Otto Lilienthal

Die experimentellen Grundlagen des Flugzeugs

von Bernd Lukasch

Otto Lilienthal – kein Lexikon der „Erfindungen“ ohne seinen Namen, keine Geschichte der Flugtechnik, in welcher Sprache auch immer, ohne den Maschinenbauingenieur Lilienthal aus Anklam in Vorpommern als Verwirklicher des Menschenflugs. Genie, Zufall oder das Zusammentreffen glücklicher Umstände in einem fortschrittsfreundlichen Umfeld?

Die Geburt des Flugzeugs – auch Lilienthal nannte seine Gleitflugapparate aus Weidenholz und Baumwollstoff bereits so – assoziiert eher Bildern von „tollkühnen Männern in fliegenden Kisten“, von sportlichen Leistungen, Geschick und Wagemut als von physikalischen Experimenten und theoretischen Arbeiten. Als der

später in Berlin ansässige Maschinenbauingenieur und Besitzer einer kleinen Fabrik Otto Lilienthal den ersten manntragenden Flugapparat entwarf und baute, tat er das jedoch erst nach einem umfangreichen Programm von Beobachtungen und Experimenten, die er in einem Buch zusammenfaßte. „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“, 1889 erschienen, gilt heute als die wichtigste flugtechnische Veröffentlichung des vergangenen Jahrhunderts. Es endet mit „Gesichtspunkten..., nach denen die Konstruktion der Flugapparate zu erfolgen hätte, wenn die in diesem Werk veröffentlichten Versuchsresultate berücksichtigt werden, und die demzufolge entwickelten Ansichten richtige sind.“ Bis zu diesem Zeitpunkt hat Lilienthal, kindliche Versuche ausgenommen, noch kein manntragendes Flugzeug gebaut. Weit über 20 Jahre hat er an den physikalischen Grundlagen des Fluges nach dem Prinzip schwerer als Luft gearbeitet. Er hat wesentliche Begriffe und Fragestellungen der Tragflügelaerodynamik geschaffen. Er hat an den theoretischen und experimentellen Voraussetzungen für den Menschenflug gearbeitet, bis ihm ein Stand erreicht schien, der die technische Umsetzung des Flugzeugs möglich machte.

Als er dann irgendwann im Sommer des Jahres 1891 die ersten „Sprünge“ mit einem selbstgebauten Gleitflugzeug unternahm, waren diese insofern erfolgreich, als sie nach wenigen Metern eine Landung ohne Zerstörung des Apparates gestatteten und so die Voraussetzung für ein schrittweises Erlernen des Menschenfluges waren. Dieses unspektakuläre Ereignis, später als Beginn des Menschenflugs gefeiert, war also nicht nur der Anfang eines umfangreichen Bau- und Erprobungsprogramms für Gleitflugzeuge, die teilweise sogar mit einem Motor ausgerüstet wurden, sondern auch die letztendliche Bestätigung der Ergebnisse von mehr als 25 Jahren forschender Vorarbeit.

Eine nicht nur technische Leistung

Der Durchbruch, den Lilienthal mit den ersten erfolgreichen, d. h. sicheren und wiederholbaren Flügen erzielte, ist bei genauem Hinsehen weniger das Resultat einer einzelnen herausragenden Erkenntnis, einer besonderen theoretischen Leistung, einer einmaligen intellektuellen (oder auch finanziellen) Anstrengung, sondern vielmehr das aus vielen Facetten bestehende Lebenswerk einer herausragenden Persönlichkeit, seiner ganzheitlichen Denkungsart, seiner einzigartigen Zielstrebigkeit und intellektuellen Unabhängigkeit. Die Verwirklichung des Menschenfluges war Lilienthal Lebensaufgabe und beschäftigt ihn mit unterschiedlicher Intensität und vor allem auf unterschiedlichem wissenschaftlichen Niveau durch sein gesamtes Leben. Trotzdem haben Flugtechnik, Flugzeugbau, Aerodynamik und Flugpraxis für ihn nie den Charakter einer Nebentätigkeit, fast kann man sagen eines Hobbys, verloren. Mehr als 10 verschiedene Flugzeugkonstruktionen, darunter die erste Serienfertigung eines Flugapparates, internationale wissenschaftliche und flugtechnische Kontakte, die Errichtung des Fliegeberges in Berlin-Lichterfelde, dem Prototyp dessen, was wir heute „Flugplatz“ nennen, all das ermöglicht und auch finanziert als Nebenprodukt der „Maschinenfabrik Otto Lilienthal“, die Lilienthal nach dem Abschluß seines Studiums und nach mehreren Anstellungen als Maschinenbauingenieur ohne nennenswertes Kapital in Berlin gründete und zu einem Unternehmen mit mehreren Dutzend Mitarbeitern führte. Lebensnerv der Maschinenfabrik waren Patente und Entwicklungen Lilienthals auf dem Gebiete des Maschinenbaus, hauptsächlich der Dampferzeugung und Verarbeitung.

