

GRENZEN VISUELLER ERFASSUNG ZIEHENDER VÖGEL.

von HENNING VAN RADEN, Wittlich.

Zusammenfassung: Die visuelle Erfassung von Vögeln ist nur sehr begrenzt möglich; Kleinvögel sind im allgemeinen nur bis maximal 450 m Entfernung zu verfolgen, aber nur bis ca. 250 m zu entdecken. Bei Möwen, Krähen und Kiebitzen liegen die maximalen Entdeckungsentfernungen zwischen 500 und 800 m, bei großen Vögeln (Bussarde und größer) zwischen 1 km und 1.5 km, immer beste Sichtbedingungen vorausgesetzt. Abnehmende Tageshelligkeit, meteorologische Sicht unter 6 km oder geringer Kontrast (z.B. bei Sicht gegen den Boden) wie auch die Beobachtung im Gegenlicht verringern diese Entfernungen drastisch.

Summary: The possibilities for visual bird observations are limited. Small birds generally can be tracked to a maximum distance of 450 m, but can only be detected up to 250 m. For gulls, crows and lapwings the maximum range for detection lies between 500 and 800 m. For larger birds (buzzards and larger) it lies between 1 km and 1.5 km, always under the assumption of best conditions. Decreasing daylight, meteorological visibilities below 6 km, or low contrasts (e.g. when looking at the ground) as well as observation on opposite light reduce these ranges drastically.

Auf Flugplätzen werden zwei grundsätzlich verschiedene Methoden zur Verringerung der Vogelschlaggefahr angewandt, und zwar zum einen Maßnahmen zur Verringerung der Attraktivität für Vögel (= spezielles Biotopmanagement), zum anderen aber die direkte Vogelvergrämung im Bereich der Flugbetriebsflächen. Während eine allgemeine Verringerung der Attraktivität nur langfristig möglich ist, muß die Vogelvergrämung möglichst unmittelbar beim Auftreten flugbetriebsgefährdender Vogelarten veranlaßt werden. Notwendige Voraussetzung hierzu ist ein Erkennen der Vogelansammlung, da ungerichtete Vergrämungsmaßnahmen, z.B. durch automatisch arbeitende Knallanlagen, im Einzelfall zu einer starken Erhöhung des Vogelschlagrisikos führen können. Dies ist

besonders dann der Fall, wenn Vogelschwärme aufgescheucht werden und sich dann in Richtung S/L-Bahn bzw. An-/Abflug bewegen. Das Erkennen potentiell gefährlicher Vogelansammlungen setzt aber ein visuelles Erfassen dieser Vögel voraus. Zwei Dinge haben wesentlichen Einfluß auf die Möglichkeit der visuellen Erfassung:

- a) die optischen Bedingungen: Größe, Farbe, Form und Bewegung des Objektes, Kontrast zum Hintergrund und die optischen Verhältnisse des Luftraumes zwischen Objekt und Auge
- b) die Datenverarbeitung, d.h. die verstandesmäßige Leistung, das optisch Erfasste ins Bewußtsein zu bringen und richtig zu bewerten.

Die optischen Bedingungen legen die absoluten Grenzwerte für eine visuelle Erfassung fest. Damit ein Objekt gesehen werden kann, muß der Sehwinkel unter dem es erscheint, größer als das Auflösungsvermögen des Auges sein. Weiterhin muß zwischen Objekt und Umgebung ein ausreichend großer Helligkeitskontrast bestehen. Der Kontrast ist definiert als Differenz von Objekthelligkeit und Hintergrundhelligkeit, dividiert durch die Hintergrundhelligkeit:

$$C = (B - B') / B'$$

(C = Kontrast, B = Objekthelligkeit, B' = Hintergrundhelligkeit)

Für einen schwarzen Körper (B = 0) ist C = -1, für alle Objekte dunkler als der Hintergrund ist C < 0. In den folgenden Betrachtungen wird häufig von Kontrasten zwischen 0 und 1 ausgegangen; in diesem Bereich entsprechen aber die Verhältnisse denen bei Kontrasten zwischen -1 und 0, also können bis zum Kontrast 1 Objekte, die heller als der Hintergrund sind, genauso behandelt werden wie dunklere Objekte.

