Hinweis auf die Nutzung der Beleuchtung am Luftfahrzeug. Das ist deshalb bemerkenswert, weil in dem hierbei federführenden Institut jahrelang über

Orientierung und Verhalten ziehender Vögel gearbeitet wurde, auch über die Wirkung von Beleuchtung, zumindest von stationärer Beleuchtung.

2.3 Zusammenfassung der Aussagen

Die Wirksamkeit eingeschalteter **Landescheinwerfer** zur Warnung der Vögel vor der Annäherung von Luftfahrzeugen wurde bisher weder experimentell noch praktisch nachgewiesen. Zwar reagieren die Vögel besonders bei Dunkelheit, wenn auch mit zeitlicher Verzögerung, auf das Scheinwerferlicht, die Reaktion ist aber in vielen Fällen nicht zweckmäßig. Oft fliegen desorientierte Vögel auf die Lichtquelle zu; Material über möglicherweise unterschiedliche Reaktionen verschiedener Arten liegt nicht vor. Es sind keine Untersuchungen über die Wirksamkeit in der Dämmerung und bei unsichtigem Wetter bekannt, obwohl einerseits gerade dann die Erkennbarkeit des Luftfahrzeuges erheblich verbessert werden könnte, andererseits das Blenden und damit Stören der Orientierung geringere Bedeutung haben dürfte.

Ein sicherer Nachweis der Wirkung von **Anti-Kollisions-Leuchten** ist ebenfalls nicht bekannt. Möglicherweise wird im Dunkeln nur bei relativ hoher Blitzfrequenz (3 ... 4 Hz) und Benutzung von mindestens zwei Leuchten die Annäherung rechtzeitig erkannt. Ein desorientierender Effekt dürfte dagegen keine oder nur geringe Bedeutung haben. Somit ist die Gefahr negativer Effekte geringer als bei der Benutzung von Scheinwerfern.

Mit Ausnahme der Feststellung, daß **schnellfliegende Luftfahrzeuge** generell häufiger von Vogelschlägen betroffen sind als **langsamfliegende**, gibt es keine vergleichbaren Untersuchungen zur Wirkung der Beleuchtung in beiden Gruppen. Schlußfolgerungen ergeben sich nur aus der späteren Sicht- und Hörbarkeit der schnelleren Flugzeuge und der geringeren Zeit zum Ausweichen und sind rein rechnerischer Art.

Ungeachtet des Fehlens hinreichender Kenntnisse über die Reaktion der Vögel und die Wirksamkeit der Luftfahrzeugbeleuchtung zur Verminderung der Gefahr von Vogelschlägen erfolgt die **Anwendung** dieser Methode zumeist auf Grundlage von Empfehlungen in der militärischen und zivilen Luftfahrt mehrerer Länder allgemein oder bei bestimmten ornithologischen Lagen bzw. in gefährlichen Räumen.

3. Übersicht und Empfehlungen

3.1 Allgemeines

Scheinwerfer und Anti-Kollisions-Lichter an Luftfahrzeugen sind keine geeigneten Mittel zur Vergrämung von Vögeln und damit kein Ersatz für indirekte und direkte Einwirkungen auf Vogelbestände in den Flugplatzbereichen und für Führungsmaßnahmen, die sich aus der ornithologischen Lage ergeben. Sie könnten aber in bestimmten Situationen dem Vogel das Wahrnehmen einer Annäherung des Luftfahrzeuges erleichtern, seine Reaktion beschleunigen und damit einen Teil der potentiellen Begegnungen verhindern. Eindeutige Beweise für diese Wirkung konnten nicht gefunden werden. Allerdings sind nur verwertbare Untersuchungen bekannt, die bei Tageslicht oder bei völliger Dunkelheit durchgeführt wurden. Der beste Effekt wird jedoch bei Dämmerung und beeinträchtigter Sicht erwartet!

Die folgenden Aussagen, ob bewiesen oder durch Schlüsse aus Verhaltensweisen der Vögel in ähnlichen Situationen abgeleitet, können nicht in allen Fällen gültig sein. Größeren Einfluß auf die Erkennbarkeit des Luftfahrzeuges und seiner Bewegung sowie auf die Reaktion der Vögel dürften meteorologische Erscheinungen (Bewölkung, Niederschläge), zusätzliche Orientierungshilfen (z.B. Mondlicht) und besonders am Tage die Anflugrichtung des Flugzeuges (in Beziehung zur Licht- und Windrichtung) haben. Außerdem wechselt das Risiko mit der ornithologischen Lage insgesamt und mit den im Flugweg vorhandenen Vogelarten.