Doch zurück zu den Anfängen dieses Lebenswerkes, dessen Folgerichtigkeit sich bis in die Kindertage zurückverfolgen läßt und das besonders durch seine Vielseitigkeit beeindruckt. Die komplexe, Fachgebiete übergreifende Arbeitsweise Lilienthals – sein interdisziplinäres Herangehen, wie wir heute sagen würden – mag sein Lebenswerk nicht nur besonders interessant erscheinen lassen, sondern auch der Schlüssel zu seinem Erfolg gewesen sein.

Im geschichtsträchtigen Jahr 1848 wird Lilienthal in Anklam, der etwa 8000 Einwohner zählenden vorpommerschen Hafen- und Handwerkerstadt geboren. Neben der Landwirtschaft bestimmen Schiffbau und Schiffahrt das Stadtbild. Der bevorstehende Übergang zum Stahlschiffbau wird an Anklam aber vorbeigehen.

Trotzdem werden die nächsten Jahrzehnte der Stadt einen bescheidenen wirtschaftlichen Aufschwung bringen. Chausseen und die Eisenbahn Pasewalk-Stralsund entstehen. Erst 1896 wird mit einer Eisengießerei der erste größere Industriebetrieb entstehen.

Ein Neubau für die Neugründung des städtischen Gymnasiums ist beschlossen. Lilienthal wird es bereits besuchen.

Lilienthals Vater betreibt ein eher schlecht gehendes Tuchgeschäft. Sein früher Tod vereitelt die geplante Übersiedlung nach Amerika. Von den acht Geschwistern sterben fünf in den ersten Lebensjahren. Mit dem ein Jahr jüngeren Bruder Gustav bleibt Lilienthal zeitlebens eng verbunden. Das 1889 veröffentlichte Buch Lilienthals trägt die Unterzeile: „Auf Grund zahlreicher von O. Und G. Lilienthal ausgeführter Versuche“.

Jahre nach dem Tod Otto Lilienthals wird Gustav die Rolle des Mit-Flugpioniers wieder aufnehmen. Der inzwischen berühmte Name findet natürlich Beachtung. Die theoretischen und praktischen Arbeiten Gustav Lilienthals beeinflussen die sich zu diesem Zeitpunkt schon stürmisch entwickelnde Luftfahrt aber nicht mehr.

Vom Spiel zur Forschung

Abwegig wäre sicher, nach Gründen und Bedingungen zu suchen, die erklären, warum der entscheidende Impuls zur Verwirklichung des uralten Traums des Menschen, fliegen zu können wie der Vogel, gerade von Otto Lilienthal, dem Maschinenbauingenieur aus Anklam in Vorpommern kam. Daß zwei Jungen auch hier, wie sicher zu allen Zeiten und an vielen Orten, die Idee kommt, mit künstlichen Flügeln zu fliegen wie der Vogel, ist sicher nichts besonderes.

Bemerkenswert ist aber schon, wie aus kindlichem Spiel und Naturbeobachtung schrittweise wissenschaftliches Experiment wird.

Beeindruckend auch, wie sich die konsequente Arbeit am Problem des Menschenflugs durch das Leben Lilienthals zieht, immer im Blickfeld, und doch eine Nebenbeschäftigung bleibt. „Jetzt werden wir es schaffen“, schreibt er in einem Feldpostbrief aus dem deutsch-französischen Krieg an seine Bruder. Und ohne Erklärung steht fest, was gemeint ist: der Menschenflug.

