

Nr. 6.

1912

Sitzungsbericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin

vom 11. Juni 1912.

Vorsitzender: Herr G. TORNIER.

Herr W. BERNDT führte selbstangefertigte kinematographische Aufnahmen von Nordseetieren vor.

Über die Höhe des Vogelzuges auf Grund aeronautischer
Experimente.

VON FRIEDRICH VON LUCANUS.

Vogelflug und Vogelzug, zwei Erscheinungen in der Natur, die das Interesse der Menschheit stets in besonders hohem Maße erregt haben, die aber trotz aller wissenschaftlicher Forschung noch viel Geheimnisvolles in sich bergen. Besonders gilt dies von den alljährlich im Herbst und Frühjahr stattfindenden großen Wanderungen der Vögel, dem Vogelzuge. So können wir uns beispielsweise keinen rechten Begriff davon machen, wie die Vögel den Weg in das weit entfernte Winterquartier finden. Bei den Vogelarten, die gesellig, sei es in kleineren Trupps oder größeren Scharen ihre Wanderungen ausführen, ergibt sich die Lösung dieser Frage gewissermaßen von selbst, wenn man annimmt, daß die alten Vögel, die den Weg bereits kennen, für die noch unerfahrenen jungen Vögel die Wegweiser sind. Wesentlich anders verhält sich aber die Erscheinung bei solchen Vögeln, welche einzeln ziehen, wie z. B. Kuckuck, Wiedehopf, Nachtschwalbe, Nachtigall und viele Raubvögel. Da sehen wir beispielsweise den jungen, erst wenige Wochen alten Kuckuck im September seine Heimat verlassen und mit absoluter Sicherheit die gewaltige Strecke bis in das Innere Afrikas zurücklegen.

Man hat natürlich versucht, auch für diese so rätselhafte Erscheinung Erklärungen aufzustellen. So schreiben manche Forscher dem Vogel einen magnetischen Richtsinn zu, der ihn auf dem unbekanntem Wege leitet, andere glauben das Pfadfinden des Vogels mit den Luftströmungen, den barometrischen Maxima und Minima, in

Verbindung bringen zu können. Beide Erklärungen sind lediglich theoretische Annahmen, für deren Richtigkeit bisher keine stichhaltigen Gründe erbracht sind.

Bedenkt man, daß der junge Vogel uns bereits frühzeitig im Herbst verläßt, wenn noch kein fühlbarer Nahrungsmangel eingetreten ist, daß er gar keine Ahnung davon haben kann, daß in seiner Heimat eine Winterszeit hereinbricht, in der Hunger und Frost sein Leben gefährden, daß er schließlich ebensowenig weiß, daß in dem entfernten Süden, dem er zustrebt, ein ewiger Frühling blüht, so muß das biologische Problem viel von dem Übernatürlichen und Rätselhaften, das ihm auf den ersten Blick anhafet, verlieren. Eine Verstandesarbeit kann hier nicht vorliegen; denn das Tier kennt ja die Gründe und Ziele seines Verhaltens gar nicht, sondern es kann nur eine instinktive Handlungsweise in Betracht kommen! —

Wir sehen hierin zugleich, wie grundverschieden Tier- und Menschenseele sind und daß ihre Bewertung nach ganz anderen Gesichtspunkten erfolgen muß. Zeichnet den Menschen das abstrakte und logische Denken aus, so erscheinen beim Tier Empfindungen und Gefühl, die elementaren Grundlagen des Seelenlebens, mit ihrer instinktiven und unbewußten Handlungsweise im Vordergrund zu stehen. Trotzdem haben wir keine Veranlassung, mit Geringschätzung oder Verachtung auf die Tiere herabzusehen: Einen unbekanntem, hunderte Kilometer langen Weg absolut sicher ohne jedes Hilfsmittel zurückzulegen, das ist eine Leistung, die wir Menschen trotz aller Überlegung und allen Denkens dem Vogel niemals nachmachen werden!

Über die Ursache und Entstehung des Vogelzuges sind wir ebenfalls noch nicht aufgeklärt. Einige Forscher nehmen an, daß der Süden die ursprüngliche Heimat unserer Zugvögel ist und daß diese erst allmählich, wohl infolge von Übervölkerung und Mangel an Nistgelegenheit, sich nordwärts verbreitet haben. Der ungastliche Winter der nördlichen Länder zwang dann die Vögel wieder vorübergehend ihre ehemalige südliche Heimat aufzusuchen. Andere Forscher sehen die Zugvögel als wahre Kinder des Nordens an, die jener Zeitepoche entstammen, wo in den nördlichen Breiten noch tropisches oder subtropisches Klima herrschte. Die hereinbrechende Eiszeit zwang dann die Vögel während der kältesten Jahreszeit wärmere Länder aufzusuchen; im Frühjahr kehrten sie nach ihrer Heimat zurück, soweit die klimatischen Verhältnisse der Eiszeit es gestatten.

