

DAS VOGELSCHLAGRISIKO - VORHERSAGEVERFAHREN DES GEOPHYSIKALISCHEN BERATUNGSDIENSTES DER BUNDESWEHR

(The Birdstrike Risk Forecast System of the German Military Geophysical Service)

von WILHELM RUHE, Wittlich

Zusammenfassung: Zur Verminderung von Vogelschlägen im Flugbetrieb der Bundeswehr betreibt der Geophysikalische Beratungsdienst im Rahmen seiner Beratungsaufgaben neben einem Vogelschlagwarnverfahren ein Vogelschlagrisiko-Vorhersageverfahren. Es vermittelt dem Bedarfsträger eine Planungsbasis bezüglich des mittleren zu erwartenden Vogelschlagrisikos. Das Verfahren baut auf meteorologischen Vorhersagen derjenigen Parameter auf, die eng mit dem Vogelzug korreliert sind. Das Verfahrensprinzip und die Beratungspraxis werden am Beispiel des Frühjahrs-Unterverfahrens beschrieben. Beabsichtigte Weiterentwicklungen werden skizziert.

Summary: For the reduction of birdstrikes in the German Air Force the German Military Geophysical Service is operating a birdstrike warning system and a birdstrike risk forecast system on a routine basis. The forecast system provides a guidance about the average expectable birdstrike risk. Basis of the system are forecasts of meteorological parameters, which are significantly correlated with bird movements. Principles and routine system are presented by the spring-subsystem. Future developments are briefly outlined.

1. Einleitung

Eine erhebliche Gefahr für den Flugverkehr in niedrigen Höhen bis ca. 5000ft GND geht von Vögeln aus, die diesen Luftraum bevölkern. Der Flugbetrieb der Bundeswehr steht diesen Gefahren in erheblich stärkerem Maße als die Zivilluftfahrt gegenüber, da zum einen ein Großteil des Übungsfluges in niedrigen Höhen durchgeführt wird und zum anderen mit Strahlflugzeugen dort hohe Geschwindigkeiten geflogen werden. Diese Erkenntnis führte dazu, daß die Bundeswehr per Erlaß festschrieb, im Hinblick auf die Flugsicherheit besondere Maßnahmen zur Verminderung des Vogelschlagrisikos zu entwickeln. Beratungsver-

fahren, die der Verminderung des Vogelschlagrisikos während des Fluges dienen, werden im Amt für Wehrgeophysik in Traben-Trarbach entwickelt und operationell betrieben. Dabei handelt es sich um Vogelschlagwarnungen "BIRDTAM" und Vogelschlagrisikovorhersagen "BIRDSTRIKE RISK FORECAST", die über das Fernschiebnetz des Geophysikalischen Beratungsdienstes an die Bedarfsträger geleitet werden. Beide Verfahren trugen dazu bei, daß die Anzahl der Vogelschläge in den vergangenen Jahren deutlich zurückging.

2. Das Vogelschlagrisiko

Das potentielle Vogelschlagrisiko weist über Mitteleuropa einen deutlichen Jahresgang auf, der bestimmt ist durch das Artenspektrum, die artspezifische Vogelflugaktivität oder durch die Zugaktivität. Die unterschiedliche artspezifische Verweildauer im Luftraum führt dazu, daß beispielsweise Luftinsektenfresser überproportional an Vogelschlagzwischenfällen beteiligt sind (KÜSTERS, 1993). Des weiteren spielt das Schwarmverhalten eine wichtige Rolle, denn bei Vogelkonzentrationen erhöht sich das Trefferrisiko.

Absolut exakte Vorhersagen über das Vogelschlagrisiko sind aufgrund der Komplexität der biologischen und geophysikalischen Prozesse nicht möglich. Jedoch können mit Hilfe eindeutiger Korrelationen Abschätzungen des mittleren zu erwartenden Risikos vorgenommen werden.

