

Klassische Texte der Wissenschaft

Bernd Lukasch *Hrsg.*

Otto Lilienthal Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst



Springer Spektrum

Klassische Texte der Wissenschaft

Herausgeber

Prof. Dr. Dr. Olaf Breidbach

Prof. Dr. Jürgen Jost

Die Reihe bietet zentrale Publikationen der Wissenschaftsentwicklung der Mathematik und Naturwissenschaften in sorgfältig editierten, detailliert kommentierten und kompetent interpretierten Neuausgaben. In informativer und leicht lesbarer Form erschließen die von renommierten WissenschaftlerInnen stammenden Kommentare den historischen und wissenschaftlichen Hintergrund der Werke und schaffen so eine verlässliche Grundlage für Seminare an Universitäten und Schulen wie auch zu einer ersten Orientierung für am Thema Interessierte.

Bernd Lukasch
Herausgeber

Otto Lilienthal

Der Vogelflug als Grundlage
der Fliegekunst

 Springer Spektrum

Herausgeber
Bernd Lukasch
Otto-Lilienthal-Museum
Anklam, Germany

Mathematics Subject Classification (2010): 01A55, 01A55, 76-03, 76-06, 76G25

ISBN 978-3-642-41811-2 ISBN 978-3-642-41812-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-41812-9

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

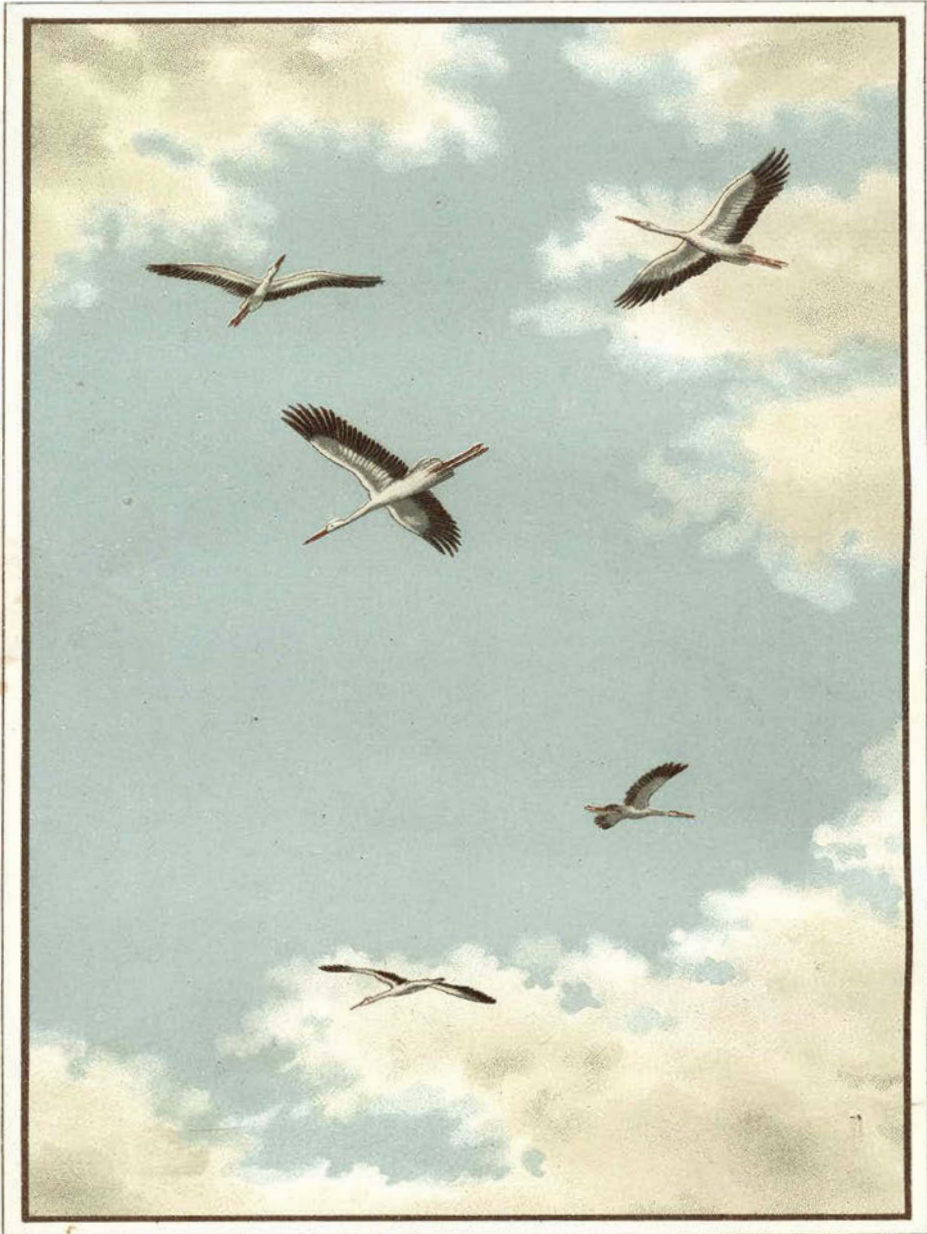
Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-spektrum.de

Inhaltsverzeichnis

I	Kommentar zu Otto Lilienthal: „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. Ein Beitrag zur Systematik der Flugtechnik“	1
1	Zur Bedeutung des Buches	5
2	Zur Geschichte des Buches	17
3	Zur wissenschaftsgeschichtlichen Einordnung des Buches.	65
4	Das Buch aus heutiger Sicht.	95
5	Verzeichnis der bekannten Patente Otto Lilienthals.	105
II	Lilienthals Abhandlungen 1889	109
6	Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst	111
	Veröffentlichungen über Otto Lilienthal (Auswahl)	321
	Stichwortverzeichnis	323

Part I

Kommentar zu Otto Lilienthal: *„Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. Ein Beitrag zur Systematik der Flugtechnik“*



KREISENDE STORCHFAMILIE.

Als Otto Lilienthals Buch „*Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst – Ein Beitrag zur Systematik der Flugtechnik*“ zum Ende des Jahres 1889 erscheint ([Abb. 1.1](#)), ist sein Inhalt keineswegs eine Überraschung, hatte Lilienthal seine Untersuchungen des Vogelfluges und seine darauf aufbauenden Luftkraft-Messungen, die zur Grundlage seiner Flugphysik wurden, doch bereits in drei zusammenhängenden Vorträgen 1888 und 1889 vor dem *Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt* vorgestellt. Über die Vorträge war in der Vereinszeitschrift zusammenfassend berichtet worden¹ und damit war der Inhalt dem hauptsächlich potentiellen Leserkreis wenigstens im deutschsprachigen Raum bekannt und avisiert. Das Protokoll zu einem der Vorträge vermerkt: „Das Interesse des Vereins an den interessanten Versuchen der Herren Lilienthal findet auf Antrag des Vorsitzenden Ausdruck durch Erheben von den Sitzen“². Auch das Vortragsmanuskript ist erhalten.³

Der Verweis auf die „Versuche der Herren Lilienthal“ bezieht den Bruder des Autors, den ein Jahr jüngeren Gustav Lilienthal (1849–1933) ein, auf den auch im Untertitel des

¹ Otto Lilienthal: „Der Kraftaufwand beim Vogelfluge und sein Einfluss auf die Möglichkeit des freien Fliegens“, Vortrag am 29.10.1888 vor dem „Verein zur Förderung der Luftschiffahrt“ in Berlin, Protokoll veröffentlicht in „Zeitschrift für Luftschiffahrt“ (ZL), 7. Jg. Heft 11, S. 349–352, diese und folgende Artikel sind im online-Archiv des Otto-Lilienthal-Museums (OL) zugänglich: museumnet.lilienthal-museum.de/objekta.aspx?id=323 (id 323); Fortsetzung: „Der Kraftaufwand beim Vogelflug“, gehalten am 18. Februar, Protokoll ebenda, 8. Jahrgang, S. 123, Digitalisat: id 324 und am 15. April 1889, Protokoll ebenda S. 245 f., Digitalisat: id 325.

² ZL 1888, S. 352.

³ handschriftliches Manuskript in sieben Schreibheften: Deutsches Museum München (DM), HS 6252. Es handelt sich offenbar um ein Diktat oder eine Stenografie-Transkription nicht von der Hand Lilienthals.



Abb. 1.1 Bucheinband der ersten Auflage

Buches ausdrücklich hingewiesen ist: „Auf Grund zahlreicher von O. und G. Lilienthal ausgeführter Versuche, bearbeitet von Otto Lilienthal, Ingenieur und Maschinenfabrikant in Berlin“, heißt es dort. Der Anteil Gustav Lilienthals an den flugtechnischen Forschungen ist in der Vergangenheit kontrovers diskutiert worden. Die Brüder bildeten seit frühesten Kindertagen ein kreatives, sich gegenseitig ergänzendes und inspirierendes Paar. Dies trifft auf erste noch kindliche Flugversuche ebenso zu, wie auf die späteren systematischen Experimente. Erhalten sind zum Beispiel Messprotokolle, die durch die acht Jahre jüngere Schwester Marie aufgezeichnet wurden. In diesen sind die jeweils von Otto und Gustav während der Messung an Versuchstragflächen abgelesenen und der Schwester zugerufenen Messwerte, die entscheidende Quintessenz des Buches, unter den Kolumnenüberschriften „Otto“ und „Gustav“ oder „O“ und „G“ notiert.⁴

⁴ DM HS 6264a,b.

