

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	77/78 (1921)
<b>Heft:</b>	11
<b>Artikel:</b>	Der Segelflug der Vögel und die Möglichkeit der künstlichen Nachahmung
<b>Autor:</b>	[s.n.]
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-37235">https://doi.org/10.5169/seals-37235</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:** 23.02.2026

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

Es sei bei dieser Gelegenheit auf einen bei der Beurteilung schweizerischer Soldaten-Denkmäler wesentlichen Umstand hingewiesen. Unsere zu ehrenden Wehrmänner sind wohl im Dienst des Vaterlandes gestorben, nicht aber „im Kampf gefallen“. Deshalb ist die hier gewählte discrete Ausdruckform gewiss viel sinngemässer, als eine heroische Kriegerfigur, die allzu leicht an einen „sterbenden Gallier“ erinnert und damit unwahr, als theatralische Pose empfunden wird. Darum wurde hier auf jedes falsche Pathos in der Form und dem Schmuck verzichtet.

Ausgeführt wird das Denkmal in Solothurnerstein, ebenso der Plattenbelag, der ohne Einfriedigung in die umgebende Rasenfläche eingebettet wird; die Schriften werden eingehauen, Helm und Zier in Bronze gegossen und aufgesetzt. Die Kosten betragen ungefähr 15000 Fr.

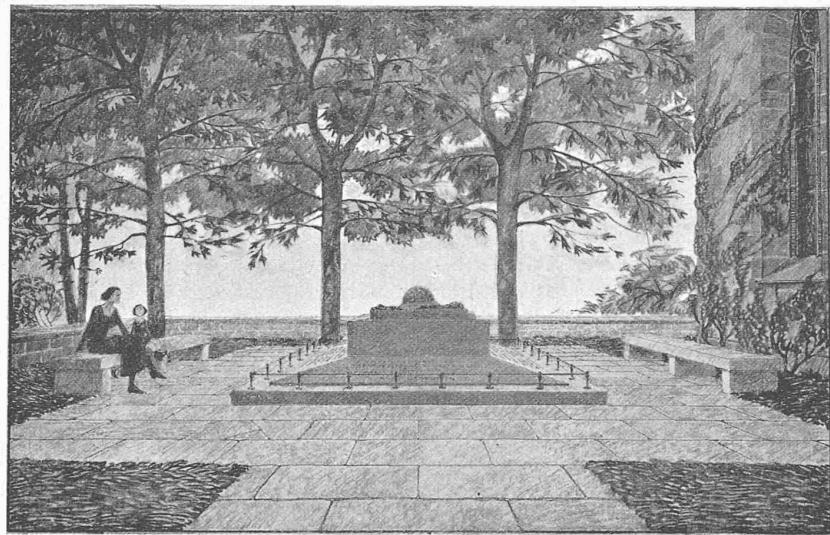


Abb. 4. Wettbewerb für ein Soldaten-Denkmal 1914—1919 in Langnau.  
Erstprämiert Entwurf von Arch. K. InderMühle, Münsterbaumeister in Bern.

### Der Segelflug der Vögel und die Möglichkeit einer künstlichen Nachahmung.

In der „Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft“, wie sich seit kurzer Zeit der ehemalige „Verein deutscher Maschinen-Ingenieure“ nennt, sprach über diesen Gegenstand Baumeister Gustav Lilienthal, der Bruder und Mitarbeiter des bekannten Flugpioniers Otto Lilienthal, der 1896 bei den ersten erfolgreichen Segelflugversuchen verunglückte. Ueber den Inhalt des Vortrags wird uns seitens der Gesellschaft folgendes berichtet:

Der Vortragende hat sich seither unentwegt weiter bemüht, den Vogelflug in seinen Einzelheiten zu studieren. Das heutige Flugzeug, wie es von den Gebr. Wright herausgebildet wurde, erreicht Flugfähigkeit nach dem Prinzip des Käferflugs mit starren Tragflügeln, vorgetrieben durch die luftschraubenähnliche Bewegung der Hinterflügel.