3. Der Wettereinfluß auf den Vogelzug

Neben den angeborenen Verhaltensweisen hat das Wetter einen erheblichen Einfluß auf die Aktivitätsmuster der Vögel (ELKINS, 1983). Am deutlichsten wird dies beim Vogelzug. Aufgrund seiner geographischen Lage bildet Mitteleuropa eine Transitregion für sehr viele Vogelarten, die im Frühjahr das Gebiet ost- bis nordwärts überqueren. Im Spätsommer bis Herbst kehrt sich das Zugmuster um auf westliche bis südliche Richtungen. Das Wettergeschehen spielt sowohl auf der Zugstrecke als auch in den Aufbruchgebieten eine ausschlaggebende Rolle. Wichtigste Wetterparameter sind die Temperatur oberhalb bzw. unterhalb eines arttypischen Schwellenwertes, starke Temperaturänderungen, die Windrichtung und Windgeschwindigkeit und vor allem das Niederschlagsgeschehen. Aber auch zu den Nichtzugzeiten beeinflusst das Wetter die Flugaktivität der Vögel.

4. Das Vogelschlagrisiko-Vorhersageverfahren

Diese Wetterabhängigkeit wird beim nachfolgend beschriebenen Vogelschlagrisiko-Vorher-

sageverfahren genutzt. Die damit mögliche Abschätzung bzw. Vorhersage des Vogelschlagrisikos kann aufgrund der Komplexität der biologischen Vorgänge nur eine Wahrscheinlichkeitsaussage darstellen. Wegen der Unschärfe der Vorhersage ist es deshalb nicht gerechtfertigt, flugbetriebs einschränkende Maßnahmen zu treffen. Diese Funktion übernimmt das Vogelschlagwarnverfahren des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr (RUHE, 1993), das als paralleles operationelles Verfahren vor aktuell beobachtetem Vogelzug und damit akuter Gefahr für den Flugverkehr warnt. Das Warnverfahren, als Online-Verfahren, kann jedoch nur im Kurzfrist-Vorhersageskala bis 4 Stunden operieren. Demgegenüber deckt die Vogelschlagrisikovorhersage mit einem Vorhersageskala von 24 Stunden und einschließlich Outlook mit einem Vorhersageskala von 3 - 4 Tagen einen erheblich längeren Zeitraum ab. Die Risikovorhersage stellt eine sinnvolle Ergänzung des Warnverfahrens dar, da sie einen Hinweis auf die mittlere zu erwartende Vogelzugaktivität gibt. Für die Flugplanung bedeutet dies, daß an Tagen mit vorhergesagtem erhöhten bis hohem Vogelschlagrisiko vermehrt mit Gefahren und Einschränkungen des Tiefflugverkehrs durch Vogelschlagwarnungen (BIRDTAM) zu rechnen ist.

4.1 Der Erstellalgorithmus

Das Verfahren in der derzeitigen operationellen Form stützt sich auf einen empirischen Punktwertalgorithmus ab. Den Punktwerten liegen statistische Auswertungen zwischen Vogelzugbeobachtungen, in erster Linie Radarvogelzugbeobachtungen (BECKER & van RADEN, 1985), und Wetteranalysen bzw. meteorologischen Einzelparameteranalysen zugrunde.

Um die Vogelschlagrisikovorhersage an die jahreszeitlich wechselnden Risikoursachen anzupassen, gliedert sich das Verfahren in vier Unterverfahren für die ornithologischen Jahreszeiten Frühjahr (Mitte Februar bis Mitte April), Sommer (Mitte April bis Mitte September), Herbst (Mitte September bis Mitte November) und Winter (Mitte November bis Mitte Februar). Am Beispiel des Frühjahr - Verfahrens werden nachfolgend die Grundzüge des Erstellalgorithmus erläutert. Neben dem normalen Grundrisiko durch überwinternde oder ganzjährig im Gebiet verbleibende Vogelarten ist der Frühjahrsvogelzug der hauptsächliche Vogelschlagrisiko-Faktor und bestimmt somit im wesentlichen den Algorithmus.

Im Frühjahr ist der französische Raum, einschließlich englischem Kanal das Aufbruchgebiet der Vögel (Abb. 1), die im weiteren in das Bundesgebiet ziehen bzw. es überqueren. Dieses Gebiet wird in drei Großräume, angelehnt an eine naturräumliche Gliederung, unterteilt. Das Bundesgebiet und die Beneluxländer, Beratungsgebiet genannt, gliedert sich in

sechs Beratungsgrößräume. Für diese Gebiete werden die ornithologisch relevanten meteorologischen Parameter für den Vorhersagezeitraum prognostiziert.

