

<b>Zeitschrift:</b>	Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
<b>Band:</b>	34 (1849)
<b>Artikel:</b>	Beiträge zur Theorie des Vogelflugs
<b>Autor:</b>	Kummer, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-89808">https://doi.org/10.5169/seals-89808</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

B e i l a g e 9.

---

## Beiträge

zur

Theorie des Vogelflugs.

von

**H. Kummer.**

Schon oft wurde die Frage aufgeworfen, ob der Mensch durch künstliche Flügel im Stande wäre, sich in die Luft zu erheben, um nach Art der Vögel zu fliegen, und es fehlt eben nicht an Vorschlägen, wie dies auszuführen wäre; ja man ist noch weiter gegangen und hat sich bereits mit der Erbauung von Flugmaschinen beschäftigt, welche sich aber bekanntlich als ganz unzureichend erwiesen. Ehe man sich jedoch an diese schwere Aufgabe wagt, sollte man jedenfalls mit der Theorie des Fliegens im Reinen sein und die Fingerzeige, welche die Natur in dieser Beziehung gab, sorgfältig erforschen, um all' den Missgriffen zu entgehen, welche den bisherigen Erbauern von Flugmaschinen mit Recht zugeschrieben werden. In Folgendem will ich versuchen, ein Bild von dem zu geben, was ich über den Flug selbst beobachtet, geprüft und ausgeführt habe, ohne beanspruchen zu wollen, dass Alles durchgängig neu und bisher völlig unbekannt war, und beginne mit der Erklärung des horizontalen Fluges, da ohnedem die übrigen Richtungen aus erstem erklärlich werden.

Alle in der Natur vorkommenden Flügel (auch die Flossen der Fische) haben das Eigenthümliche, dass sich ihre Ebenen beim Auf- und Niederschlage abwechselnd gegen den Horizont

neigen und erheben und zwar geschieht dieser beständige Wechsel ganz ohne Zuthun des Thieres. Der Verständlichkeit wegen werde ich einstweilen die einfachen Flügel des Schmetterlings zu meiner Betrachtung wählen. Jeder Flügel ist an der Vorderseite durch Stäbchen oder Sprossen hinlänglich gesteift, während der Flügel am hintern Rande bei Weitem leichter nachgibt und damit eine elastische Fahne bildet. Die Folge hievon wird nun sein, dass bei einem Flügelniederschlage der Vorderrand des Flügels wegen seiner grössern Steifigkeit zuerst unten ankommen muss, während der biegsame Hinterrand dem Widerstande der Luft nachgibt und somit eine nach vorn geneigte Ebene bildet. Untersucht man die Eigenschaften dieser von oben nach unten bewegten schiefen Ebene, so ergibt sich daraus die Nothwendigkeit des Vorschreibens oder der Vorwärtsbewegung. Geschieht ferner der Flügelschlag nach oben, so werden die vordern Flügeltheile früher oben anlangen, als die hintern und zwar aus dem ähnlichen Grunde wie beim Niederschlage, nämlich der Hinterrand bietet der obern Luft beim Aufschlage nicht den Widerstand, wie der Vorderrand. Es wird aber dadurch eine von hinten nach vorn schief erhobene Flügelebene gebildet, welche ebenfalls die Vortheile einer Vorwärtsbewegung gewährt, wie die frühere.

Um die Sache noch mehr zu versinnlichen, so denke man sich einen horizontalen Keil, dessen schiefe Flächen oben wie unten zwischen Frictionsrollen so getragen werden, dass diese Rollen, gegenseitig sich nähernd, diesen Keil zum Ausweichen zwingen, etwa wie ein Kirschkern zwischen den Fingern durch Zusammenkneipen der letztern vorwärts geschnellt werden kann. Die obere schiefe Kante dieses Keils veranschaulicht die nach vorn erhobene Ebene des Flügels beim Aufschlage, in welchem Falle die Oberluft auf den schiefen Flügel ebenso vorwärts treibend wirkt, wie die Frictionsrollen auf den Keil. Dreht man die Vorrichtung um, so dass die obere schiefe Kante des Keils nun nach unten kommt, so wird der Keil nach Anwendung des Drucks der Frictions - Rollen von unten nach oben ebenfalls