Die höchste Vollendung erreicht das Flugvermögen im Segelflug der Vögel, wobei die Flügel selbst bewegungslos gehalten werden und nur zuweilen, je nach der Windänderung, kleine Lagerveränderungen vornehmen. Der Flug ist dabei horizontal oder aufwärts gerichtet, entweder in geraden Bahnen oder in Kurven. Die Richtung des Windes ist dabei gleichgültig, doch muss die Stärke genügend sein. Verliert so ein segelnder Vogel zufällig eine Feder, so kann man bemerken, dass diese in beliebiger Richtung vom Wind abgetrieben

wird, während der selbst bewegungslose Vogel ungehindert seine bisherige Bahn verfolgt.

Von verschiedenen Seiten ist dieses Phänomen zu erklären versucht worden: so durch die Zittertheorie, wonach der Vogel kleine, sehr schnelle Bewegungen ausführen soll; durch die Turbulenztheorie, die aus der stossweisen Änderung der Windgeschwindigkeit eine Kraftquelle nachweisen will; ferner durch die Kreistheorie, nach der der Flug in Kurvenbahnen motorische Kraft dem Vogel geben soll. Keine dieser Theorien stützt sich auf Messergebnisse und Experimente, und keine derselben versucht den geheimnisvollen Vorwärtzug selbst gegen die Windrichtung auch nur zu erklären, es sei denn, dass nach Erreichung einer gewissen Höhe durch einen schräg abwärts gerichteten Gleitflug Vortrieb erzeugt wird.<sup>1)</sup> Hierdurch wird aber gegen die Tatsache verstossen, dass die Segler gleichmäßig aufsteigend oder in gleicher Höhe schwebend, von der

Windrichtung unabhängig bleibend, ihren schönen Flug ausüben.

Nicht erklärend, aber eingehend beschreibend sind die Veröffentlichungen des englischen Arztes Dr. Hankin über den Flug der grossen Raub- und Sumpfvögel Indiens. Hankins Notizen führen mit einer einzigen Ausnahme an, dass Wind von verschiedener Stärke herrschte; nur einmal berichtet er vom Fluge einer

Rabenart, die über einem windstillen Tal bei starker Sonnenwärme kreiste. Er unterscheidet daher eine Wind-Segelfähigkeit und eine Sonnen-Segelfähigkeit. Da auch bei dem letzten Beispiel nicht erwiesen ist, dass in einiger Höhe kein Wind wehte, genügt nach Lilienthal Wärmeauftrieb allein nicht, um das Gewicht des Vogels zu heben, die Luft müsste dann mindestens mit 10 m in der Sekunde aufwärts strömen; dies wäre für Bäume und Gebäude geradezu katastrophal. Wohl kann ein gewisser Wärmeauftrieb dem Vogel das Segeln bei schwachen Winden gestatten, aber er ist nicht unumgänglich nötig. Der Vogel segelt bei jeder Wetterlage, bei Tag oder bei Nacht, über Wälder, Felder und Wasserflächen, bei Sonnenschein, bei Regen, in den Tropen und im hohen Norden. Die Arbeiten Gustav Lilienthals haben den Faden wieder aufgenommen, wo er beim Tode seines Bruders abgerissen war, denn letzterer hebt in seinem Buch „Der Vogelflug“ hervor, dass die Eigenschaften der gewölbten

