

## Werk

**Label:** Rezension

**Autor:** Hanstein, R. v.

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1896

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0011](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0011) | LOG\_0917

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

Sauerstoff- und Wasserstoffentwicklung stattfindet, und erzeugen daher den gleichen Effect, wie gewöhnliche Elektroden, an denen die Stromrichtung fortwährend wechselt.

**F. Ahlborn:** Zur Mechanik des Vogelfluges. XIV, 134 S. m. 54 Abb. (Abhandl. a. d. Geb. d. Naturwissenschaften, herausg. v. Naturwiss. Verein in Hamburg, 1896.)

Die Frage nach dem Zustandekommen der Flugbewegungen bei verschiedenen Fischen, zu deren Lösung Verf. vor Jahresfrist einen auch in dieser Zeitschrift auszugsweise besprochenen, werthvollen Beitrag geliefert hat (Rdsch. XI, 83), veranlasste denselben, weiter die Mechanik des Vogelfluges, die in letzter Zeit von den verschiedensten Seiten behandelt wurde, eingehend zu studiren. Zur Erklärung der Wirkungsweise der verschiedenen Flügelformen und ihrer Bewegungen kam es zunächst darauf an, die von Avanzini aufgestellten Gesetze über die Vertheilung des Widerstandes von Flüssigkeiten gegen geneigte Flächen auf ihre Anwendbarkeit beim Luftdruck experimentell zu prüfen. Die vom Verf. an einem zu diesem Zweck construirten Präcisionsapparat angestellten Versuche sind zwar noch nicht völlig abgeschlossen, erlauben jedoch eine vorläufige Orientirung auf dem in Rede stehenden Gebiete, und erhielten s. Z. durch die werthvollen Arbeiten Langleys, mit deren Ergebnissen sie übereinstimmen, eine erwünschte Bestätigung. Aeussere Umstände nöthigten den Verf. zur einseitigen Unterbrechung seiner Versuche und so entschloss sich derselbe, auf Grund der bisher gewonnenen Resultate die Technik des Vogelfluges einer neuen Bearbeitung zu unterziehen.

Avanzini hatte experimentell festgestellt, dass bei einem auf eine rechtwinklige Tafel senkrecht einwirkenden Wasserdruck der Widerstandsmittelpunkt mit dem Schwerpunkt der Fläche zusammenfällt, dass dagegen bei schiefwinkligem Auftreffen des Stromes der Widerstandsmittelpunkt um so mehr gegen den Vorderrand verschoben wird, je kleiner der Einfallswinkel, je geringer die Geschwindigkeit und je kleiner das Verhältniss der in der Stromrichtung liegenden Seite des Rechtecks zu der Länge des Vorderrandes ist. Langley hatte, nachdem bereits frühere Beobachter die Anwendbarkeit dieser Gesetze auf aerodynamische Verhältnisse erwiesen hatten, den Nachweis geführt, dass der Widerstand einer vom Winde getroffenen Fläche sehr wesentlich von der Form derselben abhängt, dass bei gleicher Zunahme der Windstärke der tragende Widerstand um so schneller wächst, je länger der Vorderrand der Fläche ist, und dass auch für den Widerstand der Luft der Angriffspunkt der Resultante gegen den Vorderrand verschoben wird und zwar wieder um so mehr, je kleiner der Einfallswinkel ist.

Verf. geht nun zunächst aus von einem eingehenden Studium des Flügels und seiner Theile. Die Zweitheilung desselben in Fächer und Schwingen, deren erster von dem Unterarmknochen, der zweite

vom Metatarsus gestützt wird, die Flughaut, der Schulterfittich und der sogenannte Lenkfittich, der unsymmetrische Bau der Handschwingen, der Bau des Kiels und der Fahne, die verschiedene Biegsamkeit des Kiels in verticaler und horizontaler Richtung werden der Reihe nach besprochen, und zum Schluss die Ueberlegenheit des aus zahlreichen, einzelnen Theilen zusammengesetzten Flügels der Vögel gegenüber den häutigen Insectenflügeln, im wesentlichen gefunden in der auf diese Weise erzielten sehr vollkommenen Elasticität, in der Möglichkeit, die Federn durch den Mauserungsprocess in bestimmten Zwischenräumen zu erneuern, und endlich in der durch die leichte Verschiebbarkeit der Theile bedingten Fähigkeit, die Form der Federfläche stets in der der jedesmaligen Windstärke und Windrichtung am besten entsprechenden Weise zu ändern. Ein weiterer, wichtiger Umstand ist der, dass der Flügel des Vogels, wenn er abwärts geschlagen wird, stets mehr oder weniger nach vorn abgelenkt wird, wie dies schon ein abgeschnittener Hühnerflügel oder eine einzelne, kräftig abwärts geschlagene Schwungfeder erkennen lässt. Endlich erörtert Verf. die — in neuerer Zeit namentlich von Lilienthal untersuchte — Bedeutung gewölbter Flugflächen für die Verstärkung des tragenden Luftwiderstandes. Der geneigte, vordere Rand des Flügels hat im wesentlichen die Bedeutung einer Schranke, welche den Luftabfluss nach dieser Richtung hemmt, so dass der Vorderrand des Flügels nur einen einseitigen, vorwärts treibenden Druck erfährt. Auch der sogenannte Lenkfittich, der mit dem Lenken in Wirklichkeit nichts zu thun hat, wirkt im wesentlichen als Schranke für den Luftabfluss, Verf. schlägt daher für denselben die Bezeichnung „Schränkfittich“ vor.