nach vorn ganz wie vorher ausweichen, und hiermit ist der Flügelniederschlag auf die untere schiefe Luftsicht repräsentirt. Die Höhe des horizontalen Keils ist demnach der Raum, welchen der Flügel bei seinem Auf- und Niederchlage senkrecht durchläuft, während die Länge des Keils den Weg andeutet, den der Flügel und somit das Thier beim Auf- oder Niederschlage durchflog. Nimmt man z. B. an, dass die Höhe des Keils sich zur Keillänge wie 1 zu 10 verhalte, so wird auch bei jedem Flügelschlage das Thier um die zehnmalige Grösse dieses Flügelschlages fortgetragen und es ist daher leicht erklärlich, warum das Thier bei seinen verhältnissmässig wenigen Flügelschlägen so weit vorwärts geschnellt wird. Je geringer nun diese Flügelebenen sich gegen den Horizont erheben oder neigen, um so grösser wird offenbar auch der Raum sein, welcher während eines Flügelschlages horizontal durchflogen wird.

Hier könnte man in Versuchung kommen zu glauben, dass ein äusserst spitzer Winkel am vortheilhaftesten sei; aber schon im vorliegenden Falle, wo sich die Keilhöhe zur Keillänge verhält wie 1 zu 10, dürfte es nicht leicht sein, den Keil mittelst vertikalem Drucke zur Vorwärtsbewegung zu bringen, indem die erzielte Horizontalkraft zehnmal schwächer sein wird, als der senkrechte Druck auf die schiefen Kanten des Keils; (hierbei ist natürlich die Friction, die bei dem ziemlich spitzen Keil schon beträchtlich sein wird, ganz bei Seite gesetzt.) In der höchst flüssigen Luft wird der Winkel der schiefen Flügelebenen allerdings noch kleiner sein können, als der eben erwähnte, daher es auch erklärlich ist, warum dieser Wechsel der Flügel ebenen im Fluge selbst bei grössern Vögeln dem Beobachter meist entgeht. Die Flügelgeschwindigkeit, wie gesagt, würde bei stets kleinern Winkeln eine immer beschleunigende sein, wenn nicht beim Fluge wie beim senkrechten Falle der Körper die Luft selbst, welche das Thier durchschneiden muss, ein Hinderniss wäre, welches zuletzt den Flug nöthigt, eine sich gleich bleibende Schnelligkeit anzunehmen.

Was bisher von der Structur des Schmetterlingflügels gesagt

wurde, gilt auch für die Flügel des Vogels. Der Flügel des letztern besteht zwar nicht aus einer so ununterbrochenen Fläche wie beim Schmetterlinge, aber die einzelnen Federn am Flügel (namentlich die längsten) bieten durch ihre breiten Fahnen an den hintern Kanten beim Auf- und Niederschlage des Flügels dieselben Eigenschaften zum Vorwärtsschieben, wie der ungetrennte Schmetterlingsflügel, so dass man sich den Vogelflügel als eine Zusammensetzung aus lauter kleinern Flügeln zu denken hat. Die vordere Fahne jeder Flügelfeder ist im Vergleich zu der hintern Fahne sehr klein, schmal und wenig biegsam; sie dient nur zur bessern Anlage der Nachbarsfeder und ihrer breiten Fahne beim Flügelniederschlage; die Federn liegen nämlich im ausgespannten Zustande des Flügels dergestalt neben einander, dass sich die grosse Fahne der vordern Feder stets unter der kleinen Fahne der hintern Nachbarsfeder befindet. Betrachtet man den Querschnitt des Flügels und seiner längern Federn und deren Fahnen, so wird dieser Querschnitt beim Flügelniederschlage die Gestalt von *z*-förmigen ineinandergreifenden Dachziegeln haben, also eine ununterbrochene Ebene darstellen, den Vogel sonach heben und nur vermöge der ungeschützten Spitzen der äussersten längsten Federn wird ein Vorwärtsschieben durch deren schiefe Flächen veranlasst. Beim Flügelaufschlag werden sich hingegen die Federfahnen von einander trennen, ähnlich den geöffneten Streifen der Jalousieläden, und die nun verhältnissmässig grossen schiefen Flächen werden das Vorwärtsschieben des Vogels weit mehr begünstigen, als dies beim Niederschlage möglich war, wozu noch die kürzern, dem Körper nähersitzenden Flügelfedern bei ihrer parallelen Lage mit der Flugrichtung das Ihrige beitragen, indem diese kurzen Federn in Folge ihrer fast gleichbreiten Fahnen der Länge nach sich ebenso auf und nieder biegen, wie ein zusammenhängender Schmetterlingsflügel.