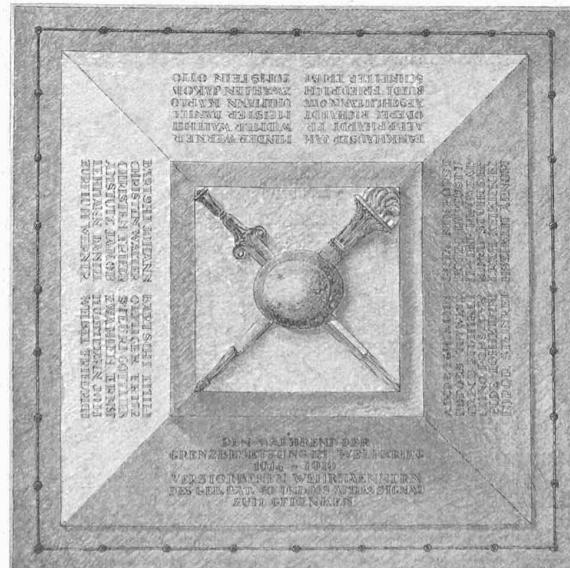
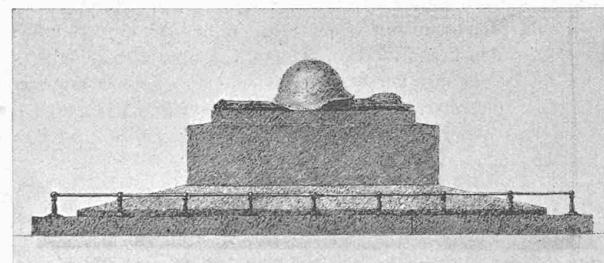


Abb. 5 und 6. Grundriss und Aufriss. — Maßstab 1:50.

<sup>1)</sup> Demgegenüber verweisen wir auf die bezüglichen langjährigen und eingehenden Versuche Carl Seigers in Kilchberg-Zürich, der auch über seine aufschlussreichen Ergebnisse wiederholt berichtet hat (vergl. z. B. Bd. LI, S. 227, Mai 1908). Red.

Fläche noch nicht ausreichten, der Druckrichtung des Luftwiderstandes eine solche Richtung zu geben, dass eine vortreibende Komponente entsteht.

Ausser der Entdeckung der tragenden Eigenschaften der gewölbten Flächen ist im „Vogelflug“ auch die Entdeckung der Eigenschaft des Windes, schwebende Körper nach oben zu treiben, veröffentlicht. Es wurde ein Auftrieb von 3 bis 4° nachgewiesen durch besondere Experimente. Fünfzehn Jahre später bestätigte dies Prof. Angot in Paris in der Höhe des Eiffelturmes, ohne die Ursache der Erscheinung zu erklären. Lilienthal vermutete in dieser Erscheinung einen Zusammenhang mit dem Segelproblem. Er stellte fest, dass in schnellfließendem Wasser etwas ähnliches eintritt. Es werden nicht zu schwere Gegenstände vom Grunde angehoben und weitergeführt, und schwimmende Körper treiben der Mitte, dem Zentrum der grössten Geschwindigkeit zu. Durch systematische Versuche wurde festgestellt, dass breite Gegenstände schneller der Mitte zutreiben als dünne, ein Brettstück schneller als ein Stab. Auf die Luft übertragen, müssten daher dicke Versuchsoobjekte einen grösseren Auftrieb erhalten als dünne. Die Versuche bestätigten dies ganz auffällig. Während eine 2 cm starke Fläche  $2,0 \times 0,80$  m gross einen Auftrieb von  $3\frac{1}{2}$ ° erfuhr, wurde eine gewölbte Fläche von gleicher Abmessung 6° 50' angehoben. Dieser erhöhte Auftrieb ist aber nur der Wölbung zuzuschreiben. Dagegen erfuhr eine Fläche gleicher Wölbung über 8 cm stark einen Auftrieb von 16°. Alle drei Flächen waren gleichzeitig und nebeneinander gelagert dem Winde ausgesetzt. Die Richtung der Flächen wurde durch ein Dauerdiagramm festgestellt. Durch Vergleiche der Flügel von Seglern und Nichtseglern fand Lilienthal, dass die Segler nicht nur viel dickere Flügel haben als die Nichtsegler, Ober- und Unterarm sind auch ganz beträchtlich länger im Verhältnis zur ganzen Flügellänge, als bei den Nichtseglern.