Auch lange nach Otto Lilienthals Tod nimmt Gustav Lilienthal in hohem Alter die flugtechnischen Arbeiten an Flügelprofilen und besonders zur Nachahmung des Flügelschlages wieder auf und stirbt 83-jährig auf dem Weg zu den Arbeiten an seinem „großen Vogel“ auf dem Flugplatz Berlin-Johannisthal. An den entscheidenden praktischen Flugversuchen, die auf die Veröffentlichung des Buches folgten und die letztlich verantwortlich für die Popularität Otto Lilienthals waren, war Gustav jedoch nur sporadisch beteiligt. Die Partnerschaft der Brüder bezieht sich auf die Gesamtheit des vielseitigen und facettenreichen Lebenswerks beider, das alles andere als auf die Flugtechnik beschränkt oder konzentriert ist. Für das Gebiet der Flugtechnik ist die Darstellung der alleinigen Urheberschaft Otto Lilienthals mit dem Hinweis auf die Beteiligung des Bruders an den zu Grunde liegenden Versuchen, wie sie Otto Lilienthal auf dem Titelblatt formulierte, auch aus heutiger Sicht die zutreffende Beschreibung.⁵

Interessant ist die Parallele zu dem Bruderverhältnis von Wilbur (1867–1912) und Orville Wright (1871–1948),⁶ denen im Jahre 1903 mit der aerodynamischen Steuerung und der Motorisierung der nächste entscheidende Schritt zum heutigen Flugzeug gelingt. Die Brüder Wright waren ein noch enger zusammenarbeitendes Geschwisterpaar mit einem ebenfalls früh versterbenden älteren und wissenschaftlich führenden Bruder, den der jüngere um mehr als drei Jahrzehnte überlebt. Auch im Falle der Wrights führt der jüngere nach dem Tod des älteren das gemeinsame Werk fort, ohne an die gemeinsamen Erfolge anknüpfen zu können. Für die entscheidende Phase der Verwirklichung des ersten tatsächlich weltweit erfolgreichen Serien-Motorflugzeugs ist die heute so beschriebene gemeinsame Urheberschaft der Brüder Wright aber zutreffend.

Otto Lilienthal, der alleinige Autor, dokumentiert mit seinem Buch vor allem eine Zäsur in seinen flugtechnischen Arbeiten. Für ihn sind mit der Veröffentlichung die Vorarbeiten zur Verwirklichung des Menschenfluges abgeschlossen. Das theoretische physikalische Rüstzeug sieht er mit seinem Buch geschaffen und damit die Möglichkeit zum Übergang zur praktischen Anwendung der Erkenntnisse, zu tatsächlichen Flugversuchen. Diesen Übergang markiert Lilienthal mit einer in sich geschlossenen Darstellung der Physik des Tragflügels. Folgerichtig schließt das Buch mit dem Kapitel „Die Konstruktion der Flugapparate“ in dem die Gesichtspunkte zusammengestellt sind, „nach denen die Konstruktion der Flugapparate zu erfolgen hätte, wenn die in diesem Werke veröffentlichten Versuchsergebnisse berücksichtigt werden, und die demzufolge entwickelten Ansichten richtige sind.“⁷ Es ist dies das persönliche Programm Lilienthals für die weitere Arbeit. Tatsächlich sollte dieses Programm nach weniger als zwei Jahren zum praktischen Erfolg, zu reproduzierbaren Gleitflügen Lilienthals und in der Folge zur bis heute andauernden Entwicklung der Luftfahrt mit Flugzeugen führen.

⁵ Eine detailreiche Darstellung des Bruderverhältnisses ist enthalten in der Biografie von Manuela Runge und Bernd Lukasch: „Erfinderleben“, Berlin 2005/2007.

⁶ siehe z. B.: Crouch, Tom D.: „The Bishop’s Boys. A Life of Wilbur and Orville Wright.“ New York/London 1989.

⁷ VF S. 178.

In einem Artikel, der kurz nach dem frühen Tod Wilbur Wrights postum veröffentlicht wird, hat dieser die Arbeit Lilienthals umfassend gewürdigt. Der Übergang von der Theorie zur Praxis ist dabei besonders hervorgehoben. Wilbur Wright schreibt: „Von allen, die das Problem des Fliegens im 19. Jahrhundert behandelten, war Otto Lilienthal zweifelsfrei der Bedeutendste. Seine Größe wurde in jeder Phase der Aufgabe offenbar. [...] Als Forscher war er unter seinen Zeitgenossen ohne Konkurrenten. [...] Seine diesbezüglichen Arbeiten allein würden reichen, Lilienthal in die erste Reihe zu stellen, aber es verbleibt noch, auf seinen größten Beitrag hinzuweisen. Lilienthal war der tatsächliche Begründer des ‚Experimentierens vor der Tür‘. Es ist wahr, dass Gleitversuche Hunderte von Jahren vor ihm stattfanden und dass im 19. Jahrhundert Cayley⁸, Spencer⁹, Wenham¹⁰, Mouillard¹¹ und viele andere erwähnt werden, die Gleitversuche unternahmen, aber ihre Erfolge waren so gering, dass nichts von Gewicht resultierte. Lilienthal verfolgte die Unternehmungen so hartnäckig und intelligent, dass, ungeachtet dessen, dass sein Tod und der von Pilcher¹² seine Methode für einige Zeit zum Stillstand brachten, seine Anstrengungen zum größten Erfolg wurden, der von allen Arbeitsgruppen des 19. Jahrhunderts geleistet wurde. [...] Wo auch immer seine Grenzen lagen, er war ohne Zweifel der Größte der Vorläufer, und die Welt steht tief in seiner Schuld.“¹³

Bemerkenswert ist neben dem Inhalt des Buches sein Stil. Es ist das besondere Anliegen Lilienthals, mit physikalischer Exaktheit die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Phänomens Fliegen darzustellen und sich damit von einer großen Zahl vermeintlicher Flugpioniere abzugrenzen, die physikalische Größen in eigener Interpretation verwenden und auf den Vogel- und möglichen Menschenflug anwenden. Lilienthal selbst spricht nicht von Physik, sondern von Mechanik, als deren zuständige Teildisziplin. In einem Artikel schreibt er: „Die unerquicklichen Streitschriften flugtechnischer Heisssporne vermehrten die Fachliteratur um eine Unzahl unfruchtbarer Gedanken. Unwissenheit, Rechthaberei und Dünkel verliehen der ganzen flugtechnischen Literatur einen unvortheilhaften Charakter. [...] Zum Überfluss trieb daneben der Laie seine Gefühlsmechanik und suchte sich die Flugvorgänge auf seine Art zu erklären. Natürlich musste dies Alles gedruckt werden.“¹⁴ Im einführenden Kapitel über den Vogelflug heißt es deshalb: „Die Fliegekunst ist also ein Problem, dessen wissenschaftliche Behandlung vorwiegend die Kenntniss der Mechanik

⁸ Sir George Cayley (1773–1857), englischer Ingenieur und Flugpionier.

⁹ Charles Green Spencer (1837–1890) und andere, englische Familie von Flug- und Luftschiffpionieren.

¹⁰ Francis Herbert Wenham (1824–1908), englischer Marineingenieur, konstruierte 1871 den vermutlich ersten Windkanal.

¹¹ Louis Pierre-Marie Mouillard (1834–1897), französischer Ingenieur, Flugpionier und Autor des Buches „L'empire de l'air“ (Das Reich der Lüfte, 1881).

¹² Percy Sinclair Pilcher (1866–1899) mit Lilienthal in Verbindung stehender englischer Flugpionier, starb ebenfalls bei einem Flugunfall.

¹³ Wright, Wilbur: „Otto Lilienthal“, Aero Club of America Bulletin, Vol. 1 1912 Nr. 8, S. 20f., vom Autor ins Deutsche übertragen.

¹⁴ Lilienthal, Otto: „Ueber die Mechanik im Dienste der Flugtechnik“, in: „Zeitschrift für Luftschiffahrt“ (ZL) 1892 Heft 7/8, S. 181.

voraussetzt. Die hierzu erforderlichen Überlegungen sind jedoch verhältnismäßig einfacher Natur und es lohnt sich, zunächst einen Blick auf die Beziehungen der Fliegekunst zur Mechanik zu werfen.¹⁵

Andererseits möchte Lilienthal die von ihm bereits in Vorträgen geübte Allgemeinverständlichkeit des Themas nicht verlassen. Er hält seine Untersuchungen zur Möglichkeit des Menschenflugs nicht nur für populär und für ein Thema von allgemeinem Interesse. Vielmehr ist er überzeugt, dass die Möglichkeit des freien Fluges zur „Veränderung all unserer Zustände“ führen würde, schreibt er in einem visionären Brief im Jahr 1894. In diesem prophezeit er sowohl den „weltumspannenden Luftverkehr“, als auch den „ewigen Frieden“ als vermeintliche Wirkungen des Erfolges seiner Bestrebungen.¹⁶ Das auch als das von Luft- und Raumfahrt bezeichnete Jahrhundert hat er damit zutreffend vorausgesehen, allerdings mit deutlich abweichendem Schwerpunkt in seinen Wirkungen. Der tatsächlichen Verwirklichung des weltumspannenden Luftverkehrs steht der massenweise Einsatz als den Krieg geradezu revolutionierende Waffe gegenüber. Als „Missionar des Menschenflugs“ bezeichnet Wilbur Wright Otto Lilienthal in dem genannten Artikel im Jahr 1912.¹⁷ Die Wrights selber sehen allerdings realistischer bereits vor allem das Militär als potentiellen Kunden ihrer Erfindung.