Die Mutter ist Gesangslehrerin. Nach dem Tod ihres Mannes gilt ihre ganze Kraft den Kindern. Die Brüder und die jüngere Schwester Marie wachsen behütet und musisch angeregt in Anklam auf. Lilienthal erinnert sich später, daß man in ihm frühzeitig den Künstler erblickte. Aber auch technische Ambitionen der Jungen fördert die Mutter nach Kräften. „Zufälligkeit ist, daß mein Bruder gerade der Künstler wurde, während ich mich der Technik in die Arme warf“, schreibt er. Eher überraschend taucht in den Vormundschaftsakten die Bemerkung auf: „Zum Maschinenbauer bestimmt“. Lilienthal besuchte die Provinzial-Gewerbeschule in Potsdam und schließt dort mit dem besten jemals erzielten Ergebnis ab. Die Leistungen im Anklamer Gymnasium waren eher schwankend. Technisches Interesse und Freude an der Natur waren die Säulen, auf denen die Verwirklichung des Menschenfluges gelang. Vogelstudien in den Wiesen vor der Heimatstadt sind überliefert. Hier nistet auch heute noch der Weißstorch den Lilienthal zu seinem „Lehrmeister“ auswählt. Neben der häuslichen Anleitung kann man zahlreiche Impulse vermuten: Zu Lilienthals Mitschülern zählte der Neffe des Ornitologen Eugen Ferdinand von Homeyer. Rudolph Tancre, ein älterer Mitschüler, macht sich später einen Namen als Erforscher sibirischer

Schmetterlingsarten. Die Eltern der Jungen waren befreundet. Eine der wenigen guten Noten am Gymnasium errang Lilienthal in Mathematik. Sein Lehrer, Gustav Spörer, begann in Anklam seine Untersuchungen zur Periodizität der Sonnenflecken, die er später als 1. Observator am Potsdamer Observatorium fortsetzte.

Aufbauend auf fast noch spielerischen Versuchen entstehen erste flugtechnische Experimente der Brüder Lilienthal in Anklam und Umgebung. Diese finden bereits Eingang in das Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“, 1889 veröffentlicht, und Lilienthals Zusammenfassung aller „Vorarbeiten“.

Theorie und Praxis

Lilienthal Interesse an den physikalischen Grundlagen des Fluges war ein klares: Er wollte fliegen. Der Erkenntnisstand seiner Zeit auf diesem Gebiet war völlig unzureichend, wie Lilienthal erkannte. Das führte ihn dazu, sein Interesse Jahrzehnte zurückzustellen, und sich einem umfangreichen aerodynamischen Meßprogramm zu widmen. In seinem Buch führt Lilienthal unter der Überschrift „Grundprinzip des freien Fluges“ in populärer aber absolut exakter Weise in die Mechanik ein. Mit der einprägsamen Formel: „Alles Fliegen ist Erzeugen von

Luftwiderstand, alle Flugarbeit ist Überwinden von Luftwiderstand“ hat Lilienthal das Problem des Tragflügels vollständig charakterisiert. Die praktische Umsetzung dieser Erkenntnis ist das Polardiaramm des vektoriellen Luftwiderstands, wie es noch heute benutzt wird und mit seinem Namen verbunden ist. Lilienthal hat damit aus der „Physik der tropfbaren und luftförmigen Medien“ die spezielle flugtechnische Fragestellung herauskristallisiert und ist damit der Urheber der experimentellen Tragflügelaerodynamik. Die Erkenntnis der notwendigen Flügelwölbung wird oft als seine zentrale Leistung bezeichnet. Richtig ist, daß er als erster in völliger Klarheit die Frage gestellt hat, auf die die gewölbte Fläche die Antwort ist. Als 1895 in der Berliner Akademie die Gedächtnisrede auf den Nestor der Berliner Physik, Hermann Helmholtz, gehalten wird, finden Lilienthals Messungen mit Bezug auf eine theoretische Helmholtz-Arbeit Erwähnung.

Als aufmerksamem Experimentator entgehen Lilienthal auch kleine Effekte nicht: Er verwendet bei seinen Experimenten seitlich abgerundete Formen und erkennt die Überlegenheit großer Flügelstreckung. Beides wird erst nach der Jahrhundertwende durch die 3-dimensionale Tragflügeltheorie durch Lanchester (1878 – 1946) und Prandtl (1875- 1953) begründbar.