3.2 Langsamfliegende Luftfahrzeuge

Die Erkennbarkeit der Annäherung von Hubschraubern und langsamen Flugzeugen ist für Vögel relativ gut, da die Zeit für Reaktion und Ausweichmanöver länger ist und normalerweise auch eine frühere akustische Wahrnehmung erfolgt (Triebwerks- und Propellergeräusche). Deshalb kann davon ausgegangen werden, daß am Tage bei **guten Sichtbedingungen** der Einsatz von Landescheinwerfern und Anti-Kollisions-Lichtern für die Minderung der Gefahr von Vogelschlägen bedeutungslos ist.

Bei **ungünstigen Sichtverhältnissen** (Dämmerung, Nebel, starker Regen) ist mit einer Verbesserung der Sichtbarkeit und vor allem früheren Wahrnehmbarkeit des Luftfahrzeuges durch die beiden Beleuchtungsarten zu rechnen. Unter bestimmten Bedingungen könnte das Lichtsignal zum genauen Orten einer auditiv wahrgenommenen Annäherung sogar notwendig sein (Nebel, starker Schneefall). Eine zusätzliche Störung der Orientierung durch Blenden wäre dabei nicht zu erwarten, die Beleuchtung sollte also zur Warnung genutzt werden.

Bei **völliger Dunkelheit** können besonders im Licht von Scheinwerfern mit etwas größerem Abstrahlwinkel Orientierungsstörungen der Vögel auftreten. Deshalb kann angenommen werden, daß in den meisten Fällen die Beleuchtungskombination Positions- und Anti-Kollisions-Leuchten mit weniger Risiko verbunden ist. Die Landescheinwerfer sollten nur in Situationen benutzt werden, in denen sie für die Flugzeugführung notwendig sind.

3.3 Schnellfliegende Luftfahrzeuge

Die Signalwirkung von Scheinwerfern an schnelleren Flugzeugen ist für Vögel überwiegend gering. Bei **guten Licht- und Sichtverhältnissen** wird kein vorteilhafter Effekt erwartet, wenn sich das Flugzeug in der Luft befindet. Das rollende Flugzeug könnte aber unter bestimmten Umständen (z.B. Jagdflugzeug mit Tarnanstrich vor dunklerem Hintergrund) besser erkennbar werden und mit dem auffälligen Licht die ansonsten geringere bzw. verspätete optische und akustische Information teilweise ausgleichen.

Unter **ungünstigen Lichtverhältnissen** ist der größte Warneffekt zu erwarten (Dämmerung), auch wenn sich das Flugzeug in der Luft befindet. Bei schlechter Sicht (Nebel, starker Niederschlag) kann allerdings nicht mit rechtzeitigen Reaktionen der Vögel gerechnet werden.

Rein rechnerisch könnte die Reaktionszeit des Vogels vor dem starken Scheinwerfer eines mit höherer Unterschallgeschwindigkeit **bei Dunkelheit** fliegenden Flugzeuges für ein Ausweichen genügen. Über den Reaktionsablauf und die mögliche Wirkung eines orientierungsstörenden Effekts bei derartig überraschenden Begegnungen ist jedoch nichts bekannt. Außerdem sind die physischen Möglichkeiten der Vogelarten für extrem schnelle Flugmanöver sehr unterschiedlich und außerdem von der individuellen Erfahrung, der aktuellen Eigengeschwindigkeit, dem Annäherungswinkel und von Umweltfaktoren abhängig. Deshalb kann für solche Fälle keine hinreichend sichere Aussage gemacht werden. Eine sinnvolle Reaktion sitzender Vögel ist in solchen Fällen (niedriger Überflug oder sehr schnelles Rollen) aber unwahrscheinlich.

4. Literatur

Anonymus (1973):
Operation Lights On. - FAA News: 3.

BELLROSE, F.C. (1971):
The distribution of nocturnal migrants in the air space. - The Auk 88: 397-424.