Passend zu Lilienthals ferner Vision und zum angestrebten breiten Leserkreis beginnt das Buch in poetischer Weise mit Sätzen, die kaum auf den folgenden physikalischen Inhalt hindeuten. „Alljährlich, wenn der Frühling kommt, und die Luft sich wieder bevölkert mit unzähligen frohen Geschöpfen, wenn die Störche, zu ihren alten nordischen Wohnsitzen zurückgekehrt, ihren stattlichen Flugapparat, der sie schon viele Tausende von Meilen weit getragen, zusammenfalten, den Kopf auf den Rücken legen und durch ein Freudengeklapper ihre Ankunft anzeigen, wenn die Schwalben ihren Einzug gehalten, und wieder in segelndem Fluge Straße auf und Straße ab mit glattem Flügelschlag an unseren Häusern entlang und an unseren Fenstern vorbei eilen, [...] dann ergreift auch den Menschen eine gewisse Sehnsucht“.¹⁸ Noch viele Zeilen länger ist der erste Satz eines Buches, dessen folgender Inhalt aus Kräfteogrammen und physikalischen Formeln besteht. Auch später kommt Lilienthal auf diesen Stil zurück. In Kap. 38 unterbricht ein sieben-strophiges Gedicht den sachlichen Text. Es wird eingeleitet mit den Zeilen: „Fast möchte man dem Eindrucke Raum geben, als sei der Storch eigens dazu geschaffen, um in uns Menschen die Sehnsucht zum Fliegen anzuregen und uns als Lehrmeister in dieser Kunst zu dienen.“¹⁹ Das Gedicht ist ein Monolog des Storches gegenüber seinem „Erforscher“. Auch am Anfang des Buches ist ein Aquarell von Lilienthals Hand aufwändig eingebunden, welches den Titel „Kreisende Storchfamilie“ trägt.

Lilienthals Absicht ist im Vorwort dargestellt: „Ich habe die Absicht gehabt, nicht nur für Fachleute, sondern für jeden Gebildeten ein Werk zu schaffen, dessen Durcharbeitung

¹⁵ VF S. 7.

¹⁶ Lilienthal, Otto: Brief an Moritz v. Egidy in Berlin, vermutlich 1894, DT Sammlung Feldhaus Nr. 52.

¹⁷ Wright, Wilbur: „Otto Lilienthal“, a. a. O.

¹⁸ VF S. 1.

¹⁹ VF S. 148f.



Abb. 1.2 Flugtechnische Korrespondenz Lilienthals auf dem Briefbogen seiner Maschinenfabrik. Brief an den Mitgründer des Wiener flugtechnischen Vereins August Platte (1831–1903), einem scharfen Kritiker von Lilienthals Ergebnissen²⁰

die Überzeugung verbreiten soll, daß wirklich kein Naturgesetz vorhanden ist, welches wie ein unüberwindlicher Riegel sich der Lösung des Fliegeproblems vorschiebt.²¹ Darunter soll der Charakter der exakten Darstellung der physikalischen Grundlagen jedoch nicht leiden. „Wenn hierdurch denjenigen, welche an den täglichen Gebrauch der Mathematik und Mechanik gewöhnt sind, die Darstellung vielfach etwas breit und umständlich erscheinen wird, und diesen Lesern eine knappere Form wünschenswert wäre, so bitte ich im Interesse der Allgemeinheit um Nachsicht“, schreibt er.²²

Heute gilt das Buch als die wichtigste flugtechnische Veröffentlichung des 19. Jahrhunderts. Wohl niemand hat es intensiver studiert und versucht, die Ergebnisse auch quantitativ zu verifizieren, als die Gebrüder Wright. Wilbur Wright nennt es 1901 „ein wunderbares Buch“²³ und nach vielen Jahren eigener Arbeit bezeichnet er es als „für 20 Jahre das Beste, was gedruckt vorlag“.²⁴

Mit 80 Holzschnitten und 8 lithographischen Tafeln wird in dem Buch das bis heute gültige Konzept der physikalischen Beschreibung des künstlichen Flügels, der Tragfläche

²⁰ OL Inv.-id 9399.

²¹ VF S. IV.

²² VF S. V.

²³ Wright, Wilbur: Brief an Octave Chanute vom 2. November 1901, in: McFarland, Marvin W. (Hrsg.): „The Papers of Wilbur and Orville Wright“, McGraw-Hill 1953, Vol. 1, S. 145.

²⁴ Wright, Wilbur: „Otto Lilienthal“, a. a. O.

entworfen. Lilienthal beschreibt Vorstellungen zu den zu Grunde liegenden Strömungsvorgängen und entwickelt eine Terminologie der Tragflügel-Aerodynamik. Diese münden in dem Prinzip, die Luftkräfte am Tragflügel in zwei Komponenten zu zerlegen, den Auftrieb und den Widerstand, von Lilienthal als „hebender“ und „hemmender“ Luftwiderstand bezeichnet. Beide gemeinsam in einem Diagramm in Abhängigkeit vom Anstellwinkel darzustellen, das ist die Grundlage des sogenannten „Polardiagramms“, Gegenstand von sechs der lithographischen Tafeln am Schluss des Buches. Die auch „Lilienthal-Polare“ genannte Darstellung ist bis heute Grundlage der Beschreibung der Luftkräfte am Tragflügel und dient der Charakterisierung von Tragflügelprofilen. Die Darstellung ist die grafische Antwort auf das von Lilienthal mit der Formel „Alles Fliegen beruht auf Erzeugung von Luftwiderstand, alle Flugarbeit besteht in Überwindung von Luftwiderstand“²⁵ beschriebene physikalische Problem des Fluges. Es macht quantitativ ablesbar, welche Flügelprofile bei welchen Anstellwinkeln das angestrebte Ziel eines großen Auftriebs bei geringem Widerstand, das heißt geringer erforderlicher Flugarbeit erreichen.

Dass Lilienthals Buch heute als Ursprungswerk der Flugzeugentwicklung gesehen wird, ist jedoch besonders der Tatsache geschuldet, dass sein Autor dem im Buch veröffentlichten Programm folgend, nur zwei Jahre später tatsächlich zum erfolgreichen „ersten Flieger“ wird. Die spätere Aufmerksamkeit für das Buch ist eher auf diese Flugpraxis Lilienthals zurückzuführen, die auf das Erscheinen des Buches folgte, als auf das Buch selbst.

Berichte von den Flügen erlangten international eine große Verbreitung. Das ist besonders einer großen Zahl spektakulärer Fotografien zu danken, die nicht nur durch das abgebildete Geschehen sensationell waren, sondern auch technisch durch die so genannte „Momentfotografie“ gerade erst möglich geworden waren. Berlin war durchaus ein Zentrum dieser Entwicklung. Alle Urheber der heute 135 bekannten, während der Flugversuche aufgenommenen Fotografien sind namentlich bekannt.²⁶ Zu ihnen gehören der Pionier der Augenblicksfotografie Ottomar Anschütz (1846–1907), dessen Schlitzverschluss in der Berliner *Optischen Anstalt C. P. Goertz*²⁷ über viele Jahre exklusiv hergestellt wird ebenso wie Richard Neuhauss (1855–1915), der Herausgeber der *Photographischen Rundschau*.²⁸

Andererseits dürfte die weltweite Aufmerksamkeit in Zeitungen und in den noch jungen „illustrierten“ Zeitschriften in dem von Lilienthal zutreffend beschriebenen, als tiefe menschliche Sehnsucht empfundenen Interesse an der Fähigkeit „fliegen zu können wie die Vögel“ begründet sein. Für die neuen illustrierten Wochenzeitschriften waren Bilder des fliegenden Mannes verständlicher Weise ein attraktives Motiv.

Interessant ist, dass nahezu gleichzeitig, ebenfalls im Jahr 1889, von einer ebenfalls namhaften Persönlichkeit der Luftfahrtgeschichte ein Buch nahezu identischen Titels veröffent-

²⁵ VF S. 33.

²⁶ Ein Katalog aller bekannten Fotografien ist auf der Internetpräsenz des Otto-Lilienthal-Museums verfügbar: lilienthal-museum.de/olma/barchi.htm.

²⁷ Anschütz, Ottomar: „Photographische Kamera.“ Kaiserliches Patentamt, Patentschrift (DRP) No. 499191 vom 27. Nov. 1888.

²⁸ „Photographische Rundschau. Zeitschrift für Freunde der Photographie.“ (seit 1887).

licht wird. Der spätere Luftschiffpionier August von Parseval²⁹ nennt seine erste Veröffentlichung „Die Mechanik des Vogelflugs“.³⁰ Lilienthal selbst übernimmt unter dem Kürzel „O. L.“ eine Rezension des Buches in der populärwissenschaftlichen Zeitschrift *Prometheus*: „Hoch überragt dieses Werk das gewöhnliche Niveau, auf dem sich die grössere Zahl der flugtechnischen Schriften bewegt. Die rein theoretische Behandlung des Vogelfluges und des Fliegeproblems ist wohl kaum folgerichtiger und klarer zu denken, als der Verfasser sie bringt“³¹, schreibt er.