Beide Hypothesen erblicken in einer durch Kälte und Hungersnot geschmälernten Existenzbedingung die unmittelbare Ursache für

die Entstehung des Vogelzuges, welcher sich dann im Laufe der Jahrtausende zu einem erblichen Instinkt ausgewachsen hat, dem der heutige Vogel ganz maschinenmäßig und unbewußt huldigt. Der Unterschied der beiden Theorien ist nur der, daß in dem einen Falle die ursprüngliche Heimat der Zugvögel im Süden, in dem anderen Falle im Norden angenommen wird; beide Anschauungen haben zweifellos ihre Berechtigung: Schwan, Ente oder Zaunkönig können wir uns sehr wohl als Kinder des hohen Nordens vorstellen, während z. B. Grasmücke, Kuckuck oder Wiedehopf nur als Bewohner warmer Länder zu denken sind.

Neuerdings ist auch noch eine dritte Hypothese aufgestellt worden. Ihr Urheber meint, daß alle Vögel ursprünglich Zugvögel gewesen sind, und sich erst aus diesen die Standvögel allmählich herausgebildet haben. Wenn man aber bedenkt, daß die Vögel sich aus Reptilien entwickelt und ihr Flugvermögen erst ganz allmählich stufenweise erworben haben, so verliert solche Anschauung von vornherein ihre Berechtigung. —

Außer den erörterten Fragen kommen für die Erforschung des Vogelzuges noch folgende Gesichtspunkte in Betracht: Wieweit beeinflussen die meteorologischen Verhältnisse den Vogelzug? welches sind die Zugstraßen der Vögel, wo liegen ihre Winterquartiere, welche Vögel ziehen einzeln, welche gesellig, wann erfolgt im letzteren Falle eine Trennung nach Alter und Geschlecht, mit welcher Schnelligkeit und in welcher Höhe wandern die Vögel?

Alle diese Fragen zu beantworten, würde zu weit führen, und so will ich mich darauf beschränken, heute über die Höhe des Vogelzuges zu referieren, mit deren Erforschung ich mich seit einer Reihe von Jahren eingehend befaßt habe.

Die Angaben in unserer ornithologischen Literatur über die Höhe des Vogelzuges stützen sich in erster Linie auf die Beobachtungen des Helgoländer Ornithologen GÄTKE, der in der Mitte des verflossenen Jahrhunderts den Vogelzug auf Helgoland eingehend beobachtete und das Resultat seiner Studien in seinem Werke „Die Vogelwarte Helgoland“ niederlegte.

Nach der Anschauung GÄTKE's wandern viele Vögel besonders bei klarem und windstillem Wetter in unermeßlichen Höhen, in denen sie einer Beobachtung von der Erde aus häufig völlig entzogen sind. GÄTKE spricht in seiner Vogelwarte von 3000, 5000, 8000 ja 10000 Metern und noch darüber. Er gelangt zu dieser Annahme auf Grund seiner praktischen Beobachtungen. So schätzt er z. B. die Höhe, in der Sperber (*Astur nisus*) als winzige Staubkörnchen im Zenith erscheinen, auf 10000 Fuß, die Höhe eines

als Punkt im Wolkenmeer verschwindenden Mäusebussards (*Buteo buteo*) auf ca. 12000 Fuß, eines Kranichs (*Grus grus*) unter gleichen Bedingungen auf 15000—20000 Fuß, die Höhe ziehender Saatkrahen (*Corvus frugilegus*) und Brachvögel (*Numenius arquatus*) auf 10000—15000 Fuß. GÄTKE leitet aus diesen Schätzungen seine Theorie von der großen Zughöhe ab, nimmt an, daß die Vögel häufig so hoch ziehen, daß sie mit dem bloßen Auge nicht mehr wahrnehmbar sind, und veranschlagt solche Höhe auf 35000—40000 Fuß, also rund 10000—12000 Meter.

Um die GÄTKE'sche Theorie zu prüfen, richtete ich vor einer Reihe von Jahren an die Luftschiffer die Bitte, ornithologische Beobachtungen auf den Ballonfahrten, besonders auf den zu meteorologischen Untersuchungen stattfindenden Hochfahrten auszuführen. Das Resultat dieser Beobachtungen, über das ich auf dem V. Internationalen Zoologenkongreß im Jahre 1901 ausführlich berichtet habe, ist kurz wiederholt folgendes:

Nach Aussage der Luftschiffer ist auf den Ballonfahrten die Grenze des Vogelfluges im allgemeinen in einer Höhe von 400 m überschritten. Über 1000 m sind nur ganz selten Vögel angetroffen worden, einmal eine Lerche in 1900 m Höhe, ein anderes Mal ein großer Raubvogel, anscheinend ein Adler, den HERGESELL aus 3000 m Höhe unterhalb des Ballons dem Gebirge zufliegen sah. Letzterer Fall ist zugleich die größte Höhe, in der bisher ein Vogel von den Luftschiffern festgestellt wurde.