Aus allem ist ersichtlich, dass der Vogelflug nicht mit dem Rudern im Schiffe verglichen werden darf, denn der Vogel bewegt die Flügel nicht ruderartig von vorn nach hinten, um sich vorwärts zu schwingen, sondern hier wirkt einzig und allein

der senkrechte Auf- und Niederschlag vorwärtsschiebend, während das Ruder horizontal nach hinten bewegt werden muss und ohne Wirkung für das Fahrzeug zurückgeführt wird. Da der Vogel durch seine Flügel, welche auf die Luft drücken, getragen wird, so würde derselbe ohnehin, wenn er die Flügel ruderartig nach hinten bewegen wollte, vorn der Unterstützung entbehren und kopfüber herabstürzen.

Der gerade Flug oder das Vorwärtsfliegen in horizontaler Richtung ist nun wohl hinlänglich erklärlich und es sollen daher nur noch einige Bemerkungen über die Direction des Fluges folgen. Man glaubt meistentheils, dass die willkürliche Richtung beim Fluge in dem Schwanz des Vogels zu suchen sei, aber dies ist nur bis zu einem gewissen Grade richtig, indem die Flügel nöthigenfalls allein schon hinreichen, die Richtung zu bestimmen. Der rechte wie der linke Flügel hat, wie ich bereits bewies, die Eigenschaft, den Vogel vorwärts zu ziehen; wird diese Vorwärtsbewegung im rechten Flügel beschleunigt, so muss sich der Vogel nach links wenden, diese Beschleunigung des rechten Flügels kann entweder dadurch erreicht werden, dass derselbe grössere Flügelschläge macht, oder dass der linke Flügel verkürzt oder mehr am Körper angelegt und damit dessen Wirkung vermindert wird. Beide Umstände zugleich müssen die doppelte Wirkung thun, und durch die ungleiche Flügellänge wird sich der Körper nach der linken Seite herab neigen, wodurch dem Vogel die Wendung noch bedeutend erleichtert wird. Bei der Flugrichtung nach unten oder oben mag der Schwanz in Gemeinschaft mit dem Kopfe und dem verlängerten oder verkürzten Halse, (wodurch der Schwerpunkt des Vogels bald mehr nach vorn oder hinten verlegt wird und daher ein Sinken oder Steigen bewirkt) einigen Nutzen haben, aber das Meiste thun auch hier die Flügel, denn diese gestalten ausser ihrer senkrechten Bewegbarkeit beim Flügelschlag auch noch eine horizontale, so dass die Flügelspitzen entweder dem Kopfe oder Schwanz genähert werden können. Geschieht die Flügelhaltung nach dem Kopfe zu, so muss nothwendig ein Steigen des Vogels statt finden, indem der Schwerpunkt des