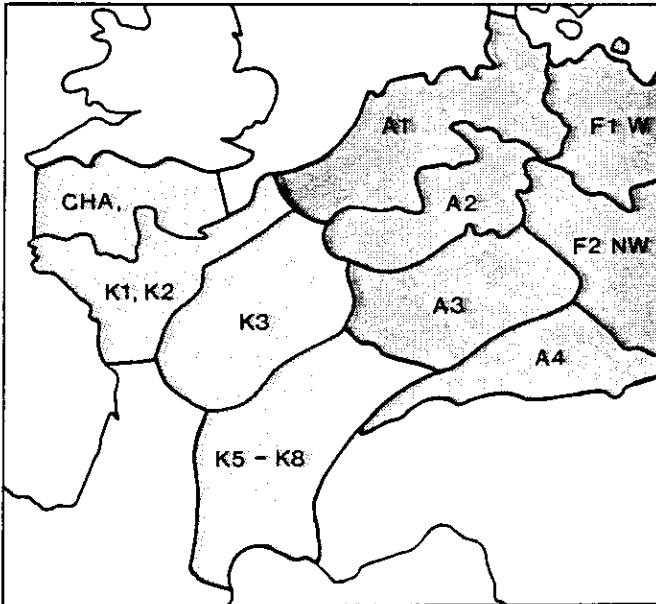


Abb. 1: Aufbruchs- und Beratungsgebiete des Vogelzuges während des Frühjahres.

Zugfördernde bzw. zugauslösende Faktoren sind das Überschreiten eines Temperaturschwellenwertes, eine Rückenwindkomponente und geringe Niederschlagstätigkeit. Besonders stark zugauslösend sind markante Umstellungen der Großwetterlage in den Auf-

bruchsgebieten von einer kühlen Nord- bis Nordwestwetterlage mit Regen oder Schauern zu einer milden, niederschlagsarmen West- bis Südwestwetterlage. Die Windgeschwindigkeit, selbst bei Rückenwind, wirkt ab Überschreiten bestimmter Schwellenwerte zughemmend, vermutlich wegen der damit einhergehenden stärkeren Turbulenz. Ebenso wirkt eine Schneedecke dämpfend auf den Zug, da Nahrungsquellen schwerer zugänglich werden.

Für jedes Gebiet werden die aus den meteorologischen Vorhersagen resultierenden Wichtungen verteilt und daraus ein Grundrisiko bestimmt. Da nach mehreren Tagen mit starkem Vogeizug dieser erfahrungsgemäß wieder abflaut, wird das Grundrisiko bei gleichbleibend günstigen Zugbedingungen korrigiert, d.h. abgeschwächt. Das Vogelschlagrisiko in den Beratungsgebieten wird aus der zusammenfassenden Betrachtung der Situation in den jeweils einander zugeordneten Aufbruchs- und Beratungsgebieten ermittelt. Das Vogelschlagrisiko wird in folgende Intensitätsklassen eingeteilt und ausgegeben:

LIGHT	:Risiko unter dem Jahresmittel
LIGHT TO MODERATE	:Normales Risiko
MODERATE	:Erhöhtes Risiko
MODERATE TO SEVERE:	:Stark erhöhtes Risiko
SEVERE	:Sehr stark erhöhtes Risiko

Entsprechend der Intensität wird die Höhe zugeordnet, bis zu der durchschnittlich mindestens zwei Drittel der Vögel erfaßt sind. Da Meßwerte über Zughöhen nur in geringer Zahl vorliegen, handelt es sich dabei um Erfahrungswerte. Der Grundwert wird dann korrigiert, wenn aufgrund ausgesprochener Thermik oder Schwachwind höhere Zughöhen zu erwarten sind. Reduziert wird die Höhe, wenn Starkwind den Vogelflug behindert.

Der gesamte Algorithmus wird in zwei Schritten durchlaufen, wobei im zweiten Schritt die westdeutschen Beratungsgebiete die Aufbruchsgebiete für die ostdeutschen Beratungsgebiete werden.

4.2 Das Routine-Verfahren

In der Beraterroutine des Geophysikalischen Beratungsdienstes wird täglich um 0300 UTC (Universal Time Coordinated = GMT) die BIRDSTRIKE RISK FORECAST erstellt.