Nach SÜRING ist die größte Höhe, in der auf 100 wissenschaftlichen Fahrten Vögel gesehen wurden, 1400 m, und zwar handelt es sich um einen Flug Krähen.

Dies negative Resultat spricht jedenfalls nicht für jene große Höhe des Vogelzuges, wie sie GÄTKE annimmt. —

Gegen die aeronautischen Beobachtungen hat man den Einwand erhoben, daß die Vögel dem Ballon ausweichen und daher verhältnismäßig selten von den Luftschiffern bemerkt werden. Hiergegen spricht aber die Tatsache, daß in tieferen Regionen doch öfters Vögel angetroffen werden. Wenn die Vögel auch beim Anblick des Ballons erschrecken und diesem auszuweichen suchen, so müßte man doch bei einem regeren Vogelleben in den höheren Luftschichten häufiger in größerer Entfernung Vögel am Ballon vorüberfliegen sehen, oder auch die Stimmen ziehender Vögel aus der Ferne vernehmen, zumal viele Vogelarten, wie z. B. Gänse, Brachvögel, Regenfeifer, Dohlen auf dem Zuge lebhaft rufen. Solche Beobachtungen liegen jedoch nicht vor. —

Einen wichtigen Einfluß auf die Höhe des Vogelzuges scheint nach den aeronautischen Erfahrungen die Bewölkung auszuüben. Außer Sicht der Erde, über den Wolken, sind mit Ausnahme eines einzigen Falles, den eine Taube betrifft, niemals Vögel angetroffen worden. Diese Taube erschien bei starkem Nebel in 300 m Höhe plötzlich in der Nähe eines Ballons, setzte sich auf den Korbrand nieder und verweilte hier so lange, bis die Erde beim Abstieg wieder sichtbar wurde. —

Vögel, die ich auf Ballonfahrten über den Wolken aussetzen ließ, nahmen entweder auf dem Ballon Platz oder umkreisten diesen so lange, bis sie die Erde wieder sahen.

Besonders interessant und lehrreich war das Verhalten eines Hänflings (*Acanthis cannabina*), der in 1200 m Höhe über dichten Wolken freigelassen wurde. Dieser umflatterte zunächst ratlos den Ballon; in dem Augenblick aber, wo durch einen plötzlich in der Wolkenschicht entstandenen Riß die Erde sichtbar wurde, flog er sofort durch die Wolkenöffnung zur Erde nieder. Ebenso verhielt sich eine in 3000 m Höhe ausgesetzte Heidelerche (*Lullua arborea*). Diese interessanten und lehrreichen Experimente weisen darauf hin, daß viele Vögel sich nicht aus freien Stücken außer Sehweite über die Erde erheben. Die unterste Wolkenschicht wird also eine Grenze für die Höhe des Vogelzuges bilden.

Ein trefflicher Beweis hierfür ist die allbekannte Erscheinung, daß bei starkem Nebel der Vogelzug überhaupt stockt. Der Grund liegt eben darin, daß die Vögel schon aus geringer Höhe die Erdoberfläche nicht mehr sehen.

Eine sehr interessante Beobachtung in dieser Beziehung konnte ich einst im Harz machen. In dem engen Oderthal unweit Lauterberg traf ich im Herbst eine Schaar Rauchschwalben (*Hirundo rustica*), die sich zum Fortzuge sammelten. Es war ein klarer Morgen, und die Vögel übten in der gewohnten Höhe, dem Auge nur als Punkte wahrnehmbar, ihre Flugkünste aus. Plötzlich zog von Westen eine starke, sehr tiefliegende Wolkenschicht heran, die die Landschaft allmählich in dichten Nebel hüllte. Nun konnte man deutlich sehen, wie die Schwalben dort, wo sie im Bereich der Wolkenschicht waren, ganz niedrig über den Erdboden strichen, während sie da, wo noch klarer Himmel war, nach wie vor ihren hohen Flug ausübten, und wie letztere durch die vorrückenden Wolken allmählich zur Erde herabgedrückt wurden.