Nachdem auf diese Weise die für die Wirkungsweise der Flügel wesentlichen Gesichtspunkte klargelegt sind, wendet sich Verf. zu einer vergleichenden Beobachtung der Flügelformen, welche er in vier Gruppen eintheilt. Lange, schmale, wenig gewölbte Flügel charakterisiren die echten Segler (Albatros, Sturmvogel, Möven). Vermöge ihrer Gestalt können sie nur in kleinen Neigungswinkeln dem Winde entgegengestellt werden, es bedürfen daher diese Vögel von Anfang an starken Gegenwindes, um fliegen zu können; die langgestreckte Gestalt der Flügel erscheint als Correlat ihrer geringen Wölbung, da bei kleinen Neigungswinkeln der Widerstand mit der relativen Länge des Vorderrandes wächst (s. o.). Den entgegengesetzten Typus stellt z. B. ein Hühnerflügel dar. Die kurzen, breiten Flügel besitzen in dem stark gewölbten Vorderrande der Schwinge sowie in dem stark entwickelten „Schränkfittich“ eine sehr wirksame Schranke für den Luftabfluss. Unterstützt wird dieselbe noch dadurch, dass die Vorderbärte der vorderen, gegen ihr Ende zu verschmälerten Schwungfedern sich bei jedem kräftigen Niederschlage automatisch abwärts richten, so dass die Feder eine nach unten gerichtete Wölbung erhält. Einen wieder anderen, wenn auch durch

Uebergangsformen mit dem letzterwähnten verbundenen Typus stellt der Flügel der Raubvögel dar. Während bei den Hühnervögeln die vordersten Schwungfedern erst bei starken Flügelschlägen fingerartig aus einander treten, so dass sie dem Luftwiderstande als einzelne, schmale Flächen gegenüber treten, ist dies z. B. beim entfalteten Bussardflügel schon während der Ruhe der Fall. Es können daher diese vereinzelt Federn starken Winden mit sehr kleinen Neigungswinkeln gegenübergestellt und gleich dem Albatrosflügel zum Segeln bei stärkerem Winde benutzt werden, während der übrige Theil des breiten gewölbten Flügels sich zum Ruderfluge tauglich erweist. — Im Gegensatze zu den beiden letztbesprochenen Flügeltypen zeigen die Taubenflügel stets eine geschlossene Flugfläche. Es ist gleichsam „ein verkürzter Albatrosflügel, der mit der Verkürzung zwar die Fähigkeit zur Ausführung hubkräftiger Flügelschläge erworben hat, dessen Vorderrand aber nicht lang genug geblieben ist, um in starker Gegenströmung die zum Segeln nöthigen, hinreichend kleinen Neigungswinkel mit ausdauerndem Erfolge anwenden zu können“. Diese Flügeltypen werden nun durch zahlreiche Uebergangsformen in mannigfacher Weise mit einander verbunden.

Verfasser bespricht dann die Vorrichtungen, welche dahin wirken, beim Rückschlage des Flügels der Luft eine möglichst kleine Widerstandsfläche darzubieten, erörtert ferner die Mittel, durch welche der Vogel die — ihm niemals förderlichen, sondern stets hinderlichen — Unregelmässigkeiten der Luftbewegung zu überwinden vermag, bespricht an der Hand einiger Reproduktionen Mareyscher chronographischer Aufnahmen die verticalen und horizontalen Schwankungen der Flugbahn, discutirt die Bedeutung der von den Vögeln behufs Erhaltung des Gleichgewichts ausgeführten Bewegungen und wendet sich schliesslich zu der Frage nach dem Antheil, welcher den Flugflächen des Rumpfes und des Schwanzes beim Tragen des Körpergewichtes zukommt. Indem Verf. darauf hinweist, dass die Flächen des Rumpfes schon durch ihre Form wenig zur Entlastung der Flügel geeignet erscheinen, hält er den Schwanz, wo er gut entwickelt ist, namentlich wo er eine dachförmige Gestalt besitzt, für wohl geeignet, einen Theil des Körpergewichtes zu tragen.