letztern durch die mehr nach vorn gehaltenen Flügel nicht mehr getragen werden kann und so ohne Unterstützung hinten herabsinkt. Durch die entgegengesetzte Haltung der Flügel nach hinten wird auch eine entgegengesetzte Wirkung hervorgebracht, nämlich ein Herabsinken des Vorderkörpers. Der Schwanz dient ausserdem durch seine horizontale Lage, die Schwankungen nach vorn oder hinten zu mindern, wenn der Vogel beim Auffluge die heftigsten Flügelschläge macht, ohne noch den zum gleichförmigen Fluge nöthigen Grad der Schnelligkeit erlangt zu haben; im fortgesetzten Fluge legt der Vogel den fächerförmigen Schwanz zusammen und nur, wenn er sich seinem Ziele nähert, breitet er die Schwanzfedern wieder aus und bringt ausserdem seinen Körper mittelst der Flügel und dem nach rückwärts gebogenen Halse und Kopfe in eine mehr senkrechte Lage, wo nun durch die Flügel und Schwanzfedern bei dieser Haltung das schnelle Vordringen und Durchschneiden der Luft gehemmt und der Stoss beim Niedersetzen des Vogels gegen die Füsse gemindert wird. Uebrigens sieht man ziemlich oft, dass Vögel, namentlich Täuben, die durch irgend einen Zufall die Schwanzfedern einbüsst, sich noch ganz geschickt im Fluge wenden, und es ist kaum zu bemerken, dass ihnen der Mangel der Schwanzfedern sehr lästig wäre. Nur beim Schweben der grössten Vögel kann man leicht beobachten, dass die nun ausgebreitete Schwanzfläche oft eine veränderliche ist und nach Art der Windmühlenflügel eine Drehung des Vogels nach rechts oder links zur Folge hat.

Was das anhaltende Schweben ohne merklichen Flügelschlag betrifft, welches nur grössten Vögeln möglich ist, so wirkt hier der vorhergegangene active Flug mit dem Winde und ein nachheriges Drehen gegen denselben, wodurch das Thier, nach Art des Drachen an der Schnur, steigt; ohne Wind und vorherige Flügelschläge ist kein Schweben möglich. Die Luftsäcke, welche diese Vögel enthalten und die man oft als ärostatiche Hebemittel anführen hört, dienen sicherlich mehr zur Respiration und keineswegs, um damit einzig und allein das Schweben zu ermöglichen.

Wie weit ein geschickt geworfener flacher Teller, ein Stein von der Luft getragen werden kann, ist allbekannt; aber nur bei einer gewissen Geschwindigkeit tritt dieses Tragen der Luft ein. Ebenso bedarf der Vogel zum leichten Fluge eine gewisse Geschwindigkeit, welche anfangs nicht nur durch höchst kräftige Flügelschläge erzielt wird, sondern durch einen Sprung in den Flug; schlechte Flieger, wie die Hausgänse, die Trappen, bedürfen sogar eines anfänglichen Laufs, verbunden mit starken Flügelschlägen, um sich in den zum Fluge nöthigen Schuss zu bringen.

Um das Obengesagte so viel als möglich auch zur direkten Anschauung zu bringen, habe ich ein kleines Schiff von anderthalb Fuss Länge gemacht, in welchem eine Uhrfeder, die in einer gezahnten beweglichen Trommel eingeschlossen ist, auf ein kleines gezahntes Rad wirkt. Am äussern Boden des Schiffchens sind zwei Flügel rechts und links angebracht, welche indess nur eine senkrechte Auf- und Niederbewegung gestatten; durch zwei kleine Kurbeln am Wellbaume des kleinen Zahnrads werden die Flügel mittelst zweier Zugstängelchen so auf und nieder gestossen, dass die Flügel, welche zusammen nur 8 Quadratzoll Fläche haben, beständig ihre Flügelschläge unter dem Wasser thun. Jeder Flügel besteht aus einem Fischbeinstäbchen, welches durch eine gespannte Sehne von seidenen Faden in einer horizontalen Krümmung gehalten wird. Der Raum zwischen dem Fischbeinbogen und der Sehne ist mit ausgespanntem Tafft versehen und bildet eine künstliche Feder, welche allen den erwähnten nothwendigen Bedingnissen zum Vorwärtsschieben entspricht. Das Triebwerk vermag etwa 50 Flügelschläge zu erzeugen und dabei wird das Schiffchen mit solcher beschleunigter Geschwindigkeit trotz der bloss senkrechten Flügelschläge 60 bis 80 Fuss fortbewegt, dass zuweilen auf sonst ganz ruhigem Wasser die Wellen vorn über das Schiffchen herein schlagen. Der Mechanismus ist ausserdem noch so getroffen, dass bald der rechte, bald der linke Flügel grössere Flügelschläge macht und man sieht hiemit, wie entschieden diess auf die Drehung des Schiffes nach links oder rechts wirkt.