Einen ähnlichen Fall teilt der Leiter der Vogelwarte Rossitten, Prof. Dr. THIENEMANN, mit. Er schreibt in seinem IV. Jahresbericht unter dem 3. April:

„Ein sehr interessanter, instruktiver und für den Vogelzug kritischer Tag. Krähen, Stare, Finkenvögel, Drosseln, Lerchen ziehen schon von 7 Uhr früh ab in großer Hast nach Norden. Flughöhe etwa 80—100 m. Um $1\frac{1}{2}$ 10 Uhr früh tritt Nebel ein, je dichter er wird, um so niedriger kommen die Vögel zur Erde herab. Gegen 10 Uhr hat der Nebel den Grad 2 erreicht, d. h. Gegenstände von mehr als 100 m Entfernung sind in horizontaler Richtung nicht mehr zu erkennen. Der Zug hört auf. Gegen Mittag ist die Luft wieder klar, die Sonne scheint und der Vogelzug setzt wieder ein, wenn auch nicht mit solcher Mächtigkeit wie am Morgen. Die Vogelscharen sind also durch den Nebel immer mehr zur Erde, die sie nicht aus dem Gesicht verlieren wollten, herabgedrückt worden.“

Das Ergebnis der aeronautischen Experimente wird also durch diese praktischen Beobachtungen vollauf bestätigt.

Als zweites meteorologisches Moment, das die Höhe des Vogelzuges beeinflußt, kommt der Wind in Betracht. Als frei in der Luft schwebender Körper wird der fliegende Vogel vom Winde getrieben. Infolgedessen ist der Flug mit dem Winde der leichteste, der Flug gegen den Wind der schwierigste und anstrengendste; denn im ersteren Falle braucht der Vogel nur eine geringe Eigengeschwindigkeit zu entfalten, im letzteren Falle dagegen kommt er nur so viel vorwärts, als seine Eigengeschwindigkeit die Windstärke übertrifft. Bei starkem Gegenwind gehen daher die Zugvögel tiefer zur Erde herab, um die hier herrschende geringere Windstärke zu ihrem Vorteil auszunutzen; denn die Kraft des Windes wird durch die Reibung an der Erdoberfläche gelähmt.

Ich habe solche Fälle auf der kurischen Nehrung wiederholt beobachten können. Die Vögel streichen dann häufig so niedrig über dem Erdboden, daß sie die ganze Formation der Dünen, sogar die kleinsten Erhebungen, ausfliegen.

Der ungünstige Einfluß des starken Windes auf den Vogelflug spricht also ebenfalls gegen die Hypothese des hohen Vogelzuges, da in den höheren Luftschichten meistens eine große Windstärke herrscht.

In meteorologischer Beziehung sind aber noch zwei weitere Faktoren zu berücksichtigen, die vor allem geeignet sind, die ГÄТКЕ'sche Theorie ins Wanken zu bringen, es sind dies Temperaturabnahme und Luftdruckverminderung in der Höhe der Atmosphäre.

Durch wissenschaftliche Ballonfahrten ist nachgewiesen, daß in 5000 m Höhe eine Mitteltemperatur von -20° C und ein Luftdruck von nur einer halben Atmosphäre herrscht. In 7000 m be-

trägt die Durchschnittstemperatur nur noch — 33° C und der Luftdruck 298 mm.

Nach GÄTKE sind aber 5000 und 7000 m noch gar keine so großen Höhen für die Zugstraßen der Vögel; denn er spricht sogar von 35000—40000 Fuß, also 10000—12000 m, eine Höhe, in der jedes organische Leben unter dem Einfluß der ungeheuren Kälte und dem geringen Luftdruck sofort erstarbt.

Für die Beurteilung der Widerstandsfähigkeit der Vögel gegen Luftdruckverminderung sind die Versuche, die der französische Physiologe PAUL BERT mit Tieren unter der Luftpumpe ausgeführt hat, sehr lehrreich. Diese Experimente, über die ich früher schon ausführlich berichtet habe¹⁾, zeigen, daß die Vögel gegen eine Luftdruckabnahme bei weitem empfindlicher sind als die Säugetiere. Von 4 Sperlingen (*Passer domesticus*) bekundeten zwei bei 388 mm Luftdruck die ersten pathologischen Anzeichen, der Dritte bei 298 mm und der vierte bei 278 mm, eine Lachmöwe (*Larus ridibundus*) bei 348 mm und ein Turmfalke (*Falco tinnunculus*) bei 278 mm. Die Sperlinge starben bei einem Luftdruck von 203 mm, die Möwe bei 188 mm, der Falke bei 178 mm.