Durch diese Untersuchung war aber eine abschliessende Erklärung des Segelfluges noch nicht gegeben. Wohl liess sich ein verstärkter Auftrieb des Windes auf die Flügel der Segler erklären, aber noch keine nach vorn geneigte Druckrichtung. Der Vortrieb blieb nach wie vor geheimnisvoll. Der Anblick des herrlichen Segelflugs der Fregattvögel in Rio de Janeiro gelegentlich einer Geschäftsreise veranlasste Lilienthal zu besonderen Untersuchungen über den Stromlinienverlauf der Luft an einer Fläche, deren Profil dem Flügel eines Fregattvogels nachgebildet war. Es wurde eine Fläche von rund 80 cm<sup>2</sup> Inhalt, gleichsam ein vergrösserter Ausschnitt aus dem Unterarmgliede des Fregattvogels, an einem Rundlaufapparat befestigt und in Bewegung versetzt. Durch kleine Papierfahnen, die, um Nadeln drehbar, an der Ober- und der Unterseite angesteckt waren, liess sich die Richtung der Luftströmung deutlich erkennen, besonders, da auch Fähnchen mit horizontalen Nadeln vorhanden waren. Die Fahnen an der Flächenoberseite stellten sich bei der Bewegung der Fläche von vorn nach hinten zeigend ein, genau parallel der Oberflächenkrümmung. An der Unterseite dagegen schlügen sie in die entgegengesetzte Richtung um, sobald die Geschwindigkeit 3 m/sec überstieg. Durch sorgfältige Eintragung der Fahnenstellungen in eine Zeichnung liess sich erkennen, dass unterhalb der Fläche ein ovaler Luftwirbel entsteht, bei dem die Luft von der Hinterkante unter die Fläche tritt, nach vorn strömt, dann nach unten umbiegt, um mit einer seitlichen Abweichung von neuem hinten unter die Fläche zu treten, bis schliesslich die seitlichen Stirnenden erreicht sind. Die Spiralen des Wirbels winden sich also wie die Hörner des Widder, weshalb Lilienthal den Wirbel „Widderhornwirbel“ nennt. Da beim Flügel die Spitze und das Oberarmglied in schräger Lage zum Unterarm gerichtet sind, nahm Lilienthal an, dass der Vogel durch die seitliche Abtrift der Wirbelluft seinen Auftrieb ohne Rückwärtsdruck erhalten müsse, wenn die seitliche Richtung der Stromlinien sich weiter fortsetzte. An einem Modell, einen ganzen Vogel darstellend, erwies sich diese Vermutung als zutreffend, wie an den dargestellten Lichtbildern zu erkennen war. Im Mittelteil des Flügels tritt gleichfalls Auftrieb ein, aber auch ganz bedeutender Vortrieb, denn die Wirbelluft presst sehr energisch gegen den scharf abwärts gebogenen Vorderrand des Flügels. Beim Vogel muss sich dieser Vortrieb noch verstärken, weil die Luft sich gegen den Strich der drei Deckfederlagen bewegt und diese aufrauht.

Die Druckrichtung auf den Flügel, von dem Handgelenk bis zur Spitze und vom Ellenbogen bis zum Rumpf, ist annähernd senkrecht zur Neigung dieser Flügelteile. Die sich hieraus erge-

benden horizontalen Komponenten sind aber nicht mehr nach hinten gerichtet, sondern liegen in der Längsrichtung der Flügel und heben sich gegenseitig auf, sodass nur die senkrechte Auftriebkomponente übrig bleibt. In der Flügelmitte ist Auftrieb mit Vortrieb gepaart. Die gesamte Widerstandsrichtung ist daher hebend und vortreibend.

Diese Untersuchungen waren im windgeschützten Raum vorgenommen, es war daher noch fraglich, ob im freien Wind der Wirbel in gleicher oder ähnlicher Weise nachgewiesen werden konnte.