FÜRJAHR

Anlage 2a, Westdeutschland

Berechnungsbogen BIRDSTRIKE RISK FORECAST

für A1, A2, A3, A4 für den

Bestimmung der Punktwerte aus meteorol. Vorhersagen		PW	PK für			
Flugbedingungen			K1-2, CH	K3	K5-8	A1 A2 A3 A4
1. Prevail. Niederschlag (zeitlich und räumlich >50%)		-15				
2. FRC Niederschl. (25-50%)		-10				
3. LOC Niederschl. (10-25%)		0				
4. ISOL Niederschl. (<10%)		+10				
5. kein Niederschlag		+15				
Windrichtung						
1. Gegenwind (NW-80) >5kn		-10				
2. Crosswind oder Schwachwind <5kn		0				
3. Rückenwind (S-W) >5kn		-5				
4. Rückenwind (S-W) >5kn		-10				
5. Rückenwind (S-W) >5kn		+15				
Windgeschwindigkeit						
1. mittl. Windgeschw. >30kn		-10				
2. mittl. Windgeschw. >20kn		-5				
Temperatur						
1. Tageshöchsttemp. >12°C		+5				
Temperaturänderung 24std.						
1. >4° fallend		-10				
2. 0°-4° fallend		-5				
3. 0°-2° steigend		0				
4. 2°-4° steigend		+5				
5. >4° steigend		+10				
Erdbodenzustand						
1. >50% schneebedeckt		-10				
Berechnung der Punktwertaumen IPW						

Berechnung des Grundrisikos GR

EPW < 0	...GR = 1	K1-2, CH	K3	K5-8	A1	A2	A3	A4
0 < EPW < 15	...GR = 2							
15 < EPW < 25	...GR = 3							
25 < EPW < 35	...GR = 4							
EPW > 35	...GR = 5							
Für A1-A4 gilt: im Febr. und April: maximales GR = 4								
Korrektur des GR in K1-K8, CH								
-GR der BSR-UPDATES								
der Vortage eintragen.	GR(Tag-1)							
-1st GR am Vortage	GR(Tag-2)							
allen Vortagen & an								
dann ist GR um 1	GR(Tag-3)							
zu vermindern.	GR							
Berechnung des Vogelschlagrisikos								
VR								
-AI (Aufbruchint.)								
= max (GR) oder								
GR-1, wenn alle GR								
Gleich und < 5								
-GR(A) = GR der								
Beratungsgebiete								
-VR = Minimum von								
AI und GR(A)								
-VR = VR - 1, wenn AI < 3 und GR(A) > 4								
Bestimmung des Vogelschlagrisikos und der zugehörigen typischen Warnhöhe								
VR = 1	...BSR = LGT	up to	500 ft	GND				
VR = 2	...BSR = LGT/MOD	up to	1000 ft	GND				
VR = 3	...BSR = MOD	up to	1500 ft	GND				
VR = 4	...BSR = MOD/SEV	up to	2000 ft	GND				
VR = 5	...BSR = SEV	up to	2500 ft	GND				
Korrektur der Warnhöhe in Abhängigkeit von den Windverhältnissen (minimal 500 ft GND, maximal 3000 ft GND; bei Gegenwind > 30 kn Warnhöhe max. 1500 ft GND)								
- Schwachwind und/oder Thermik								
- Rückenwind > 10 kn								
- Gegenwind > 20 kn								
- Gegenwind > 30 kn								
Ergebnis:Birdstrike Risk up toft agl over A1								
Ergebnis:Birdstrike Risk up toft agl over A2								
Ergebnis:Birdstrike Risk up toft agl over A3								
Ergebnis:Birdstrike Risk up toft agl over A4								

Abb. 2: Berechnungsformblatt für die westdeutschen Beratungsgebiete.

Dazu erstellt der diensthabende Meteorologe in der Beratungszentrale neben übrigen Wetteranalysen und Wettervorhersagen die spezielle Vorhersage der vogelzugrelevanten meteorologischen Parameter und bestimmt nach dem beschriebenen Algorithmus mit Hilfe von Berechnungsbögen (Abb. 2) das Vogelschlagrisiko für die nächsten 24 Stunden.