Lilienthal vereinigte in ganz besonderer Weise theoretische, technische, handwerkliche und sportliche Fähigkeiten, die ihn befähigten, zum ersten Flieger der Menschheit zu werden. Er schuf das theoretische Rüstzeug für den Menschenflug, konstruierte daraus das geeignete Fluggerät und verwirklichte es, weitgehend selbständig. Er besaß die körperliche Kostitution, Mut und Geschicklichkeit, um dieses von ihm geschaffene Fluggerät auch selbst zu erproben, um gewissermaßen als Konstrukteur auch Versuchspilot zu sein, und die Konstruktion des Flugzeugs während der praktischen Erprobung zu vervollkommnen. Die Vielseitigkeit in Lilienthals Tätigkeit, die Breite seiner Interessen und sein fachübergreifendes Herangehen waren sicher wesentliche Gründe für seinen Erfolg.

Physik mit künstlerischen Elementen

Lilienthal beschreibt die Flugtechnik als Tummelplatz für Laien, „Gefühlsmechaniker“ und nur wenige Fachleute. Sein Buch wendet sich an alle. Es ist populäres Physikbuch und führt in klarer Gedankenführung bis zum von Lilienthal geschaffenen aktuellen Stand. Aber auch der Vogelflugforschung gilt es heute als Standardwerk. Ohne Übergang und Bruch gleitet der Text hinüber in ein langes Gedicht, eine Botschaft des Storches an den Menschen, deren Zeilen Vorlage für Denkmalsinschriften an verschiedenen Orten waren. Neben einem Aquarell kreisender Störche ist das Buch mit 80 Holzschnitten Lilienthals illustriert.

Nach 1890 engagiert sich Lilienthal stark für eine großes Berliner Theater, um sie zu einer Volksbühne umzugestalten. Er steht auch selbst auf der Bühne und schreibt ein Theaterstück. In diesem ist der autobiographische Gehalt leicht durchschaubar. Der Möbelfabrikant und Hauptheld des Stücks dürfte sehr stark die Züge des Autors tragen. Dies wahr wohl eher ungewollt. Lilienthal beabsichtigte, in diesem für ihn völlig neuen Metier ein Stück „aus dem Leben“ zu schreiben, und das hieß ganz unbewußt: aus seinem Leben. Die Atmosphäre der Möbelfabrik auf der Bühne dürfe weitgehend der der Lilienthalschen Fabrik gleichen. Auch in anderen Überlieferungen wird das geradezu herzliches Verhältnis zwischen ihm und seinen Angestellten beschrieben. 1890 führt Lilienthal unter Abschaffung der Akkordarbeit die Gewinnbeteiligung als soziale Maßnahme ein.

Lilienthal als Chef und Gründer wird geschätzt und geradezu verehrt. Dies scheint aber nicht auf die „Nebenbeschäftigung“, den Flugzeugbau, zuzutreffen. Eher ablehnend und skeptisch wird diese gefährliche Tätigkeit beurteilt. Nach Augenzeugenberichten wird der Flugzeugbau in einem getrennten Raum der Fabrik fast nur durch Lilienthal selbst und außerhalb des Geschäftsbetriebs ausgeführt. In dem sonst aufschlußreichen Theaterstück Lilienthals ist ein vergleichbares Hobby des Fabrikanten ebenfalls nicht enthalten.

Missionar des Menschenflugs

Als Missionar des Menschenflugs haben die Gebrüder Wright Lilienthal später bezeichnet. Er war in Vorträgen so mitreißend und überzeugend, daß er seine Zuhörer immer in seinen Bann zog.

Lilienthal ist exklusiver Fachmann auf dem Gebiet der Flugtechnik seiner Zeit. Die Liste seiner Veröffentlichungen ist lang, zahlreiche werden übersetzt. Lilienthal gehört der technischen Kommission des Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt an, war Jahre Mitglied der Aeronautical Society of Great Britain. Er schreibt zahlreiche Rezensionen zu flugtechnischen Veröffentlichungen, führt eine umfangreiche Korrespondenz mit Flugtechnikern in aller Welt. Es fällt daher besonders auf, daß Lilienthals Arbeiten, auch sein 200-seitiges Buch ohne jeden wissenschaftlichen Apparat, ohne Verweis und Zitat auskommen.