Auch eine direkte Korrespondenz zwischen Lilienthal und Parseval ist erhalten. Am 15. September 1889 schreibt Lilienthal: „Trotzdem ich Ihre Arbeit als neueste auf diesem Gebiete mir sobald als thunlich beschaffte, war es mir doch nicht mehr möglich, derselben in meinem Werke Erwähnung zu tun, weil die Drucklegung derselben so gut wie vollendet war. Ich muß mich daher darauf beschränken, Ihnen hierdurch meine Freude kund zu tun über die vielseitige Übereinstimmung unserer Ansichten in der Flugfrage.“³² Etwas weiter vorn heißt es: „Da ich eigentlich nicht einmal eine Erwähnung der von uns für die Hauptprinzipien beim Fliegen erkannten mechanischen Grundzüge an irgend einer Stelle der Literatur vorfand, so konnte ich mich auch weder in meinen Vorträgen noch in meinem Werke auf die vorhandene flugtechnische Literatur beziehen.“

Parseval antwortet am 2. Oktober: „Leider war es mir nicht möglich, Ihren Vortrag, über den die Zeitschrift für Luftschiffahrt unterm 18. Februar referierte, mit zu verwerthen, da meine Schrift zu der Zeit schon im Druck war.“³³ Und am 4. Dezember, nachdem ihm Lilienthal sein Buch offenbar gesandt hatte: „Hochgeehrter Herr! Ihre Schrift ‚Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst‘ habe ich mit großem Interesse und Vergnügen gelesen. Die große Übereinstimmung beider Werke in den wichtigsten Grundsätzen ist sehr erfreulich und gibt uns beiderseits eine gewisse Sicherheit, das Richtige getroffen zu haben, besonders aber mir, der ich ohne praktische Versuche lediglich auf Naturbetrachtungen und wissenschaftliche Deduktionen meine Schlüsse aufbaute.“³⁴

Damit hat Parseval den entscheidenden Unterschied beider Schriften treffend benannt. Lilienthal setzt seine Untersuchung des Vogelflugs in Beziehung zu einem umfangreichen Messprogramm und lässt sein Werk in Prinzipien zur Konstruktion eines praktischen Flugapparates münden. Im analytischen Teil finden sich zahlreiche Übereinstimmungen.

²⁹ August von Parseval (1861–1942), Konstrukteur der nach ihm benannten Parseval-Luftschiffe (ab 1901).

³⁰ Parseval, August von: „Die Mechanik des Vogelflugs“, Verlag von J. F. Bergmann Wiesbaden 1889.

³¹ O. L.: Bücherschau. „A. von Parseval. Die Mechanik des Vogelfluges.“, in: „Prometheus“ (PR) 1889 Vol. 11, S. 175.

³² Lilienthal, Otto: Brief an August v. Parseval vom 15. September 1889, DT Sammlung Feldhaus Nr. 4. Transkription veröffentlicht in „Otto Lilienthal's Flugtechnische Korrespondenz“ (FK), Otto-Lilienthal-Museum Anklam 1993, S. 149 f.

³³ Parseval, August von: Brief an Otto Lilienthal vom 2. Oktober 1889, DT Sammlung Feldhaus Nr. 5, Transkription veröffentlicht in FK a. a. O. S. 150 f.

³⁴ Parseval, August von: Brief an Otto Lilienthal vom 4. Dezember 1889, DT Sammlung Feldhaus Nr. 11, Transkription veröffentlicht in FK a. a. O. S. 152.

Ganz ähnlich zum Fazit Lilienthals heißt es bei Parseval im Schlusswort: „Als wichtigstes Resultat der ganzen Untersuchung können wir noch einmal aussprechen: Die auf unrichtige Berechnungen fußende, weit verbreitete pessimistische Ansicht bezüglich der Ausführbarkeit der Flugmaschine ist nicht zutreffend; vielmehr kann die Möglichkeit des dynamischen Fluges ohne übertrieben grossen Arbeitsaufwand nicht gelehrt werden. Die Hauptschwierigkeit dürfte nicht in der Konstruktion des Motors liegen, bei dem uns eine umfangreiche Erfahrung zur Seite steht, sondern im Bau des eigentlichen Flugapparates“.³⁵

Lilienthal antwortet am 8. Dezember auf Parsevals Brief mit der Formulierung „daß Ihre Arbeit mir mehr Achtung einflößt als die gesamte vorher vorhandene flugtechnische Literatur, in welchem Sinne ich auch einer an mich ergangenen Aufforderung zu einem Referat über Ihr Werk im ‚Prometheus‘ entsprach.“³⁶

Die erst langsam wachsende Aufmerksamkeit für Lilienthals Buch ist vor allem in den auf die Veröffentlichung folgenden Arbeiten Lilienthals begründet. Erst mit Lilienthals Flügen und dem damit verbundenen Interesse an seiner praktischen Vorgehensweise steigt auch das Interesse an den von ihm gelegten experimentellen Grundlagen.

Im Jahr 1905 erscheint Lilienthals Buch auf Initiative des Moskauer Mathematikers und späteren Aerodynamikers Nikolai Jegorowitsch Schukowski (1847–1921) in russischer Übersetzung. Schukowski hatte bereits im Jahre 1896 einen Flugapparat von Lilienthal für die Moskauer Universität erworben. Das Buch wird in mehreren Fortsetzungen in den Jahren 1905 und 1906 in der Zeitschrift der russischen technischen Gesellschaft abgedruckt.³⁷

Im Jahr 1910 erscheint eine **zweite veränderte Auflage** des Buches in Deutschland. Im Vorwort schreibt Gustav Lilienthal: „Zwanzig Jahre sind seit dem Erscheinen der ersten Auflage verstrichen. Ganz langsam führte sich dasselbe ein, bis die Fachleute den Wert des Inhalts schätzen lernten“.

Gustav Lilienthal hat dem Buch zwei zusätzliche Kapitel hinzugefügt. Einerseits musste der Tatsache der auf das Erscheinen der ersten Auflage folgenden erfolgreichen Flugpraxis Lilienthals Rechnung getragen werden. Andererseits sollte das Buch den aktuellen Stand der Flugzeugentwicklung des Jahres 1910 widerspiegeln. Deshalb ist dem Buch das Kapitel „Die Entwicklung“ vorangestellt. Auf 24 Seiten wird Lilienthals Flugtechnik in den Jahren 1891 bis 1896 behandelt. Das Aquarell wurde durch ein Portrait Otto Lilienthals ersetzt und einige handschriftliche stilistische Korrekturen, die Otto Lilienthal in einem persönlichen Exemplar bereits vorgenommen hatte, wurden berücksichtigt (Abb. 1.3).

³⁵ Parseval, August von: „Die Mechanik des Vogelflugs“, a. a. O. S. 138.

³⁶ Lilienthal, Otto: Brief an August v. Parseval vom 8. Dezember 1889, Stiftung Preußischer Kulturbesitz, Transkription veröffentlicht in FK a. a. O. S. 153.

³⁷ „Записки Императорского Русского Технического Общества – печатное издание Русского технического общества“ (Schriften der Hohen Russischen Technischen Gesellschaft), Heft 6 ff. Der Titel ist identisch, jedoch mit dem veränderten Untertitel „... Versuche der Brüder O. u. G. Lilienthal, Ingenieure und Maschinenbauer in Berlin.“ „Перевесть: Е. С. Федоров, предложение къ запискамъ Императорского русского технического общества“ (Übersetzer: E. S. Fedorow). Ein Reprint erschien 2002, eine Neuauflage im gleichen Jahr.



Abb. 1.3 Otto Lilienthal, Portrait, veröffentlicht in der zweiten Auflage

Als Anhang enthält das Buch jetzt das Kapitel mit dem Titel „Nachtrag. Gleitflieger und Flugmaschinen, verglichen mit unseren Messungen.“ Die zahlreichen nachfolgenden Auflagen reproduzieren jedoch fast alle wieder die Originalausgabe.

Die dritte Auflage erscheint 1938 als Faksimile der ersten Auflage mit den erwähnten handschriftlichen Ergänzungen Lilienthals. Auf dem Schutzumschlag heißt es: „Die Faksimile-Wiedergabe eines bedeutenden Originalwerkes ist in dieser Form für ein technisches Buch wohl erstmalig.“ Das Vorwort schreibt der deutsche Aerodynamiker Ludwig Prandtl (1875–1953). Weitere Auflagen erscheinen im Jahr 1943 und Neu- bzw. Nachdrucke dieser in den Jahren 1965 und 1977. Der letzte enthält ein Geleitwort von Theodor Heuss: „Der literarische Vortrag des Buches ist eine eigentümliche Mischung von nüchterner Beobachtung, vorsichtiger Umschreibung der Ergebnisse und dem durchwärmten Pathos eines Enthusiasten. Die Fachleute, Mechaniker und Physiker, sollten es lesen, überprüfen, die neu-gestellten Fragen weiterdenken und dem Versuch unterwerfen; aber Otto Lilienthal meinte, da er selber von dieser Sache so besessen war, es würde auch eine allgemeinere Teilnahme

an seinem Bemühen zu gewinnen sein. Wird nicht auf allen Schulen die Geschichte von Dädalus und Ikarus gelesen? Doch das Buch weckte 1889 kaum ein Echo.³⁸ Auch danach sind weitere Nachdrucke und Neuauflagen erschienen. Der inzwischen traditionsreiche Oldenbourg-Verlag, der Herausgeber der zweiten Auflage war, stellt 1996, zum 100. Todestag Lilienthal, eine Facsimile-Ausgabe seiner zweiten Auflage aus dem Jahr 1910 her.

³⁸ übernommen aus: Heuss, Theodor: „Deutsche Gestalten. Studien zum 19. Jahrhundert.“ Tübingen 1951.