Im Gegensatz hierzu zeigten Kaninchen erst bei einem Luftdruck von 160 mm die ersten Anzeichen körperlicher Schwäche. Hunde starben erst bei 100, einige sogar erst bei 80 mm Luftdruck. Ein Schwein ertrug einen Luftdruck von nur 120 mm eine Viertelstunde. 3 Minuten nach Beendigung des Versuches stand das Tier bereits wieder fest auf den Füßen und verriet keine Anzeichen nachteiliger Folgen. So sehen wir das überraschende Resultat, daß die Vögel, die Segler der Lüfte, keineswegs besonders befähigt sind, einen niedrigen Luftdruck zu ertragen, sondern daß sie hierin sogar den Säugetieren nachstehen und daß sie an die auf der Erdoberfläche herrschenden atmosphärischen Verhältnisse ebenso gebunden sind, wie jene Geschöpfe, denen das Fliegen versagt blieb.

Die Versuche PAUL BERT's haben ferner ergeben, daß die Widerstandsfähigkeit der Vögel gegen Luftdruckverminderung bei gleichzeitiger Temperaturabnahme noch wesentlich vermindert wird. So lebte ein Sperling unter einem Luftdruck von 295 mm bei einer Temperatur von + 6,5 C 1 Stunde 20 Min., bei — 4 C dagegen nur 1 Stunde 4 Min. Die Untersuchung der rückständigen Luft ergab, daß im letzteren Falle die Sauerstoffspannung eine größere war

¹⁾ „Die Höhe des Vogelzuges“ von FRIEDRICH VON LUCANUS. Verlag J. NEUMANN, Neudamm 1904. Ornithologische Monatsberichte No. 7/8, Jahrgang 1903.

trotz der kürzeren Lebensdauer des Individuums. In verdünnter Luft wird also durch Kälte das Vermögen des Vogels, den zum Leben notwendigen Sauerstoff aus der Atmosphäre herauszuziehen, herabgesetzt.

Bedenkt man, daß in Höhen von mehreren Tausend Metern mit der Abnahme des Luftdrucks ein erhebliches Sinken der Temperatur unter dem Gefrierpunkt verbunden ist, so muß die Hypothese von der großen Zughöhe unhaltbar erscheinen.

Diese aus den aeronautischen Beobachtungen und den experimentellen Versuchen gewonnene Anschauung über die Höhe des Vogelzuges wird durch die praktischen Erfahrungen, die in neuerer Zeit auf diesem Gebiet gemacht sind, durchaus bestätigt. Die Berichte der Vogelwarte Rossitten zeigen uns, daß der Vogelzug im allgemeinen sich noch innerhalb 100 Meter relativer Höhe bewegt, und daß nur ausnahmsweise an sehr klaren, trockenen und windstillen Tagen von den Zugvögeln höhere Regionen aufgesucht werden, die jedoch auch nicht höher als einige hundert Meter über der Erdoberfläche liegen. Denn wie ich mich selbst auf der Vogelwarte Rossitten überzeugt habe, sind auch bei größerer Zughöhe die Flugbilder mittelgroßer Vögel mit unbewaffnetem Auge noch gut zu erkennen und Vögel, wie Drosseln, Stare, Nebelkrähen, Saatkrähen oder Dohlen unschwer zu unterscheiden. Es kann sich also immer nur um Höhen von einigen hundert Metern handeln, niemals aber um viele tausend Meter! —

Klares, trockenes und windstilles Wetter ist für den Vogelzug im allgemeinen günstig. Trotzdem aber findet manchmal bei so ausgesprochener guter Zugwitterung nur ein sehr spärlicher Vogelzug auf der Kurischen Nehrung statt. An solchen Tagen drängt sich dann dem Beobachter die Frage auf, ob der Hauptzug nicht vielleicht doch in so gewaltigen Höhen sich vollzieht, daß er für unser Auge nicht mehr wahrnehmbar ist. Gegen solche Annahme sprechen aber folgende Erscheinungen:

1. Man hört niemals Stimmen ziehender Vögel von oben herabschallen.
2. Die wenigen Vögel, die man an solchen Tagen beobachtet, befinden sich in einer Höhe von nur einigen hundert Metern, wie es für klares und windstilles Wetter charakteristisch ist.

Nach den Beobachtungen, wie ich sie selbst in Rossitten wiederholt gemacht habe, vollzieht sich der Zug der einzelnen Arten unter dem Einfluß der meteorologischen Verhältnisse örtlich und zeitlich stets gleichmäßig in derselben Höhe. Infolgedessen ist es unwahrscheinlich, daß die wenigen Vögel,

die man an solch schlechten Zugtagen sieht, im Gegensatz zu den meisten ihrer Artgenossen auf einer anderen, viel niedrigeren Zugstraße wandern, und die Masse der Zugvögel sich in höheren Regionen befindet.

3. Zur Mittagszeit unterbrechen die meisten Vögel ihre Wanderung. Man sieht dann in Rossitten an guten Zugtagen zahlreiche Vögel, besonders Krähen, auf den Viehweiden, im Dünengestrüpp und an den Waldrändern rasten. Macht sich nun ausnahmsweise an klaren und windstillen Tagen kein starker Vogelzug bemerkbar, so sind auch in den Mittagsstunden keine oder nur wenige rastende Vögel sichtbar.

