



Exklusiv

Hellings Hubflügel halbiert den Energieverbrauch



Für Luftfahrzeuge bis rund 200 km/h Reise ersetzt der hellingsche Doppel-Hubflügel sowohl den Propeller wie auch die Tragfläche. Dabei benötigt er für die gleiche Flugleistung nur die Hälfte der Energie. Flügel-Das Magazin hat Karl-Heinz Helling in Dresden besucht, wo der Ingenieur seit über zwei Jahrzehnten auf dem Gebiet der Vortriebsoptimierung mit Hilfe von Modellen forscht und entwickelt. Mit seinem neunten Modell, dem HE209, hat er nun den Durchbruch geschafft.

Die Gelehrten bestätigen es: Ornithopter sind nicht flugtauglich und Schlagflügel sind nie aus den Kinderschuhen entwachsen. Verständlich, dass Inhaber der Luftfahrt-Lehrstühle sich stets zurückhaltend gaben, wenn wieder ein Träumer mit einem schlagenden Flügel um Aufmerksamkeit bat. Doch Karl-Heinz Helling ist kein Träumer. Er ist Visionär gekoppelt mit einem ausgeprägten Sinn für technische Realität und einer von Tatendrang besetzten Beharrlichkeit. So wundert es nicht, dass der in Dresden ausgebildete Flugzeuggerätebauingenieur nach über zwei Jahrzehnten des Überwindens von Rückschlägen, sowie Zweifeln und Skepsis seitens der traditionell orientierten Fachwelt nun doch den Durchbruch geschafft hat.

Es ist ein Durchbruch, der so extrem ist, dass ich als unbedarfter Beobachter kaum glauben kann, dass die bisher mögliche Effizienz von Propellerflugzeugen verdoppelt werden konnte. Wenn Megapixel, Prozessorenleistung und Speicherkapazitäten verdoppelt werden, kann ich das gelassen zur Kenntnis nehmen. In der Luftfahrt aber, wo die Fahnen gehisst werden, wenn es ein Konstrukteur schafft, den

Wirkungsgrad eines Propellers um unglaubliche sechs Prozent zu steigern, sind 100 Prozent jenseits des Glaubwürdigen.

Würde man Marketing orientiert denken wollen, sollte man Karl-Heinz Helling geraten haben, von 20 % Steigerung zu reden, um in vier weiteren Leistungssprüngen das hundertprozentige Potenzial offen zu legen.

Nun denn, es geht beim Doppel-Hubflügel HE209 nicht um Marketing, sondern um Aerodynamik. Es geht um messbare Leistungen, die konzeptionell auf Hellings erstem Patent von 1990 (Schlagflügelflugzeug) aufgebaut sind.

HE209

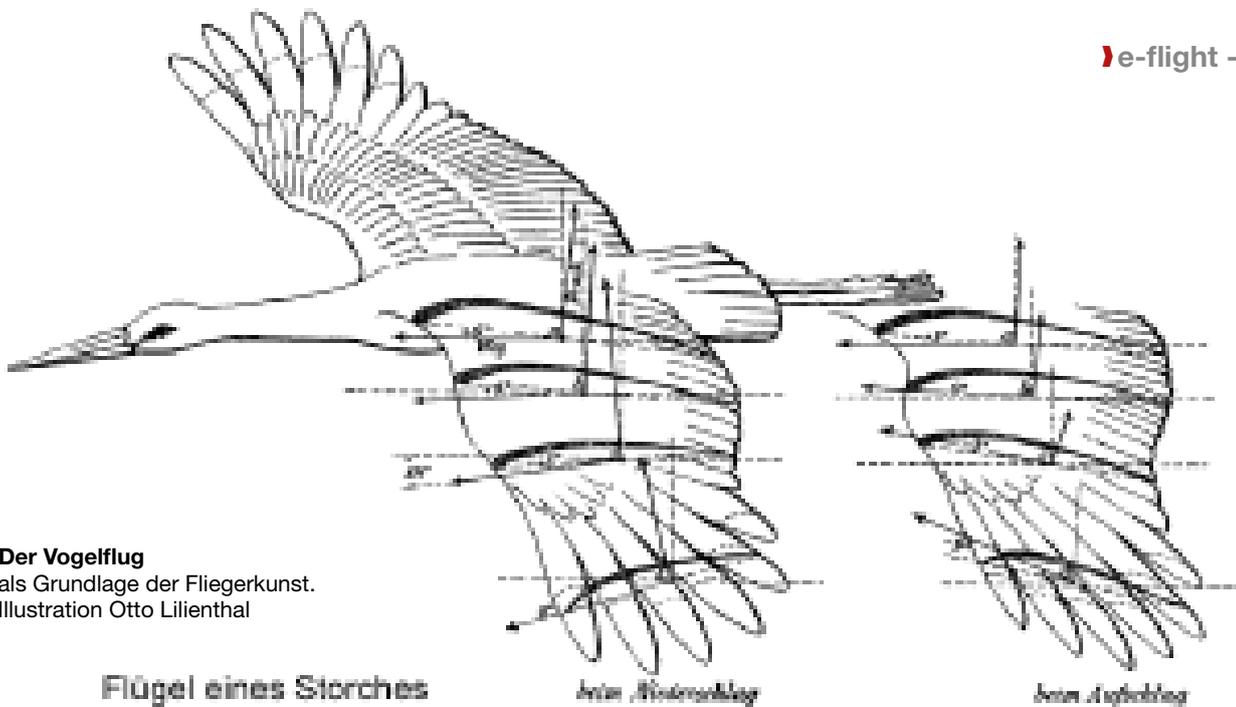
Mit seinem neunten Modell, dem HE209 (Helling, 2 Hubflügel, Modell 09), hat Karl-Heinz Helling den Nachweis erbracht, dass ein sich bewegender Flügel dann den Propeller nicht nur ersetzen, sondern leistungsmäßig weit überholen kann, wenn man zwei Flügel gegenläufig synchron einsetzt.