Entstehungsgeschichte

Das flugtechnische Lebenswerk Otto Lilienthals ist eine interessante Mischung aus Passion und Profession. Einerseits lassen sich seine flugtechnischen Ambitionen bis in die früheste Jugend zurückverfolgen. Geschichten über kindliche und jugendliche Experimente sind überliefert. Die Ergebnisse von Versuchen, die die Brüder als 17- und 16-jährige unternehmen, finden noch nach über 20 Jahren Eingang in das Buch.³⁹ Aber erst nach dessen Erscheinen beginnt die intensive und spektakuläre Phase tatsächlicher praktischer und erfolgreicher Flugübungen, die 7 Jahre später zu Otto Lilienthals Unfalltod führen.

Andererseits bleibt die Flugtechnik für Otto Lilienthal zeitlebens nur eine unter zahlreichen Bestrebungen, die mit großem Engagement verfolgt werden. Im Zentrum seiner beruflichen Laufbahn steht der Maschinenbau mit vielfältiger Wechselwirkung zu Lilienthals flugtechnischen Arbeiten. In den zwanzig Jahren zwischen seiner Ausbildung zum Maschinenbauingenieur und der Veröffentlichung des Buches als Inhaber einer eigenen Maschinenbaufabrik finden die experimentellen Arbeiten, die Grundlage des Buches sind, im Wesentlichen in nur zwei umfangreichen Versuchszyklen in den Jahren 1874 und 1888 statt.

Die erste bekannte flugtechnische Veröffentlichung Lilienthals ist ein Vortrag, gehalten vor dem Gewerbeverein in Potsdam im Dezember 1873. Lilienthal spricht über die „Theorie des Vogelflugs“. Das Manuskript ist erhalten geblieben. Der Vortrag hat den Charakter eines wissenschaftlichen Programms. Lilienthal befasst sich besonders mit der Kritik des Ballons und mit der Notwendigkeit zum Studium des Vogelflugs. Er führt Flügelschlag-Modelle vor. Lilienthal verweist auf die „Aeronautical Society of Great Britain“, der die Brüder Lilienthal beigetreten waren und auf das Fehlen eines solchen Vereins in Deutschland: „Die Fliegekunst ist wenig geeignet, nach der Art des Schießpulvers erfunden zu werden. Aus diesem Grunde ist es eben schade, dass gerade die Engländer und nicht die mehr theoretischen Deutschen auf den Gedanken verfielen, einen Aeronautischen Verein zu gründen“, führt

³⁹ S. 41 ff: „In den Jahren 1867 und 1868 ...“

er aus.⁴⁰ Mit seinem Vortrag stellt sich der junge und unbekanntere Berliner Ingenieur gegen nahezu die gesamte Fachwelt auf dem Gebiete der Luftschiffahrt in Deutschland und umreißt damit bereits sein späteres flugtechnisches Lebenswerk. Er schätzt ein: „Die Erfahrung hat gelehrt, wie sehr man durch überraschende Resultate auf dem Gebiete der Erfindungen getäuscht werden kann. Man kann wohl sagen, daß sich Luftschiffer heute eine Klasse von Menschen nennt, welche einen Luftballon besteigt, um die Neugierde der Menge zu ihrem Vortheile auszunutzen. Die mit dem Luftballon anzustellenden physikalischen Versuche hatten sich bald erschöpft. Ob die Luftschiffahrt das Schicksal des Ballons theilen wird oder nicht, das muß die Zeit uns lehren.“⁴¹

Der auch als „Reichskanzler der Physik“ bezeichnete Hermann von Helmholtz (1821–1894) hatte erst kurz zuvor in völligem Gegensatz zu Lilienthals Einschätzung auf einer Gesamtsitzung der *Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften* festgestellt, dass „es kaum als wahrscheinlich zu betrachten [ist], daß der Mensch auch durch den allergeschicktesten flügelähnlichen Mechanismus, den er durch seine eigene Muskelkraft zu bewegen hätte, in den Stand gesetzt werden würde, sein eigenes Gewicht in die Höhe zu heben und dort zu halten.“⁴² Das aus rein theoretischen Erwägungen abgeleitete Theorem über die Ähnlichkeit von Strömungen war eine von daher sogar richtungweisende Einschätzung, sie steht jedoch in anscheinend grundsätzlichem Widerspruch zu Lilienthals Auffassung. Lilienthal kontert in der *Zeitschrift für Luftschiffahrt* im Jahr 1893 im Bericht über seine erfolgreichen Flüge süffisant: „man hat von Staatswegen durch eine besonders gelehrte Kommission feststellen lassen, daß der Mensch ein für alle mal nicht fliegen könne ...“⁴³

Selbst in der im Jahr 1895 in der Berliner Akademie von Emil du Bois-Reymond (1818–1896) gehaltenen Gedenkrede auf Helmholtz spielt Lilienthal und das Theorem, das eine theoretische Vorwegnahme der späteren Reynoldszahl zur Vergleichbarkeit von Strömungen ist, noch eine Rolle. Du Bois-Reymond formuliert: „Neuere Versuche von Hr. S. P. Langley und Hr. O. Lilienthal über den Luftwiderstand wenig geneigter ebener Flächen bei starker horizontaler Bewegung lassen jedoch diesen Schluss [Helmholtz' Aussage zur Unmöglichkeit des Menschenflugs] vorläufig noch als nicht ganz unbedenklich erscheinen.“⁴⁴

Während Lilienthal sein Konzept für die Untersuchungen und die zugehörige Messmethodik schon in den 70-er Jahren erdacht und umgesetzt hat, wird das Versuchsprogramm anlässlich der geplanten Veröffentlichung mit neu geschaffenem Instrumentarium wiederholt und bestätigt. Lilienthal beschreibt sein Vorgehen ausführlich in einem Brief an

⁴⁰ DM HS 6256. Transkription veröffentlicht unter id 322.

⁴¹ ebenda.

⁴² Helmholtz, Hermann von: „Über ein Theorem, geometrisch ähnliche Bewegungen betreffend, nebst der Anwendung auf das Problem, Luftballon zu lenken.“ In: „Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin“, Verlag der Königl. Akademie der Wissenschaften 1874, S. 509.

⁴³ Lilienthal, Otto: „Die Tragfähigkeit gewölbter Flächen beim praktischen Segelfluge.“ In: ZL 12. Jg. 1893, S. 260.

⁴⁴ „Physiker über Physiker II.“ Akademie-Verlag Berlin 1979, S. 90.

August Platte, einem der Gründer des Wiener Flugtechnischen Vereins und entschiedenem Kritiker Lilienthals: „Der Inhalt meines Werkes weist so viel Neues und Abweichendes von den gewöhnlichen Annahmen und Anschauungen auf, daß ich von vornherein auf den vielseitigsten Widerspruch rechnen durfte. Letzteres war aber auch der Grund, weshalb ich nicht früher mit den gefundenen Resultaten an die Öffentlichkeit trat, als bis das gesamte Material in abgerundeter Form sich geben ließ und meiner Ansicht nach die Folgerichtigkeit des einen Resultates aus dem anderen hervorging. Bis vor etwa fünf Jahren waren aber bereits die hauptsächlichsten Ergebnisse unserer Forschungen festgestellt, nachdem wir etwa 20 Jahre lang den Haupttheil unserer gesamten freien Zeit seit unseren Studienjahren dem Flugproblem gewidmet hatten, als ich bei Gründung meines eigenen Heimes in Lichterfelde bei Berlin die Vorkehrungen traf, um die gesamten Fundamentalversuche noch einmal mit neuen besseren Apparaten und im größeren Maßstabe im zweckdienlichen Zusammenhang von neuem wieder in Gemeinschaft mit meinem Bruder durchzuführen, damit eine möglichst scharfe Controlle über das bereits Gefundene stattfindet.“⁴⁵

Jedoch dürften Lilienthal in den 1870-er Jahren auch die finanziellen Mittel gefehlt haben, das Buch herauszubringen. Offenbar musste Lilienthal auch 1889 die Kosten für den Druck des Buches selbst übernehmen und *R. Gaertners Verlagsbuchhandlung* übernahm lediglich den Vertrieb des Buches. Erhalten ist eine Rechnung des Xylographischen Ateliers Robert Franke an Lilienthal, in dem diesem für die Herstellung von 59 Holzschnitten 359 Mark und 40 Pfennige in Rechnung gestellt werden.⁴⁶ Für die genannte Geschäftsbeziehung spricht ebenfalls eine erhaltene Abrechnung des Verlages mit Lilienthal aus dem Jahre 1893.⁴⁷ Lilienthal erhält für den Jahresabsatz von 20 verkauften Exemplaren 100 Mark (*Abb. 2.1*). Abzüglich weiterer vier Exemplare, die der Autor selbst erhalten hat, beträgt der „gegenwärtige Vorrath“ 820 Exemplare, was einem Großteil der Auflage entspricht. Das Autorenhonorar von fünf Mark ist vermutlich ein hoher Anteil des Verkaufspreises des Buches, der, wenn überhaupt, möglicherweise nur um einen Unkostenbeitrag des Verlages höher gelegen haben dürfte. Für das erwähnte Buch von Parseval ist ein Verkaufspreis von ebenfalls 5 Mark überliefert.⁴⁸

Es ist davon auszugehen, dass ein beträchtlicher Teil der Auflage von Lilienthal selbst abgegeben und verschickt wurde. Bestätigungen des Empfangs übersandter Exemplare sind aus dem November 1889 erhalten. Am 10. November 1889 bedankt sich Wilhelm Angerstein, der Redakteur der *Zeitschrift für Luftschiffahrt* für „die gütige Übersendung Ihrer vortrefflichen Schrift über den Vogelflug“.⁴⁹ Eine Rezension erscheint in seiner Zeitschrift

⁴⁵ Lilienthal, Otto: Brief an August Platte vom 5. Mai 1890. DM Sondersammlungen HS 6259, Transkription veröffentlicht in FK a. a. O. S. 156 ff.