Alle diese Erscheinungen sprechen unbedingt dafür, daß in größeren Höhen kein Vogelzug stattfindet.

Trotz der mannigfachen und beweiskräftigen Argumente, die sich gegen den Höhenflug der Vögel ins Feld führen lassen, huldigen einzelne Ornithologen noch immer der alten Theorie GÄТКЕ's, indem sie seine Angaben für durchaus zuverlässig halten.

Dies veranlaßte mich, die Beobachtungen GÄТКЕ's einer genauen Prüfung zu unterziehen, und ich wandte mich zu diesem Zweck abermals an die Luftschiffer. Meine Absicht, in Flugstellung ausgestopfte Vögel mit einem Ballon aufsteigen zu lassen, und ihre Sichtbarkeit zu prüfen, konnte ich bei dem königl. Preußischen Luftschifferbataillon ausführen, das mir in großer Bereitwilligkeit für diese Versuche mehrere Male einen Fesselballon zur Verfügung stellte.

Zu dem Experiment wählte ich einen Mäusebussard (*Buteo buteo*), einen Sperber (*Accipiter nisus*), eine Saatkrähe (*Cornix frugilegus*), also diejenigen Vögel, um die es sich bei den Beobachtungen GÄТКЕ's handelt, sowie einen Lämmergeier (*Gypaetus barbatus*), der mir gerade zur Verfügung stand.

Jeder Vogel wurde an einer 10 m langen Schnur unter dem Ballon aufgehangen. Beim Beobachten durch die hohle Hand sah man die Vögel frei gegen den Himmel schweben, ohne durch den Anblick des Ballons beeinflußt zu werden. Auf diese Weise ward der Versuch den Beobachtungen in der Natur möglichst angepaßt. Das 1000 m lange Seil an dem der Fesselballon aufstieg, war mit einer Einteilung versehen, die jederzeit die genaue Feststellung der Höhe ermöglichte.

Das Wetter war bei der Ausführung der Versuche klar, der Himmel leicht weiß bewölkt. Die Bedingungen für die Beobachtung waren also außerordentlich günstig. —

Bei den Versuchen notiere ich:

1. Die Höhe, in der die Flugbilder der einzelnen Vögel noch deutlich erkennbar waren.
2. Die Höhe, in der der Vogelkörper noch als Punkt gut sichtbar war.
3. Die Höhe, in der die Objekte dem Auge entschwanden, d. h. der Augenblick, wo man den Vogel nicht mehr ohne weiteres erblickte, sondern nur bei anhaltend scharfem Hinsehen ein kleines Pünktchen zeitweise aufblitzen sah.

Wie ich schon erwähnte, vermag der Fesselballon nur bis zu 1000 m aufzusteigen. Infolgedessen konnte die Sichtbarkeitsgrenze für Bussard und Geier bei dem Ballonversuch nicht festgelegt werden. Es gelang mir jedoch, diese fehlenden Höhenzahlen durch Berechnung festzustellen. Hierzu verfertigte ich mir Photographien der ausgestopften Vögel in $\frac{1}{20}$ Verkleinerung und prüfte die Sichtbarkeitsgrenzen dieser verkleinerten Flugbilder.

Folgende Tabelle veranschaulicht in den ersten 3 Zahlenrubriken das Resultat des Ballonexperiments, mit Ausnahme der eingeklammerten Zahlen, die durch Berechnung ermittelt sind.

Die vierte Zahlenreihe enthält das Ergebnis der Sehproben mit den verkleinerten Flugbildern. In der fünften Rubrik sind die entsprechenden Höhenschätzungen GÄTKE'S aufgeführt.

Vogelart	Flugbild	Punkt	Sichtbarkeitsgrenze		Sichtbarkeitsgrenze nach Gätke
			natürliche Größe	verkleinertes Flugbild ($\frac{1}{20}$)	
Sperber	250 m	650 m	850 m	94 m	3000 m
Saatkrähe	300 "	800 "	1000 "	110 "	3000—5000 "
Bussard	600 "		(1500)* "	162 "	3600 "
Lämmergeier	900 "		(2000)* "	228 "	
Kranich					5000—6000 "

Ein Vergleich der Sichtbarkeitsgrenzen zwischen den natürlichen Flugbildern und den Flugbildern in $\frac{1}{20}$ Verkleinerung zeigt, daß erstere zu letzteren im Verhältnis von etwa 9 zu 1 stehen. Es verhält sich also das natürliche Sperberflugbild (S) zu seiner Verkleinerung (s) wie das natürliche Flugbild der Krähe (K) zu seiner Verkleinerung (k). Die Proportion lautet also: $\frac{S}{s} = \frac{K}{k}$.