Montags und donnerstags enthält die Vorhersage zusätzlich einen Outlook für die nächsten drei bzw. 4 Tage. Der Meteorologe erstellt den Text in englischer Sprache, ist aber in der Gestaltung des Textes frei und kann auch, wenn zusätzliche verlässliche Informationen vorliegen, vom Ergebnis des Berechnungsverfahrens abweichen (Abb. 3). Die BIRDSTRIKE RISK FORECAST wird anschließend auf dem Fernschreibweg an militärische und zivile Stellen übermittelt, wo sie Eingang in die Flugwetterberatung findet.

```
FXDL90 EDZX 060200
BIRDSTRIKE RISK FORECAST VALID 060300 TO 070300 Z
A1,A2,A3,F1W: LGT/MOD BSR UP TO 1000 FT GND
A4,F2NW:      LGT      BSR UP TO 500 FT GND

OUTLOOK TILL THURSDAY 090300 Z:
INCREASING BIRDSTRIKE RISK DUE TO RISING TEMPERATURES
AND INCREASING HIGH PRESSURE INFLUENCE

FXDL90 EDZX 060200 AAA
BIRDSTRIKE RISK FORECAST UPDATE VALID 061000 to 070300
A1: MOD BSR UP TO 2000 FT GND
ELSE NO CHANGE
```

Abb. 3: Beispiel einer BIRDSTRIKE RISK FORECAST-Meldung

Um 1000 UTC überprüft der Meteorologe die Vorhersage der vergangenen Nacht anhand der aktuellen Wetterentwicklung. Zusätzlich berücksichtigt er aktuelle Vogelzugbeobachtungsmeldungen, die er nach einem gesonderten Verfahren wichtet, und die ihm ein Mindestrisiko vorgeben.

Der ständige Kontakt und eine ständige Überwachung der Vorhersagen durch die Spezialisten im Arbeitsbereich Biologie gewährleisten ein Höchstmaß an Vorhersagegüte auf

aktuellem wissenschaftlichen Stand. Der Beginn der Unterverfahren, z.B. des Frühjahrsverfahrens, wird an den jeweiligen klimatologischen Witterungsverlauf und an die ornithologischen Anzeichen angepaßt.

5. Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Das Vogelschlagrisikoverfahren wird ständig verifiziert, und die Ergebnisse der Auswertungen finden Eingang in den Erstellalgorithmus. Ebenso wird es stetig an aktuelle Entwicklungen angepaßt, beispielsweise die Ausweitung des Verfahrens auf die neuen Bundesländer oder bei Veränderungen in der Beratungspraxis. Diese haben den grundsätzlichen Charakter des Verfahrens jedoch bisher nicht verändert. Wesentliche Änderungen werden jedoch mit der Einbindung des Vogelschlagrisiko-Vorhersageverfahrens in das COBIBE (COMputerunterstützte BIologische BERatung) - System (RUHE, 1993) einhergehen. Dies umfaßt in einem ersten Schritt die Umstellung des manuellen Berechnungsverfahrens in ein rechnergestütztes Verfahren. In weiteren Schritten ist dann die sukzessive Einbeziehung von Ergebnissen der numerischen meteorologischen Modellrechnungen, klimatologischer und phänologischer Werte sowie der aktuellen Vogelzugbeobachtungen vorgesehen.

6. Literatur

BECKER, J. und RADEN, H. van (1985):
Grundlagen der Radarornithologie und Ergebnisse der Radarvogelzugbeobachtung in München 1981 - 1983. Vogel und Luftverkehr, Sonderheft 1, 81 S. Traben-Trarbach.

ELKINS, N. (1983):
Weather and Bird Behaviour. T & D Poyser, Calton.

KÜSTERS, E. (1993):
Fünfzehn Jahre Vogelrestbestimmung im Amt für Wehrgeophysik. Vogel und Luftverkehr 13, 1: 36 - 47, Traben-Trarbach.

RUHE, W. (1993):
Neuerungen beim Vogelschlagwarnverfahren des Geophysikalischen Beratungsdienstes der Bundeswehr. Vogel und Luftverkehr 13, 1: 20 - 35, Traben-Trarbach.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Met. Wilhelm Ruhe, M.Sc.
Zur Ziegelei 2

54516 Wittlich