⁴⁶ Rechnung des Xylographischen Ateliers von Robert Franke Berlin an Otto Lilienthal vom 31. Oktober 1889, handschriftlich auf gedrucktem Rechnungsbogen, OL Inv.-id 9278-1-007-6.

⁴⁷ Brief auf Firmenbriefbogen „Gaertners Verlagsbuchhandlung“ an Otto Lilienthal vom 19. August 1893, OL id 7024.

⁴⁸ O. L.: Bücherschau. „A. von Parseval. Die Mechanik des Vogelfluges.“ a. a. O.

⁴⁹ OL Inv.-id 9278/1/007/1 und andere.

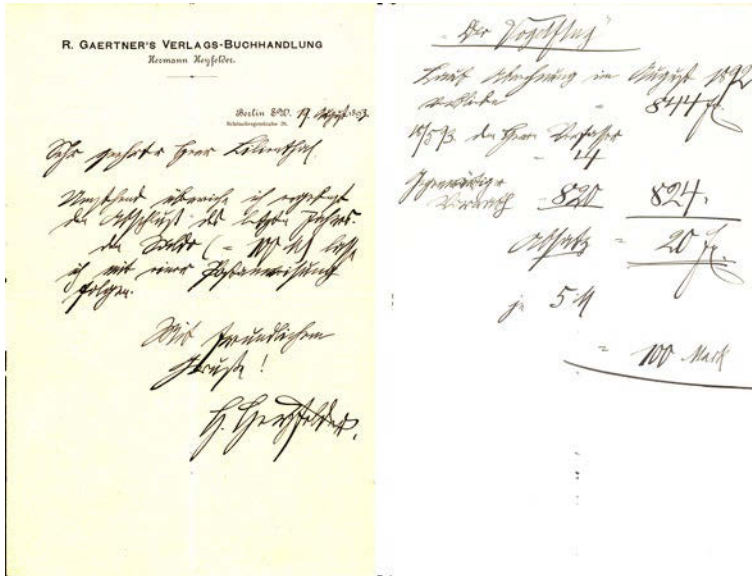


Abb. 2.1 Autorenabrechnung mit Otto Lilienthal auf Briefbogen von „Gaertners Verlagsbuchhandlung“ vom 19. August 1893⁵⁰

im Dezemberheft, verfasst von Karl Müllenhoff, dem Vorsitzenden des Vereins. In der Rezension heißt es: „Nun lassen sich aber, das zeigten die zahlreichen Untersuchungen der Mathematiker und Physiker, die so ausserordentlich komplizierten Widerstände am bewegten Vogelflügel nicht am Studiertische berechnen; nur der Versuch [...] konnte wirklich brauchbare, praktisch anwendbare Ergebnisse liefern. Das Verdienst, derartige Versuche zuerst angestellt zu haben, gebührt dem Ingenieur O. Lilienthal. Durch seine während eines Zeitraumes von 23 Jahren fortgesetzten systematischen Experimente [...] ist eine Lücke ausgefüllt, die schon seit langer Zeit empfunden war. [...] Die Darstellung ist in dem Lilienthal'schen Werke durchweg ganz allgemein verständlich. Möge diese Arbeit in weiten Kreisen das Interesse finden, das sie verdient.“⁵¹ Im *Prometheus*, in dem Otto Lilienthal das verwandte Buch von Parseval besprochen hatte, erschien keine Rezension des Buches.

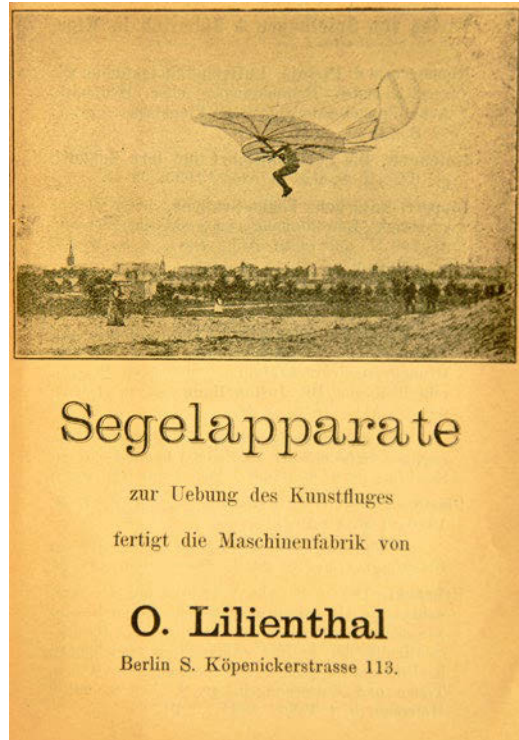
Lilienthals hauptsächliches Betätigungsfeld jedoch lag auf einem ganz anderen Gebiet. Sein Lebensunterhalt und auch die wirtschaftliche Grundlage der späteren flugtechnischen Arbeiten entspringt seiner 1883 gegründeten Maschinenfabrik⁵², deren Existenz auf seinen

⁵⁰ OL Inv.-id 9278/1/007/7.

⁵¹ ZL Literarische Besprechungen, 1889 Heft 12, S. 286.

⁵² Die Geschichte der Fabrik ist von Karl-Dieter Seifert ausführlich dargestellt in: „Otto-Lilienthal-Museum Anklam. Der Dampfmotor des Flugpioniers. Leichte Wanddampfmaschine Nr. 137, 1889. Dampfkessel- und Maschinenfabrik Otto Lilienthal, Berlin, Köpenicker Straße 110/113.“ Kulturstiftung der Länder, Land Mecklenburg-Vorpommern, „Patrimonia“ Nr. 271, 2004.

Abb. 2.2 Verkaufsanzeige für Lilienthals Flugapparate⁵³



patentierten gefahrlosen Dampfkesseln und Kleindampfmaschinen beruht. Aber selbst diese haben einen anteiligen Ursprung in Lilienthals flugtechnischen Bestrebungen. In einem Vortrag im Jahr 1886 stellt er den gemeinsamen gedanklichen Ansatz der von seiner Firma angebotenen Kleinmotoren und der von ihm angestrebten und im Modell verwirklichten leichten Flugmotoren deutlich heraus.⁵⁴

Später wird die Maschinenfabrik auch zur ersten tatsächlichen Flugzeugfabrik der Welt. Die ab 1894 in der Fabrik in Serie gebauten „Normalsegelapparate“ wurden im Wesentlichen durch Paul Beylich (1874–1965), einem jungen und eigens für den Bau der Flugzeuge und als Helfer bei den Flugversuchen angestellten jungen Schlosser hergestellt. Beylich wird deshalb auch gern als „Erster Flugzeugmechaniker der Geschichte“ bezeichnet. Die im Namen der Fabrik angebotenen und verkauften Apparate aus Weidenholz und Baumwollstoff

⁵³ Moedebeck, Hermann: „Taschenbuch für Flugtechniker und Luftschiffer“, Verlag M. Krayn, Berlin 1895, Inseratenteil im Anhang, unpagin.

⁵⁴ Lilienthal, Otto: „Über leichte Motoren und ihre Verwendung für die Luftschiffahrt“, Vortrag am 5. Juni 1886 im Berliner „Verein zur Förderung der Luftschiffahrt“, Sitzungsbericht veröffentlicht in ZL 1886, a. a. O. S. 222 ff. Darin heißt es: „... stellte sich der Vortragende im Jahre 1871 einen Dampfmotor her, der bei einem Gewicht von 1500 g eine Leistung von 1/4 Pferdekraft besass. Dieser Apparat ist ganz analog den durch den Vortragenden für die Zwecke der Industrie gebauten Motoren.“

waren jedoch völlig untypische Produkte innerhalb der Warenpalette der Firma und ihr Verkauf wird das Betriebsergebnis auch wohl kaum positiv beeinflusst haben.

Lilienthal hielt Patente auf seine Flugapparate, darunter in den USA, und erhält 1896 von dort ein attraktives Angebot zur Unterrichtung von Flugschülern auf von ihm zu liefernden Flugapparaten. Dieses Vorhaben wird jedoch auf Grund der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1896, auf der die Maschinenbaufirma Lilienthals mit Dampfkesseln und -maschinen präsent ist, verschoben und durch seinen Unfalltod dann endgültig vereitelt.⁵⁵

Der Autor

Die Karriere Otto Lilienthals als Inhaber einer innovativen Berliner Maschinenbaufabrik, als auf verschiedenen Gebieten aktiver Ingenieur und Erfinder und letztlich als herausragende Persönlichkeit auf dem Gebiet der Technikgeschichte des Flugzeugs war diesem keineswegs vorgezeichnet.