Für Krähe und Bussard läßt sich die Gleichung aufstellen: $\frac{K}{k} = \frac{B}{b}$ und für Krähe und Geier: $\frac{K}{k} = \frac{G}{g}$.

*) Durch Berechnung ermittelt.

Setzt man in diesen Proportionen die entsprechenden Zahlen ein, so lassen sich die fehlenden Größen B und G, d. h. die Sichtbarkeitsgrenzen für Bussard und Lämmergeier berechnen. Es ist:

$$\frac{1000}{110} = \frac{B}{162} \text{ also } B = 1470, \text{ und } \frac{1000}{110} = \frac{G}{228} \text{ also } G = 2070.$$

Demnach ist die Sichtbarkeitsgrenze für den Bussard auf rund 1500 m und für den Lämmergeier auf etwa 2000 m zu veranschlagen,

Der mit dem Ballon aufsteigende Sperber verschwindet bereits in 850 m und die Saatkrähe in 1000 m Höhe. GÄTKE will einen Sperber noch bis zu 3000 m und eine Saatkrähe bis zu 5000 m Höhe erkennen. Einen Mäusebussard glaubt GÄTKE bis zu einer Höhe von 3600 m mit dem Auge verfolgen zu können, während nach der oben ausgeführten Berechnung diese Grenze in 1500 m Höhe verlegt werden muß. Der Kranich, den GÄTKE noch in 5000—6000 m Höhe zu sehen vermeint, läßt sich bezüglich der Größe wohl mit dem Lämmergeier vergleichen, dessen Sichtbarkeitsgrenze bereits in 2000 m Höhe anzunehmen ist.

Es zeigt sich also zwischen den Augenschätzungen GÄTKE'S und den aeronautischen Höhenmessungen und Berechnungen eine große Differenz.

Die Entfernung, bis zu welcher ein Gegenstand dem menschlichen Auge sichtbar ist, ist freilich keine konstante Größe, sondern hängt von der Sehschärfe des Beobachters ab. Infolgedessen können die von mir für die einzelnen Vogelarten aufgestellten Sichtbarkeitsgrenzen zunächst nur für meine eigene Sehschärfe gelten, die nach den internationalen Punktproben eine fast doppelte ist.

GÄTKE sagt über seine persönliche Sehschärfe leider nichts. Daher können seine Höhenschätzungen auch nur einen illusorischen Wert haben.

Es ist wohl kaum anzunehmen, daß GÄTKE über eine höhere als doppelte Sehschärfe verfügte und imstande gewesen wäre auf Entfernungen von mehreren tausend Metern so kleine Objekte wie Sperber und Saatkrähe noch zu erkennen. Um einen Sperber auf 3000 Meter und eine Saatkrähe auf 3000—5000 m mit unbewaffnetem Auge wahrzunehmen, müßte GÄTKE über eine etwa 5—6fache Sehschärfe verfügt haben. Solche abnorme Sehschärfe kommt wohl aber überhaupt nicht vor!

GÄTKE hat sich offenbar erheblich geirrt und die Entfernungen weit überschätzt.

Die in der Tabelle angegebenen Höhenzahlen für das Erkennen der Flugbilder und für die Sichtbarkeitsgrenzen der einzelnen Vogelarten dürften zugleich als Grundlage für weitere Beobachtungen

dienen. Reduziert man die angegebenen Zahlen auf die persönliche Sehschärfe, so geben die ermittelten Werte einen Anhalt für die Höhenschätzung fliegender Vögel.

Die Sehschärfe des einzelnen Menschen ist jedoch wechselnd. Sie ist von der Beleuchtungsintensität abhängig. Die Sehschärfe nimmt bei schwachem Licht ab, bei steigender Beleuchtung zu, bis Blendung eintritt, wodurch die Sehschärfe wieder geringer wird.

Der ungünstige Einfluß der Blendung auf die Sehschärfe kommt aber beim Beobachten gegen den Himmel besonders zur Geltung und muß daher bei der Höhenschätzung fliegender Vögel berücksichtigt werden.

Dies veranlaßte mich, die Sichtbarkeitsgrenzen der Vögel mit Hilfe des Fesselballons zu bestimmen, um die gleichen optischen Bedingungen wie bei der Beobachtung in der Natur zu erhalten, und nicht die Vögel einfach vor einem hellen Hintergrunde aufzustellen.