Nicht zufrieden, den Versuch im Wasser angestellt zu haben, erbaute ich auch einen Automaten, um in der Luft nach Art der Vögel zu fliegen; er gleicht einem Schmetterling, ist von einer Flügelspitze zur andern  $1\frac{3}{4}$  Fuss breit und  $1\frac{1}{4}$  Fuss lang. Die Gesammtfläche beträgt 72 Quadratzoll und das Gewicht  $8\frac{3}{4}$  Loth (Alles in schweiz. Mass und Gewicht). In der Mitte, gleichsam den Körper bildend, befindet sich eine sehr starke Taschenuhrfeder in einer unbeweglichen Trommel. Der Wellbaum, auf welchen die Feder vor dem Fliegen aufgewunden wird, endigt sich ausserhalb der Trommel in zwei kleine Kurbeln mit Frictionsrollen, welche zwischen zwei Coulissen die Flügel zum Auf- und Niederschlagen zwingen. Da die Feder nur 7 Umdrehungen gestattet, so geschehen auch nur 7 Flügelschläge. Jeder Flügel enthält 5 Federn von Fischbein und Tafft ganz in der Art, wie bei dem erwähnten Schiffe. Die Schwanzfläche besteht aus einem ausgespannten Stück Tafft und kann vor dem Fluge etwas auf- oder niedergestellt werden, damit ein Steigen oder Sinken beim Fluge eintrete. Um den Flug einzuleiten, ist vorher noch der anfängliche Sprung, den ich beim Vogelflug erwähnte, nicht zu umgehen; ich bediene mich dazu einer gespannten cylindrischen Spiralfeder in einem Rohre, das ich in der Hand halte; das Ende der Spirale bildet einen Zapfen, auf welchen ich den Automat leicht anstecke; beim Abdrücken ohne Flügelschläge wirft diess den Apparat um einige Schritte vorwärts auf den Boden. Noch muss einer kleinen Vorrichtung gedacht werden, welche in einer kaum 3 Quadratzoll haltenden Fläche von gespanntem Tafft besteht, die sich anfangs senkrecht auf der Richtung des Fluges befindet, aber während des Stosses der Spiralfeder sich durch den Luftwiderstand nach hinten niederlegt und hiemit die Uhrfeder frei macht, so dass nun die Flügelschläge beginnen. Da während dem Fluge des Automats kein Steuermann vorhanden ist, um jeden Vortheil, den Wind und Schwerpunkt bieten, zu benutzen, so gelingt nicht jeder Flug gleich gut und trägt nicht gleich weit, aber dennoch ist es überraschend, zu sehen, dass, trotz des schwachen anfänglichen Stosses durch die Spirale und

bei nur 7 Flügelschlägen, der Apparat nicht selten 20 bis 30 Fuss horizontal fliegt und dann erst in schiefer Richtung herab schwebt.

Diese Resultate, so mangelhaft sie auch zu nennen sind, zeigen indess genügend, dass die mitgetheilten Beobachtungen und Erfahrungen über das Fliegen den richtigen Weg bezeichnen, den die Natur hierin vorschreibt und auf welchem man allein nur hoffen darf, zum Ziele zu gelangen, wenn man einmal im Ernst an die Verwirklichung des Menschenflugs denken wird. \*)

---

\*) Der Verfasser hatte am 2. August d. J. in Frauenfeld die Ehre, sowohl seine Ansichten über den Vogelflug der verehrten naturforschenden Gesellschaft vorzutragen, als auch die eben beschriebenen Automaten in ihrer Wirkung zu zeigen.

---