Bei Objekten mit geringem Kontrast, z.B. Drosseln auf brauner Erde, kann man von C = 0.3 bis 0.1 ausgehen, wobei allerdings die Kontrastabschwächung durch die Atmosphäre nicht berücksichtigt ist.

Die Kontrastschwelle des Auges zeigt eine starke Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit. Der zum Sehen notwendige Kontrast nimmt mit zunehmender Helligkeit ab und kann bei Tage mit 0.05 seinen unteren Grenzwert erreichen. In der Nacht sind, je nach Helligkeit, Kontraste von 0.25 bis 0.4 zu Sehen notwendig.

Der zum flächigen Sehen notwendige Schwinkel ist ebenfalls stark abhängig von der Umgebungshelligkeit. Aus diesem Sehwinkel und einer gegebenen Entfernung läßt sich die minimale Größe eines Objektes bestimmen, das man gerade noch flächig sehen kann ($G = \tan \alpha \cdot F$, wobei G die Objektgröße

und E die Entfernung ist.

Die Grenze zwischen flächigem und punktförmigem Sehen ist im allgemeinen auch die Grenze, bis zu der man ein in der Nähe aufgefaßtes Objekt verfolgen kann, da bei punktförmigem Sehen ein kurzes Abirren zum Verlust des Blickkontaktes führt. Ein Wiederauffassen ist dann meist nicht mehr möglich.

Tabelle 1: Meteorologische Sichtweite: 10 km; Objektgröße: 0.11 m (Drossel), maximale Entfernung (m).

Kontrast	Tag,hell	Tag,bedeckt	Tag,dunkel
- 0.1	180	150	50
- 0.5	400	350	300
- 1.0	600	500	420

Vorstehende Tabelle 1 zeigt die Abhängigkeit der maximalen Entfernung bei punktförmigem Sehen für eine Drossel von Kontrast und Tageshelligkeit bei einer meteorologischen Sichtweite von 10 km. Der Kontrast 0.1 entspricht dem einer braunen Drossel vor brauner Erde oder dunklem Holz, 0.5 dem normalen Kontrast einer Drossel am Boden vor Gras oder Laub und 1 dem der schwarzen Amsel gegen den Himmel.

An einem dunklen Tag ist eine braune Drossel gegen einen dunklen Hintergrund also erst auf maximal 50 m zu erkennen; eine schwarze Amsel ist an einem dunklen Tag gegen den Himmel genauso weit zu sehen wie eine Drossel auf Gras an einem hellen Tag.

Tabelle 2: Kontrast: -0.1, Objektgröße: 0.11 m (Drossel); maximale Entfernung (m).

Meteorologische Sichtweite (km)	Tag,hell	Tag, bedeckt	Tag, dunkel
4	500	450	380
6	540	470	400
10	600	500	420
50	750	550	450

Vorstehende Tabelle 2 zeigt die maximale Entfernung in Abhängigkeit von Tageshelligkeit und meteorologischer Sichtweite, in der ein Objekt theoretisch noch punktförmig gesehen werden kann. Es handelt sich hierbei um ein Objekt mit dem Kontrast -0.1 und einer Größe von ca. 11 cm, was in etwa einer Schwarzdrossel, gesehen gegen den Himmel, entspricht. Bei Entfernungen größer als den in der Tabelle angegebenen, ist das Objekt nicht zu sehen. Man erkennt, daß an einem bedeckten Tag bei meteorologischer Sicht von 4

km die maximale Entfernung etwa ebenso groß ist wie die an einem sehr stark bewölkten Tag mit 50 km Sichtweite. Während an einem dunklen Tag die Abnahme der Entfernung bei Sichtverschlechterung von 50 km auf 4 km nur 15 % ausmacht, beträgt die Verminderung an einem hellen Tag ca. 30 %. Bei guter meteorologischer Sicht ist die Abhängigkeit von der Tageshelligkeit wesentlich größer als bei schlechter Sicht. Bemerkenswert ist, daß die maximale Entfernung, auf die eine Amsel noch zu sehen ist, bei besten Bedingungen höchstens 750 m beträgt, wobei sie dann allerdings nur noch als Punkt erkennbar ist.