Der zweite Theil der Arbeit beschäftigt sich mit der Erklärung des Schweb- und Segelfluges. Namentlich die letztgenannte Flugform hat in neuerer Zeit zu sehr verschiedenen Erklärungsversuchen Anlass gegeben, welche Verf. alle für nicht zutreffend hält, da dieselben theils von unrichtigen Vorstellungen über die Luftströmungen bezw. über die Steuerfähigkeit der Vögel ausgehen, theils einige wesentliche Merkmale des echten Segelfluges, so z. B. die stets kreisförmige oder elliptische Bahn des mittels desselben zurückgelegten Weges nicht hinlänglich beachten.

Echter Segelflug wird stets nur bei activem Gegenwind ausgeführt, und ausnahmslos auf kreis-

förmiger, elliptischer, schlingenförmiger, spiraliger oder sonst irgend wie gekrümmter Bahn. Die Arbeit, die der Vogel beim Segelfluge leistet, ist minimal; er ändert fortwährend die Flugrichtung durch geeignete Einstellung seiner Flugflächen. Die Flügel stehen dabei im allgemeinen mehr oder weniger geneigt. Je grösser die seitliche Neigung der Flugflächen ist, desto grösser sind in der der Windrichtung zugewandten Hälfte der Kreisbahn, im „Luvbogen“, die Winkel, unter denen der Flugwind auf die Flugflächen trifft, und um so grösser auch die auf die Flügel wirkende Normalcomponente des Winddruckes. An der Hand eines Diagramms zeigt Verf., dass, je mehr der Vogel sich dem „Luvpunkt“, d. h. dem am weitesten gegen den herrschenden Winddruck vorgeschobenen Punkte nähert, die Richtung des „Flugwindes“, d. h. der aus der Windstärke und der Geschwindigkeit des Vogels sich ergebenden Resultante, um so stärker seitlich von der Flugrichtung abweicht, der Stosswinkel des Flugwindes, und somit die motorische Kraft desselben also bis zu diesem Punkte beständig zunimmt. Die Masse des Vogels übt einen aus der Schwerkraft und der Centrifugalkraft resultirenden Druck auf das umgebende Medium aus. Durch seitliche Neigung des Vogels wird dieser Druck mittels der Flügel auf die Luft übertragen, deren Widerstand die Wirkung der Schwere und des Centrifugaldruckes neutralisirt. Durch diesen Druck werden die Flügel in eine pronirte Lage gespannt, so dass nun der Luftdruck eine vortreibende Wirkung hervorruft. Der Flugwind also, der diesem Druck das Gleichgewicht hält, leistet auch noch eine vortreibende Arbeit, weil schon durch eine geringere Spannung am Flügel solche pronirte Widerstandsflächen geschaffen werden, durch welche die an ihnen angreifende Kraft eine vortreibende Componente liefert. Diese active Triebkraft des Segelfluges, die der Segler so dem grossen Vorrath der lebendigen Kraft des Windes entnimmt, beseitigt die Hemmungswiderstände und ertheilt dem segelnden Vogel im Luvbogen die sichtbare Beschleunigung und lebendige Kraft, welche ihn die Schwierigkeiten des Lee bogens überwinden hilft und ihm die Fortsetzung des Fluges ohne Flügelschlag ermöglicht. Nur solche Flugbahnen aber, die convex gegen die herrschende Windrichtung gekrümmt sind, ermöglichen es dem Vogel, die horizontal wirkende, lebendige Kraft des herrschenden Windes locomotorisch nutzbar zu machen.

Jede Zu- oder Abnahme der Stärke des herrschenden Windes bewirkt, wie Verf. des weiteren ausführt, eine entsprechende Zu- oder Abnahme der seitlichen Neigung des Seglers, und bewirkt damit gleichzeitig, dass der Radius der kreisförmigen Flugbahnen kleiner und die Fluggeschwindigkeit grösser wird. Da ferner die Centrifugalkraft direct von der Masse des segelnden Vogels abhängt, so bedarf es bei grossen Vögeln behufs Bewahrung des Gleichgewichts beim Anwachsen der Windstärke einer geringeren Einengung der Kreise, einer geringeren Ge-