- BLOKPOEL, H. (1976):**
Bird hazards to aircraft. - Clarke, Irwin & Comp. Ltd.: 236pp.
- BRIOT, J.L. (1988):**
Untersuchungen über die Wirksamkeit technischer Vogelvergrämungs-Maßnahmen. - Vogel und Luftverkehr 8: 51-56.
- Captain X. (1972):**
Safety Last. The dangers of commercial aviation: an indictment by an airline pilot. - The Dial Press; New York.
- HARRISON, M.J. (1986):**
Vermeidung schadensträchtiger, vogelschlagbedingter Zwischenfälle. - Vogel und Luftverkehr 6: 3-6.
- HILD, J. (1987):**
Minimalprogramm zur Vogelschlagverhütung auf Landeplätzen und bei der allgemeinen Luftfahrt. - Vogel und Luftverkehr 7: 55-62.
- Institut Zoologii i Parasitologii Akademii Nauk Litovskoi SSR (1984):**
Metodicheskie rekomendacii po ornitologicheskomu obespecheniu bezopasnosti poletov v aeroportakh grashdanskoi aviacii Litovskoi SSR. - Vilnius: 37 S.
- JAKOBI, V.E. (1975):**
Luftverkehr und Vogelverhalten. - Der Falke 22; Berlin: 78-81.
- JAKOBI, V.E. (1986a):**
Vögel kontra Flugzeuge. - Wissenschaft in der UdSSR, 1986 (4); Moskau: 110-118.
- JAKOBI, V.E. (1986b):**
Über die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Vogelschlagverhütung auf Flugplätzen der USSR. - Vogel und Luftverkehr 6: 29-33.
- JAKOBI, V.E. (1988):**
Biologicheskie, tekhnicheskie i tekhnologicheskie aspekty upravlenija povedeniem ptic na aerodromakh. - Tesisy dokladov XII pribaltijskoi ornitologicheskoi konferencii; Vilnius: 263-264.
- LARKIN, R.P., TORRE-BUENO, J.R. und C. WALCOTT (1975):**
Reactions of migrating birds to lights and aircraft. - Proc. Nat. Acad. Sc. 72: 1994-1996.
- LATY, M. (1976):**
Startling of birds by light, experimental devices, current research. - BSCE 11 / WP 11: 4pp.
- RAUDONIKIS, L. et al. (1987):**
Ritmika nochnogo proleta. - In: ZALAKEVICIUS, M. (Red.) et al.: Isuchenie nochnoi osennej migracii ptiz v elektricheskom svete teplic; Vilnius: 41-52.
- SVAZAS, S.J. (1988):**
Nochnoi osennij prolet gusej, vidimyj v elektricheskom svete teplic. - Tesisy dokladov XII pribaltijskoi ornitologicheskoi konferencii; Vilnius: 244-246.
- VERHEIJEN, F.J. (1980):**
The moon; a neglected factor in studies on collisions of nocturnal migrant birds with tall lighted structures and with aircraft. - Vogelwarte 30: 305-329.

VERHEIJEN, F.J. (1984):

Auswirkungen von Licht und Lichtstrahlen auf Vögel. - Vogel und Luftverkehr 4: 120-128.

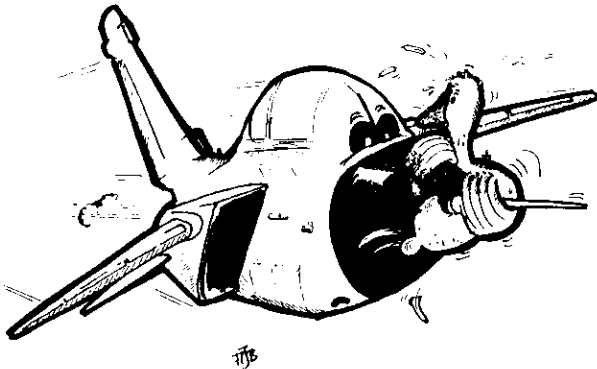
VITKAUSKAS, N. et al. (1987):

Reakcija nochnykh migrantov na svet. - In: ZALAKEVICIUS, M. (Red.) et al.: Isuchenie nochnoi osennej migracii ptic v elektricheskom svete teplic; Vilnius: 91-95.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Frithjof Erdmann
Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz
Am St. Georgsfeld 12

D - 17489 Greifswald



Aus: Zeitschrift Flugsicherheit