Im allgemeinen kann ein Objekt bei besten Bedingungen (Kontrast = 1, heller Tag) nur bei einem Schinkel von $> 0.015^\circ$ entdeckt werden, da ein Fixieren bei kleineren Schinkeln im Bereich des Punktsehens nicht möglich ist.

Um ein Objekt aber nicht nur zu entdecken, sondern um auch noch etwas über die Objektart aussagen zu können, muß die Entfernung vom Beobachter wesentlich geringer werden. Bei einem Vogel müssen, um ihn als solchen zu erkennen, schon einzelne Strukturen wie Flügel und Schwanz gesehen werden. Im allgemeinen ist hierfür ein Schinkel von mindestens 0.1° erforderlich.

Weitere und genauere Strukturen müssen gesehen werden, um ein Objekt identifizieren zu können. Die hierfür notwendige Entfernung schwankt von Vogelart zu Vogelart sehr stark und ist auch von der Erfahrung des Beobachters abhängig. Z.B. sind Kiebitze im Flug aufgrund ihres auffälligen Flugstils leicht von anderen gleichgroßen Vögeln zu unterscheiden. Bei manchen Kleinvögeln hingegen ist es notwendig, sie zur genauen Identifizierung auf kürzeste Entfernungen zu sehen. Im allgemeinen ist für ein Identifizieren, ob Möwe, Krähe, Taube usw., ein Schinkel von 0.15° erforderlich.

Tabelle 3: Entdecken: Schinkel = 0.015° ; Erkennen: Schinkel = 0.1° ; Identifizieren: Schinkel = 0.15° ; Tag, beste Sichtverhältnisse; maximale Entfernung in m, Kontrast = 0.1, V (meteorologisch) = 20 km.

Vogelart	Maximale Entfernung		
	Entdecken	Erkennen	Identifizieren
Graugans	2483	372	248
Bussard	1910	286	191
Silbermöwe	1528	229	153
Krähe	1337	201	134
Lachmöwe	955	143	95
Amsel	535	80	53
Schwalbe	306	46	31

Vorstehende Tabelle 3 zeigt Werte (Entdecken, Erkennen, Identifizieren) für

einzelne verschiedene Vogelarten/-gattungen bei besten Bedingungen, also am hellen Tag gegen den Himmel bei bester Sicht. Eine Graugans kann danach bis auf eine Entfernung von etwa 2.5 km gegen den Himmel als flächiges Objekt gesehen werden. Um sie als Wasservogel zu erkennen, muß die Entfernung knappe 400 m betragen. Die Identifizierung als Gans im Gegensatz zu anderen langhalsigen Wasservögeln ist erst auf ca. 250 m Entfernung möglich. Bussarde sind ab ca. 2 km Entfernung nicht mehr zu sehen, bei ca. 300 m Entfernung sind sie als große Greifvögel zu erkennen, als Bussard aber erst auf 200 m Entfernung zu identifizieren. Eine Schwalbe wird man noch bis 300 m Entfernung sehen können, als Schwalbe kann man sie aufgrund der Struktur aber erst auf 50 m Entfernung erkennen, und den Unterschied zwischen Rauch- und Mehlschwalbe identifiziert man erst bei Entfernungen kleiner als 30 m.

Die bisherigen Angaben über die Entfernung, auf die sich ein Objekt noch erkennen läßt, errechneten sich aus dem kleinsten Sehwinkel, bei dem üblicherweise noch flächig gesehen werden kann. Dieses ist aber eine nur theoretische Grenze. Um ein noch unentdecktes Objekt mit einer höheren Wahrscheinlichkeit entdecken zu können, sind wesentlich geringere Entfernungen notwendig. Zum Beispiel beträgt für ein Objekt von der Größe einer Lachmöwe, bei bester meteorologischer Sicht, gegen den Himmel gesehen und bei sehr gutem Kontrast, die theoretische Entdeckungsentfernung 900 m. Die Lachmöwe wird aber erst in 600 m Entfernung mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 %, in 450 m mit 50 % und in 250 m mit 99 % Wahrscheinlichkeit entdeckt werden. Hierbei ist Voraussetzung, daß der Beobachter genügend Zeit zum Absuchen des Himmels oder eines begrenzten Himmelssektors hat.