Otto Lilienthal wird am 23. Mai 1848 in der Kleinstadt Anklam in der Provinz Pommern, unweit der Ostseeküste und des Stettiner Haffs geboren. Der Vater hat einen Tuchhandel, einen Laden für Stoff und Konfektion, die Mutter hat in Berlin und Dresden Gesang studiert, kehrt mit Ihrer Eheschließung aber nach Anklam zurück ohne ihre Ausbildung zum Beruf zu machen.⁵⁶ Otto Lilienthal ist das erste von acht Kindern der Familie. Fünf der Geschwister sterben im Säuglings- oder Kindesalter. Nur Otto, sein ein Jahr jüngerer Bruder Gustav und die acht Jahre jüngere Schwester Marie (1856–1912) wachsen heran. Lilienthal beschreibt diese Erfahrung als ältestes Kind 40 Jahre später in einer Familienchronik: „Ungesunde Wohnverhältnisse, besonders das Schlafen in dunklen, luftlosen Kammern (mit Schwamm im Fußboden) und unverständige medizinale Behandlung mögen dazu beigetragen haben, die kleinen Wesen unter die Erde zu bringen. Nichts ist mehr geeignet, eine ernste Lebensauffassung zu wecken, als wenn man seine kleinen Geschwister, mit denen man so manches Mal im frohen Spiele sich ergötzte, kalt und und bleich, mit weißen Gewändern geputzt, von Blumen umgeben im Kindersarge liegen sieht. Ich werde sie alle nie vergessen!

Mir war also mein ein Jahr jüngerer Bruder Gustav und die neun Jahre jüngere Schwester Marie geblieben. Mein Bruder Gustav war und ist mein zweites ‚Ich‘. Nicht nur, daß wir von früher Jugend alle Freude und alles Leid gemeinsam theilten, alle dummen Streiche und vernünftigen Ideen gemeinsam ausführten, nicht nur, daß wir in gleicher Weise des segensreichen Einflusses unserer vorzüglichen Mutter theilhaftig wurden, sondern auch

⁵⁵ Lilienthal, Otto: Brief an James Means, Mitbegründer der Boston Aeronautical Society, vom 17. April 1896, Original im National Air and Space Museum Washington, Smithsonian Institution Washington D. C. Transkription veröffentlicht in FK a. a. O. S. 139 f.

⁵⁶ ausführliche Biografien: Gerhard Halle: „Otto Lilienthal. Der erste Flieger.“ Berlin und Düsseldorf 1936/1956/1976; Werner Schwipps: „Lilienthal. Die Biografie des ersten Fliegers.“ Gräfelling 1986; Manuela Runge und Bernd Lukasch: „Erfinderleben. Die Brüder Otto und Gustav Lilienthal.“ Berlin 2005/2007 u. a.

unsere weitere Selbsterziehung steuerte der gleichen Weltanschauung zu. Viele größere Unternehmungen wurden von uns gemeinsam betrieben.“⁵⁷

Schon bald nach ihrer Gründung gerät die Familie in finanzielle Schwierigkeiten. Das Geschäft des Vaters geht schlecht, er muss sein Haus verkaufen. Die Eltern beschließen ihr Glück in Amerika zu suchen. Es kommt jedoch nicht zu der geplanten Ausreise, da der Vater 1861 nur 43-jährig stirbt. Die Mutter bleibt mit vier unmündigen Kindern zurück. In einem Brief an eine Freundin, deren Familie offenbar die Auswanderungspläne mit den Lilienthals teilte, schreibt die Mutter viele Jahre später: „Sie beide zogen ja dann mit frischer Unternehmungslust über den Ocean und haben dort ein glückliches Betätigungsfeld gefunden. Wir, mit unseren kleinen Kindern, konnten nicht so leichten Herzens Ihnen in eine ungewisse Zukunft folgen. Zwar litt mein Mann schwer unter der Enge und Unfreiheit jener Zeit; aber trotzdem liebte er seine alte Heimat so stark, daß er in den ersten Jahren an eine Auswanderung nicht denken mochte. Sie wissen ja, wie er sich endlich doch dazu entschloß, in der neuen Welt sein Glück zu versuchen, wobei Sie und Ihr lieber Mann uns so freundlich die Wege ebnen wollten. Gott hat ihn vorher sterben lassen; die Wege des Ewigen sind unerforschlich, und so will ich vertrauen, daß es so das Beste für uns war.“⁵⁸

Mit Unterstützung ihrer Verwandtschaft gelingt es der Mutter, den Kindern eine Ausbildung zu ermöglichen. Otto Lilienthal verlässt das Anklamer Gymnasium im Alter von 16 Jahren nach der Obertertia und besucht für zwei Jahre die Provinzial-Gewerbeschule in Potsdam, wohnt dort bei einer Tochter aus der ersten Ehe des Großvaters, einer Halbschwester der Mutter. Der ausgezeichnete Abschluss der Schule ermöglicht ihm ein Studium an der *Berliner Gewerbeakademie*, dem Vorläufer der heutigen *Technischen Universität*. Mit einem Praktikum bei der Maschinenbaufirma von Louis Schwartzkopff in Berlin erfüllt er eine weitere Voraussetzung für ein Maschinenbaustudium. Seine Lebenssituation ist die eines sogenannten „Schlafburschen“, eines Untermieters mit Teilzeitanpruch auf eine Bettstelle. Erst die spätere Bewilligung eines Stipendiums verbessert seine finanzielle Situation. Diese ist für ihn so befriedigend, dass er sein Einkommen für ausreichend hält, auch seinem Bruder ein Studium an der Berliner Bauakademie zu ermöglichen. Beide Brüder teilen sich jetzt ihre Unterkunft, die sie mehrfach wechseln müssen. Zu den gemeinsamen Ambitionen und Projekten gehören ausdrücklich auch die fortgesetzten flugtechnischen Experimente.

1870 schließen die Schulen und entlassen ihre Studenten als so genannte „Einjährig-Freiwillige“ in den Deutsch-Französischen Krieg. Otto Lilienthal hat sein Studium beendet und nimmt vom 22. Juli 1870 bis zum 22. Juli 1871 unter anderem an der Belagerung von Paris teil.⁵⁹ Der Bruder Gustav muss nicht zum Militär. Jedoch hat er sein Studium nicht beendet als die Schule schließt. Er nimmt das Studium später nicht wieder auf.

⁵⁷ Otto Lilienthal: „Haus- und Familienchronik“, vermutlich 1894 begonnen, DM Sammlung Kopfermann.

⁵⁸ Lilienthal, Caroline: Brief an Weidner vom Oktober 1871, Familienbesitz, veröffentlicht in FK S. 90, Digitalisat: id 1102.

⁵⁹ „Garde-Corps Garde Füsilier Regiment 4. Compagnie Militair-Paß des überzähligen Unteroffiziers Otto, Karl, Wilhelm Lilienthal.“ OL Inv.-id 9299/1/033/3.

Beruflich gehen die Brüder zwar unterschiedliche Wege, finden aber immer wieder zu gemeinsamen Projekten zusammen. Das spiegelt sich auch in den zahlreichen Erfindungen und Patenten wieder, die teilweise aus triftigen Gründen auf den jeweils anderen angemeldet werden oder auch in gemeinsame Unternehmungen münden.

1871 findet Otto Lilienthal zunächst eine Anstellung bei der Dampfmaschinenfabrik von M. Weber in der Chausseestraße, im folgenden Jahr als Konstruktionsingenieur bei der etablierten Maschinenfabrik von C. Hoppe. Sie gehört zu den ältesten Fabriken für Dampfmaschinenbau und war wie Borsig, Schwartzkopff, Weber und Egells im Maschinenbauviertel in der Berliner Oranienburger und Rosenthaler Vorstadt, dem Berliner „Feuerland“ beheimatet. Das Viertel, ganze zwei Kilometer vom Berliner Schloss entfernt, war die Wiege der Berliner Schwerindustrie und des deutschen Maschinenbaus überhaupt. Hunderte Dampflokomotiven wurden hier gebaut. Das erst um 1900 errichtete Verwaltungsgebäude von Borsig in der Chausseestraße ist noch heute zu besichtigen.

Für Otto Lilienthal wird sowohl beruflich als auch privat zunächst aber eine Bergbaumaschine der Firma Hoppe von Bedeutung. Als junger Ingenieur wird er zur Erprobung derselben in die Kohlengruben der Königlich-Sächsischen Steinkohlenwerke Zauckerode im Plauenschen Grund geschickt. Später werden die Gemeinden des Reviers zum heutigen Freital in der Nähe von Dresden zusammenwachsen. Eine Schrämmaschine dient zum Schlitzen des Flözes um den Abbau der Kohle mit Hammer und Meißel zu erleichtern. Quartier nimmt Lilienthal bei dem Obersteiger Hermann Fischer, der ihn auch anleitet. Dessen Tochter Agnes wird zwei Jahre später Lilienthals Frau. Die Hochzeit findet in der Döhlener Kirche, ebenfalls im Plauenschen Grund statt.