Lilienthal ist offensichtlich bemüht alle Erkenntnisse konsistent, aus eigenen Messungen zu entwickeln.

Ergebnisse, Formeln, Meßmethoden auf dem Gebiet der „Mechanik des Vogelflugs“, für Lilienthal gleichbedeutend mit dem physikalischen und mathematischen Rüstzeug für den Flug des Menschen mit Mitteln schwerer als Luft, also anders als mit dem gemeinhin favorisierten Ballon, erscheinen ihm nicht gesichert.

„Diese Versuche“, so schreibt er im Vorwort seines Buches, „über einen Zeitraum von 23 Jahren sich erstreckend, konnten jetzt zu einem gewissen Abschluß gebracht werden, indem durch die Aneinanderreihung der Ergebnisse ein geschlossener Gedankengang sich herstellen ließ...“

Maschinenbau und Weidenholz

Lilienthal war Maschinenbauingenieur. Dampfmaschinen und -kessel sind die wesentlichen Produkte seiner Fabrik. Das führte offensichtlich aber zu keinerlei Blickverengung was Material- und Methodenwahl betraf. Während die Flugpioniere seiner Generation das moderne Instrumentarium der Dampfkraft und der Metallverarbeitung zu nutzen versuchen, baut Lilienthal aus Weidenholz. Knochenleim, Bindedraht, Peddigrohr, Bambus sind die Materialien des Flugzeugbaus bei Lilienthal. Schäftungen, Schnurbünde, Verleimungen, mit den Techniken des Korbmachers, die vielleicht auch eher in seine Heimat zurückweisen als in die aufstrebende Industriestadt, entstehen die ersten Flugzeuge der Welt. Auch mit dem modernen Werkstoff Aluminium verglich er die von ihm benutzte Weide und gab letzterer den Vorzug. Es läßt sich leicht vorstellen, daß sich die „Flugzeugbauabteilung“ in der Maschinenbaufabrik Lilienthal doch sehr als Fremdkörper ausgenommen hat.

Lilienthal war zu vielseitig und weltoffen, um nicht über die Folgen seiner Erfindung nachzudenken. Und er kommt zu einer sehr bezeichnenden Fehleinschätzung: Seine Erfindung, die er als „Kulturelement“ bezeichnet, ist für ihn nicht nur Mittel der Völkerverständigung, des kulturellen Austausches sondern geradezu Garant für den „ewigen Frieden“. Denn welchen Sinn macht es, so meint er, wenn Armeen um Grenzen kämpfen, über denen die Menschen wie die Vögel frei und grenzenlos hinwegfliegen. „Die Grenzen der Länder würden ihre Bedeutung verlieren, weil sie sich nicht mehr absperren lassen,...und das zwingende Bedürfnis, die Streitigkeiten der Nationen auf andere Weise zu schlichten,...,würde uns den ewigen Frieden bescheren.“

Woran Lilienthal arbeitet, das nennt er „persönlichen Kunstflug“, das Sportflugzeug könnten wir übersetzen, nicht der „Gesellschaftsflug“ (das Passagierflugzeug). Eine andere, gar militärische Zweckbestimmung kommt ihm nicht in den Sinn.

Die Ästhetik des Storchenflugs, Völkerverständigung und ewiger Frieden – Lilienthals Flugzeug lag noch jenseits des ökologischen und militärischen Sündenfalls der Technik. „Traum und Trauma – Lilienthal und seine Erben“, so hieß eine Ausstellung im Jubiläumsjahr 1991. Unter dem Wort Traum ein Bild Lilienthals.

Bildunterschriften:

1: Otto Lilienthal (1848 - 1896)

2: aus der amerikanischen Patentanmeldung für Lilienthals Flugapparat

3: Meßapparatur zur Ermittlung des Auftriebes beim Flügelschlag, 1868, Scheunengiebel in Altwigshagen bei Anklam

(Abb. aus Lilienthals Buch "Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst", 1889)

4: Der Storch als Studienobjekt und Lehrmeister (Abb. aus Lilienthals Buch "Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst", 1889)

5: Bilder, die um die Welt gingen: Der freie Flug des Menschen