Bei Rückgang der Sicht auf 10 km geht die Entdeckungsentfernung (90 % Wahrscheinlichkeit) von 350 m auf 220 m zurück. Die Entdeckungsentfernung beim Suchen (90 % Wahrscheinlichkeit, 15 km meteorologische Sichtweite) beträgt etwa 1/3 der maximalen Entdeckungsentfernung, dem Übergang vom Punkt- zum Flächensehen. Bei Sicht gegen den Boden (z.B.vom Flugzeug nach unten) geht der Kontrast auf Werte von 0.3-0.5 zurück, und die Entdeckungsentfernung verringert sich noch einmal um ca. 30 % bis 50 %, d.h. die Entdeckungsentfernung bei den eben genannten Bedingungen beträgt nur noch 150-200 m. Dies mögen noch zwei weitere Beispiele erläutern; Bussard, 4 km meteorologische Sicht, gegen den Boden, 90 % Entdeckungswahrscheinlichkeit: Entdeckungsentfernung 250-350 m; Drossel unter gleichen Bedingungen, Entdeckungsent-

fernung 34 m, bei 10 % Entdeckungswahrscheinlichkeit: 75 m Entdeckungsentfernung.

Bei den üblichen Abmessungen von Flugplätzen können nach diesen Zahlen Vögel von den üblichen Beobachtungspositionen (Tower, Feuerwehr, Verkehrskontrolle) nur auf einem sehr geringen Teil der Flugbetriebsflächen beobachtet werden. Auch zeigen diese Berechnungen, warum Piloten von Strahlflugzeugen selbst bei starkem Vogelzug nur in Ausnahmefällen Vögel beobachten können. Die vorgenannten Werte setzen zudem noch eine genügend große Zeitspanne zum Suchen des Vogels voraus. Ein Strahlflugzeug legt aber in der Sekunde ca. 200 m zurück, d.h. ein Pilot kann selbst einen Bussard gegen den Himmel bei besten Bedingungen (Entdeckungsentfernung maximal 1000 m) nur zufällig sehen, wenn er direkt vor ihm in Sehrichtung fliegt; Kleinvögel könnte er erst dann sehen, wenn sie direkt an der Maschine sind.

Auch die Beobachtung großräumigen Vogelzuges im Frühjahr und Herbst ist häufig nicht oder nur sehr beschränkt möglich. Beobachter am Boden werden solche Züge kleinerer Vogelarten ohne Fernglas nicht beobachten können, da er bei guten Zugbedingungen oberhalb von 1000 ft GND stattfindet. Unterhalb von 1000 ft GND verlaufen meist kleinräumige Zugbewegungen und der nicht unwesentliche vertikale Austausch zwischen rastenden und ziehenden Vögeln. Ein Beobachter am Boden wird also eine größere Anzahl Vögel sehen, aber den gerichteten, raschen Zug nicht erkennen, da Vögel bis zur Drosselgröße nur bis zu einer Schrägentfernung von maximal 300 m (10 % Wahrscheinlichkeit) gesehen werden, also bestenfalls direkt über dem Beobachter aufzufassen sind. Gänse hingegen sind bis zu einer Höhe von 3000 ft GND - bei besten Bedingungen - zu beobachten, wobei in dieser Höhe allerdings ein Erkennen oder Identifizieren nur aufgrund einer Flugformation (Keilform) möglich ist. Eine Entscheidung, um welche in Keilform ziehende Vogelart es sich handelt (z.B. Kranich, Gans), kann bei diesen Entfernungen nicht getroffen werden.

Literatur.

VAN RADEN, H. (1988) : Grenzen der visuellen Erfassung ziehender Vögel. In: Mannheimer Protokolle 7:63-70. Heidelberg.

Anschrift des Verfassers:

Henning van Raden
Valentinastr. 8
5560 Wittlich-Bombogen