Das erklärt nicht nur den Leistungssprung, sondern löst gleichzeitig ein zweites Problem des Ornithopters beziehungsweise des

Schwingenflüglers: Die Auftriebskraft, die beim Durchlaufen des Hubzyklus eines Flügels zwischen 0% und 100% schwankt, konnte durch den Doppel-Hubflügel bei 100% konstant gehalten werden.

Während es den Vogel beim Schlagen der Flügel nicht stört, wenn sein Körper rhythmisch zum Flügelschlag mitschwingt, wäre es für Piloten und Passagiere undenkbar, in einem Luftfahrzeug zu sitzen, dessen Rumpf sich mit der Flügelschlag-Frequenz auf und ab bewegt. Will heißen, eine der konstruktiven Vorgaben für einen marktfähigen, bemannten Ornithopter ist, dass der Rumpf während des Fluges auf gleicher Höhe bleibt.

Adalbert Schmid hatte dieses Ziel 1942 erreicht, indem er an seiner SC-28 Wolke 2 (ein Grunau-Baby Segelflugzeug) zusätzlich zur festen Tragfläche so genannte Triebsschwingen anbrachte. Mit nur 3,6 PS eines kleinen Sachs motors konnte er vor den Toren Münchens eine Distanz von 900 Metern mit 60 km/h abfliegen, nachdem er zuvor mittels Windenseil auf zwanzig Meter Flughöhe geschleppt worden war. Schmid bewies damit, dass der Vortrieb durch Triebsschwingen effizienter war

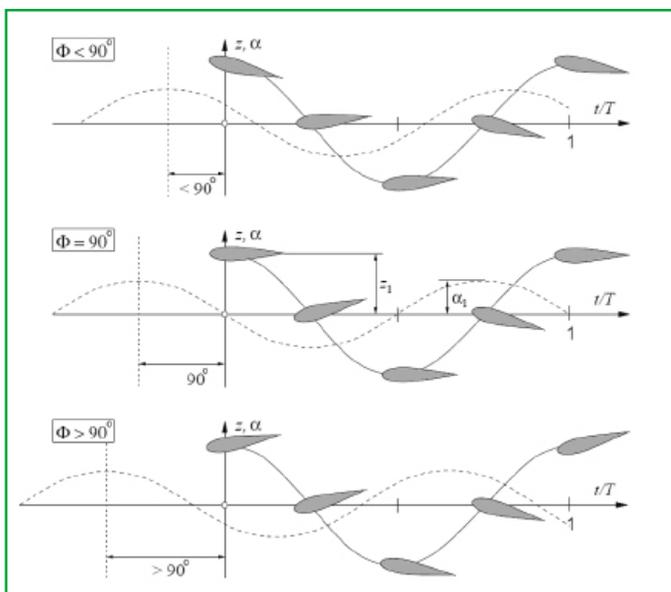


Der Vogelflug
als Grundlage der Fliegerkunst.
Illustration Otto Lilienthal

Flügel eines Storches

beim Abwärtsflug

beim Aufschlagflug



Bewegungsablauf einer kombinierten Hub/Drehbewegung bei einer Phasenverschiebung
Matthias F. Neef, 2002, Dissertation Analyse des Schlagfluges durch numerische Strömungsberechnung. TU Braunschweig, Institut für Strömungsmechanik



Doppel-Hubflügel mit maximaler Huböffnung (oben), in Mittelstellung (Mitte) und in engster Stellung (unten); man beachte auch die jeweiligen unterschiedlichen Einstellwinkel .

als ein Propeller, zumindest im langsamen Flugbereich, denn für einen Horizontalflug mit Propellerantrieb wären um zehn bis zwölf Pferdestärken notwendig gewesen.