Nach seiner Rückkehr im Jahre 1913 erhielt Lilienthal von der Nationalflugspende und vom Kriegsministerium einen Zuschuss, um die erwähnten Versuche im freien Wind zu wiederholen. In Altwarz am Haff wurde eine Versuchstation errichtet und eine ganze Anzahl kleinerer und grösserer Vogelmodelle dem Winde ausgesetzt. Gleichzeitig wurden an besonderen Messflächen die Drucke und deren Richtung festgestellt. Die Ergebnisse waren noch überzeugender, als die Versuche am Rundlauf. Die im Winde hängenden Vogelmodelle und Messflächen wurden schon bei schwachen Winden bis zu 6 m/sec direkt vorwärts getrieben. Der durch Federwagen gemessene Auftrieb stieg bis zum Doppelten des Normaldruckes. Die an die Modelle angestekten Fahnen stellten sich an der Flügelspitze quer zur Windrichtung und ebenso in der Nähe des Rumpfes. Ja auch unter dem Schwanz findet ein Rücklauf der Luft nach dem Rumpf zu statt, gleichzeitig den Schwanz anhebend und so die Tragwirkung der Flügel vornehmend. Das Geheimnis des Vortriebes war somit erkannt und die Möglichkeit einer Nachahmung des Segelfluges gegeben.

Der Vortragende sprach den Wunsch aus, dass sich eine Studien-Gesellschaft bilden möge, um das erste Segelflugzeug zu erbauen. Man wird dies nicht so aus dem Handgelenk fertig bringen, sondern es bedarf dazu noch mehrerer besonderer Untersuchungen über Einzelkonstruktionen. Auch wird das Segelflugzeug nicht ganz auf motorische Kraft verzichten können, ebenso wie der Vogel der Flügelschläge bedarf, um entweder vom Boden loszukommen oder um bei ungenügendem Wind sich erst eine Eigengeschwindigkeit zu geben. Das Versuchsfeld für die Flugübungen darf nach Lilienthal nicht in hügeligem Gelände liegen, sondern auf möglichst ebenem Felde, am besten in der Nähe der See, wo man auf einen möglichst gleichmässigen Wind ohne starke Höhen schwankungen rechnen kann. An fallendem Gelände, wie die Segelversuche an der Röhn gemacht wurden, kann selbst ein horizontaler oder gar ein zeitweise aufsteigender Flug noch nicht als Segelflug bezeichnet werden. Der an dem Hügel aufsteigende Wind hat eine viel stärker anhebende Wirkung, als man in höheren Lagen erwarten kann. Die Flüge, die in der Röhn und am Feldberg zur Ausführung kamen, sind daher nur Gleitflüge, keine Segelflüge.

### Miscellanea.

**Auspuffuntersuchungen an Automobilen.** Gelegentlich der Vorarbeiten über die Lüftanlagen der geplanten Strassentunnel unter dem Hudson zwischen New York City und Jersey City hat das Bureau of Mines umfangreiche Auspuffuntersuchungen an Automobilen durchgeführt, um ein Bild von der Verschlechterung der Luft, namentlich durch den Kohlenoxydgehalt der Auspuffgase zu gewinnen. Wie die „Z. d. V. D. I.“ mitteilt, berichtet die Zeitschrift „The Journal of Industrial and Engineering Chemistry“ vom Januar 1921 ausführlich über die Ergebnisse dieser Versuche, die an insgesamt 100 Wagen verschiedener Art zu verschiedenen Jahreszeiten angestellt worden sind. Sie zeigen, dass im Kraftwagenbetrieb noch durchweg eine grosse Verschwendungen mit Brennstoff getrieben wird, weil die Fabriken die Vergaser so einstellen, dass die Motoren unter den ungünstigsten Verhältnissen, d. h. im Winter, sowie beim Anfahren und auf Steigungen, die grösste Leistung hergeben, und bei günstigeren Verhältnissen keine Verstellungen an den Vergasern vorgenommen werden. Im Mittel liegt der Kohlenoxydgehalt der Auspuffgase zwischen 5 und 9%, also weit höher, als bei den bisherigen Prüfstandversuchen gefunden worden ist, und das Mischungsverhältnis (Luft- zu Brennstoffgewicht) bei 12 zu 13, also weit ab von dem, das der höchsten Wirtschaftlichkeit entspricht.

**Chemisch-physikalischer Kurs für Gasingenieure an der E. T. H.** Der Schweizerische Schulrat hat Herrn Dr. E. Ott, Leiter des Laboratoriums des Gaswerkes Zürich in Schlieren, mit der Abhaltung eines chemisch-physikalischen Praktikums für Studierende der Eidgen. Technischen Hochschule, sowie für in der Praxis