Aber auch beruflich wird die Schrämmaschine wichtig für Lilienthal. Erst kürzlich ist im Sächsischen Landesarchiv in Dresden die Akte aus dem ehemaligen Bergarchiv aufgefunden worden, die einen umfangreichen Briefwechsel zwischen Hoppe, dem Bergbaudirektor Förster und beiden Brüdern Lilienthal enthält.⁶⁰ Sie offenbart eine erstaunliche Konstellation. Offenbar erfüllt die Hoppesche Maschine nicht die an sie gestellten Erwartungen. Dafür arbeitet Otto Lilienthal an der Idee einer völlig anderen Ausführung der Maschine, einer leichten, nur durch Muskelkraft getriebenen Schrämmaschine, die Försters Interesse findet. Auch der Bruder Gustav nimmt unter Tage an deren Erprobung teil⁶¹ und lässt die Maschine auf seinen Namen patentieren.⁶² Das verwundert nicht, geht der junge Ingenieur mit seiner Erfindung doch in Konkurrenz zu seinem Arbeitgeber. Später führt Otto Lilienthal den Briefwechsel mit Förster jedoch selbst. Er erprobt in der Folge beide Maschinen, seine und die von Hoppe in verschiedenen Bergbaugebieten, am erfolgreichsten offenbar

⁶⁰ „No. 60 Acta Maschinenanlagen zur Anwendung comprimierter Luft betreffend“ Vol. 1 1028. Sächs. Landeshauptarchiv Dresden Steinkohlenwerk Zauckerode Nr. 242, Transkription: OL id 4085.

⁶¹ Lilienthal, Gustav: „Otto Lilienthal. Das Charakterbild eines zu früh Verstorbenen.“ In: „Flug. Amtliches Organ des Deutschen Fliegerbundes.“ 10. August 1917, S. 75–77, hier S. 75 f.

⁶² Lilienthal, Gustav: „Verbesserungen an Schrämmaschinen mit Messerscheibe.“ Königlich Sächsisches Patent Nr. 4771, eingereicht am 1. Oktober 1877.

in den Salzbergwerken von Wieliczka in Galizien unweit von Krakau, deren Schächte heute zum Weltkulturerbe gehören.⁶³

Viele Jahre später schreibt Otto Lilienthal ein Theaterstück, dessen Handlung deutlich autobiographische Züge trägt.⁶⁴ In diesem ist es der erste wirtschaftliche Erfolg eines jungen Unternehmers, der es diesem gestattet nun um die Hand seiner Braut anzuhalten. Tatsächlich enthält der Schriftwechsel mit Förster einen Brief Lilienthals der nur drei Tage nach seiner Hochzeit datiert ist, in dem Lilienthal berichtet, dass „gerade in Wieliczka, wohin in nächster Woche 7 fertige Hand-Schrämmaschinen abgehen, während eine neue schon geliefert ist, ein [...] durchschlagender Erfolg stattfindet“.⁶⁵ Auch die musikalische Braut des Unternehmers, die dieser beim Gesang kennengelernt hat, trägt deutlich die Züge von Lilienthals Ehefrau Agnes. Im Theaterstück hat die Brautwerbung aber dramatischere Züge. Hier lieferte außerdem die ebenfalls mit einer bedeutenden Erfindung verbundene Brautwerbung des Bruders Gustav die Vorlage. Es ist die Erfindung eines Baukastens aus künstlichen Sandsteinen, die später als Anker-Steinbaukasten zu Weltruhm gelangte und als Urahn allen Konstruktionsspielzeugs gelten kann.⁶⁶ Der eigentliche Erfinder ist Gustav Lilienthal, vereint der Baukasten doch dessen wichtigste Ambitionen Architektur, Pädagogik und künstlerische Formenlehre. Allerdings ist Otto Lilienthal gleichberechtigter Partner, besonders was die technische Umsetzung der Herstellungsverfahren betrifft. Es handelt sich buchstäblich um eine Wohnzimmer- oder Dachkammererfindung der Brüder. Als die erfolgreiche Vermarktung der Idee jedoch kurzfristig nicht gelingt, nehmen die inzwischen verschuldeten Brüder auf Vermittlung von Gustav Lilienthals Arbeitgeber, des Kunst- und Heilpädagogen Jan Daniel Georgens (1823–1886), ein Kaufangebot an. Es kommt von Friedrich Adolf Richter (1847–1910), dem Inhaber der pharmazeutischen *Anker-Werke* in Rudolstadt in Thüringen. Den geringen verbleibenden Erlös von je 500 Mark benutzt der enttäuschte Gustav Lilienthal um mit der Schwester Marie nach Australien auszuwandern.⁶⁷ Otto steckt das Geld in seine Dampfkessel- und Dampfmaschinenentwicklungen. Der zwar geringe Erlös wird so doch für beide Brüder zum entscheidenden Startkapital.

Damit ist die Geschichte des Steinbaukastens jedoch nicht zu Ende. Durch den raffinierten und engagierten Unternehmer Richter wird der *Anker-Steinbaukasten* zu einem großen

⁶³ Lilienthal berichtet in der genannten Akte an Förster über seine Erfolge in Wieliczka. Aus Galizien sind außerdem mehrere Briefe an seine Braut bekannt, z. B. vom 24. Februar 1878. DM Sammlung Kopfermann. Digitalisat: id 1129.

⁶⁴ Lilienthal, Otto: „Moderne Raubritter. Bilder aus dem Berliner Leben. Nach wahren Begebenheiten für die Bühne bearbeitet von Otto Lilienthal. Als Manuskript gedruckt. Für sämtliche Bühnen im ausschließlichen Debit von Kühling & Güttner in Berlin“ (ursprünglich aufgeführt unter dem Pseudonym C. Pohle).

⁶⁵ „No. 60 Acta Maschinenanlagen“, a. a. O. Blatt 176–178, Brief Otto Lilienthals an Bergmeister Förster vom 14. Juni 1878.

⁶⁶ Hardy, George F.: „Richters Anker-Steinbaukasten.“ o. J., Digitalisat: www.ankerstein.ch/downloads/CVA/Buch-PC.pdf.

⁶⁷ Lilienthal, Anna und Gustav: „Die Lilienthals“, Stuttgart und Berlin 1930, S. 31.

Erfolg. Unzutreffenderweise meldet Richter den Kasten nach dem Kauf der Idee allerdings als seine Erfindung zum Patent an.⁶⁸

Gustav bleibt fünf erfolgreiche Jahre in Australien, dann kehrt er nach Deutschland zurück. Möglicherweise ist der Plan, mit neuen Ideen abermals ein Geschäft um den Steinbalken aufzubauen der entscheidende Grund für die zunächst nur vorübergehend geplante Rückkehr. Über einen Strohmännchen ist eine neue, von Otto Lilienthal entwickelte Maschine zur Herstellung der Steine patentiert.⁶⁹ Die Maschine arbeitet in Otto Lilienthals Maschinenfabrik. Gustav Lilienthal nimmt ein Patent auf eine neue Rezeptur der künstlichen Steine⁷⁰, die in der Fabrik des Bruders hergestellt werden. Ein amerikanisches Patent hatten die Brüder bereits mit dem Verkauf an Richter gemeinsam angemeldet.⁷¹ Das neuerliche Baukastengeschäft führt zu einem langwierigen und teuren Rechtsstreit mit Richter, in den auch Otto Lilienthal involviert ist.⁷²

Gustav Lilienthal verbringt ein Jahr in Frankreich und England zur Einführung seines neuen Baukastens, während die gerichtliche Auseinandersetzung mit Richter bereits läuft. Der Erfolg und damit ein gesichertes Einkommen ist für Gustav Lilienthal auch die Voraussetzung, um um die Hand seiner Braut, der Arzttochter Anna Rothe anhalten zu können. Diese Zeit und der letzte Sieg Richters im Baukastenstreit gehört zu den besonders genau bekannten im Leben beider Brüder, da Gustav Lilienthal während seines einjährigen Aufenthaltes im Ausland seiner Braut viele hundert Seiten mit detaillierten Berichten schreibt. Der Briefwechsel ist erhalten und Otto Lilienthal, der Bote im Briefverkehr der heimlich Verlobten, ist natürlich häufig Thema der Briefe.⁷³ Sowohl in dem erwähnten Theaterstück als auch in der Realität müssen sich die jungen Unternehmer der Spitzfindigkeiten raffinierter und skrupelloser Geschäftsleute erwehren, ihre Brautwerbung findet aber trotzdem ein erfolgreiches und glückliches Ende.

Nach der von Richter erwirkten Unterlassung der Baukastenproduktion entwickelt Gustav Lilienthal erfolgreich einen so genannten *Modellbaukasten*, der die Grundidee des späteren Stabil- oder Metallbaukastens vorweg nimmt. Auch die Patente und die Firma für dessen Produktion laufen bis zum Tod Otto Lilienthals auf dessen Namen als *Otto Lilienthal Modellbaukastenfabrik* unter verschiedenen Adressen.

⁶⁸ Richter, Friedrich Adolf: „Verfahren zur Herstellung von künstlichen Steinen“, DRP Nr. 13770, Nichtigkeitsklärung des Reiserichts vom 1. 10. 1887.

⁶⁹ Lenglet, Viktor (Paris): „Neuerung an Maschinen mit rotirendem Tisch, von unten wirkenden Stempeln und auf- und zuklappenden Formdeckeln zum Pressen von Steinen.“ DRP Nr. 30903, eingereicht am 7. August 1884.

⁷⁰ Lilienthal, Gustav: „Verfahren zur Herstellung einer plastischen Masse, bestehend aus Aetzstrontian, Casein und gepulvertem Marmor oder Kalkstein.“ DRP Nr. 412337 vom 7. November 1886, sowie weitere Patente in Österreich, Frankreich und den USA.

⁷¹ Lilienthal, Gustav und Otto: „Composition Toy Building-Block“, United States Patent Office No. 233.780, eingereicht am 18. September 1880. Das Patent enthält den Hinweis: „Assignors to Friedrich Adolf Richter“.

⁷² Runge, Manuela und Lukasch, Bernd: *Erfinderleben* a. a. O. S. 133 ff.

⁷³ OL Inv.-id: 9515.