Außer der Beleuchtung spielt auch der Sehwinkel für die Sichtbarkeit eines Körpers eine große Rolle. Steht das Objekt schräg, so ist es auf eine geringere Entfernung erkennbar, als wenn es senkrecht steht und seine volle Fläche zeigt. Der fliegende Vogel befindet sich aber fast immer in einer zum Beobachter geneigten Ebene, so daß nicht das ganze, sondern nur ein verkürztes Flugbild sichtbar ist. Auch aus diesem Grunde kommt das Ballonexperiment der Wirklichkeit viel näher, als der Versuch mit einem senkrecht aufgestellten Flugbilde. Unter dem Druck der Luftströmung wird der Fesselballon immer etwas seitwärts abgetrieben. Die Beobachtungsobjekte befinden sich also nicht direkt senkrecht über dem Beschauer. Ferner erhalten die unter dem Ballon hängenden Vögel durch den vertikalen Luftstrom, der beim Aufstieg des Ballons erzeugt wird, eine etwas schräge Lage. Die Bedingungen sind also den Beobachtungen in der Natur außerordentlich angepaßt.

Prüft man dagegen die Sichtbarkeitsgrenze eines vor einem hellen Hintergrunde aufgestellten Flugbildes, das seine volle Fläche zeigt, so stellt man die größte Entfernung fest, in der der Vogel unter den günstigsten Bedingungen — Sichtbarkeit des ganzen Flugbildes und Ausschaltung der Blendung — zu erkennen ist. In der Natur liegen aber die Verhältnisse ganz anders, und infolgedessen kann man aus solchen Versuchen keine Schlüsse auf die Höhe des Vogelfluges ableiten, wie es von anderen Ornithologen geschehen ist. —

Bei astronomischen Beobachtungen sind mitunter Vögel im Fernrohr gesichtet worden, und man hat dann versucht, die Höhe

dieser Vögel zu bestimmen. Der Berechnung werden die wirkliche Größe des Vogels (Spannweite oder Länge) und die im Fernrohr gesehene scheinbare Größe zugrunde gelegt. Man muß also die Vogelart im Fernrohr sicher erkennen. Dies dürfte aber außerordentlich schwierig und in den meisten Fällen wohl unmöglich sein, da man den Vogel doch nur als Schatten im Fernrohr vorbeihuschen sieht und bei dem kleinen Gesichtsfeld eines stark vergrößernden Refraktors die Beobachtungszeit nur sehr kurz ist. Ebenso schwierig ist eine nur einigermaßen richtige Beurteilung der scheinbaren Größe. Die Fehlerquellen sind also sehr groß und die Resultate können vorläufig nicht als beweiskräftiges Material für die Beurteilung der Höhe des Vogelfluges verwandt werden. —

Wie die Verhältnisse augenblicklich liegen, kann die Theorie von der großen Höhe des Vogelzuges nicht mehr haltbar erscheinen. Wohl lassen sich zahlreiche Gründe theoretischer wie praktischer Art gegen diese Anschauung ins Feld führen, dagegen nicht ein einziges Argument zu ihrer Verteidigung, nachdem die Ausführungen GÄTKE'S nicht mehr als zutreffend betrachtet werden können.

Einige bisher wenig beachtete Rassen des Nörzes.

VON PAUL MATSCHIE.

LINNÉ hat in der zweiten Ausgabe der Fauna Suecica vom Jahre 1761 auf Seite 5 zuerst einen Nörz beschrieben, und zwar als *Viverra lutreola* ore albo, plantis palmatis hirsutis, digitis subaequalibus, Corpus fulvo-fuscum, pilis brevioribus flavescentibus, longioribus nigris. Statura Lutrae, sed triplo minor. Aures subrotundatae. Os album. Lingua tecta papillis mollibus. Vertex canescens pilis albis immixtis etc. Habitat in Finlandia aquosis etc.

In der 12. Ausgabe des Systema Naturae vom Jahre 1766 findet sich ein Teil dieser Beschreibung unter *Mustela lutreola*. M. plantis palmatis hirsutis, digitis aequalibus, ore albo. Habitat in Finnlandiae aquosis, vicinitas Piscibus, Ranis.

Das Berliner Zoologische Museum besitzt unter Nr. 2667 durch Herrn VON NORDMANN ein am 5. Oktober 1861 bei Frederikshamn am Finnischen Meerbusen zwischen Helsingfors und Wyborg von Herrn Bezirksrichter SYLVIN erlegtes Männchen, das in BRAUER'S „Die Süßwasserfauna Deutschlands“, Mammalia 1909, 11 erwähnt worden ist.

Es stimmt im allgemeinen mit LINNÉ'S Beschreibung überein, ist aber doch wesentlich verschieden. Es hat fast genau die

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [1912](#)

Autor(en)/Author(s): Lucanus Friedrich von

Artikel/Article: [Über die Höhe des Vogelzuges auf Grund aeronautischer Experimente. 333-345](#)