Obwohl er mit einem 6 PS-Motor schließlich 80 km/h schaffte, versank seine Idee in den Schubladen des Reichkriegsministeriums; man hatte bereits andere Flugzeuge für Aufklärungsmissionen.

Karl-Heinz Helling aber wollte nicht nur einem konventionellen Luftfahrzeug den Propeller durch Schwingen ersetzen, sondern Auftrieb und Vortrieb konstruktiv insgesamt neu definieren, weil er dadurch einen weit besseren Wirkungsgrad und niedrigeren Fluglärm erwartete.

Vom Schwingen- zum Hubflügel

Der vogelähnliche Flug an sich nichts Neues. Leonardo da Vinci hatte 1485 erste Zeichnungen für ein Luftfahrtgerät gemacht, das er als Schwingenflügler konzipierte. Die Luftschaube skizzierte er übrigens acht Jahre später, als er 1493 sein Hubschrauber-Konzept entwickelte. Geräte anderer Luftfahrtpioniere, wie die von Otto Lilienthal (großer Schlagflügel-Apparat, Apparat Nr. 17, von 1895) oder von Dr. Alexander Lippisch (Muskelkraft-Schlagflügler; flog 1929 die erstaunliche Distanz von 250 m), waren stets mit einem gravierenden Nachteil behaftet, der in der mechanischen Mimik lag, da die Flügel, die

wie ein Oberarm um ein Achselgelenk schlagen, gleichzeitig dabei in sich verdreht werden und die Schwankungen des Auftriebes durch unterschiedliche Anstellwinkel innerhalb der Schlagperiode berücksichtigt werden musste. Technisch ist das heute nicht machbar, da man einen Flügel mit der geforderten Profiltreue und Oberflächengüte nicht in sich verdrehen kann.

Hellings Patent von 1990 beschreibt die Lösung, die den Ornithopter als Luftfahrtgerät realisierbar machen sollte: „Der Schlagflügel ist zugleich Tragflügel. Er ist starr und in sich nicht verdrehbar. Eine Kinematik, angetrieben von einem Kurbeltrieb, bewegt über einen Flügellenker den Schlagflügel an allen Stellen der Spannweite mit gleicher Amplitude sinusförmig auf einer Kreisbahn auf und ab. Während dieser Bewegung wird der Schlagflügel um seine Querachse periodisch gedreht.“ Später nannte Helling den Schlagflügel korrekterweise Hubflügel.

Die große Idee aber, die zum wahren Durchbruch verhalf, war Hellings Erkenntnis, dass die Sinuskurve der Hubflügelbewegung durch eine zweite, um 180 Grad versetzte, zu ergänzen ist, die die Auftriebsschwankungen exakt kompensiert. Aus heutiger Sicht scheint das ganz einfach, weil logisch: Man setzt einen zweiten Hubflügel dazu und das Problem ist gelöst. Es löst auch ein weiteres schwerwiegendes Problem: Die Massenkräfte aller bewegten Teile heben sich auf. Das System schüttelt nicht.

Die technische Umsetzung des Doppel-Hubflügels begann mit ersten Zeichnungen im Jahre 2007. Helling war schnell klar, dass der doppelte Hubflügel in der Prototypenphase nicht mittels Hubflügel starten konnte. Also sollte ein konventioneller Klapp-Propeller in der Startphase für den notwendigen Schub sorgen, um nicht ein unverhältnismäßig hohes Fahrwerk anbringen und die Drehamplitude der Flügel extrem erhöhen zu müssen.

Erstflug des Doppel-Hubflügels

Das erste ferngesteuerte Modell eines möglichen ULs im Maßstab 1:4 machte am 14.7.2008 seinen Erstflug. Der große Moment wurde

von Hellings Freunden vom Modellflugclub Rossendorf mit großem Interesse verfolgt. Als Helling ankündigte, in sicherer Höhe zum ersten Mal den Propellerantrieb auszuschalten und gleichzeitig die Hubflügel aktivieren zu wollen, herrschte gebannte Stille auf dem Modellflugplatz, nur um kurze Zeit später von Hurrufen erfüllt zu werden, als jedermann sah, wie die HE209 alleine durch die Kraft der Hubflügel angetrieben wurde, während der Rumpf wie auf einer Schiene geführt stabil und schwingungslos die ferngesteuerten Kurven flog.

Danach wurden mehrere Male V-Form und Einstellwinkel der Hubflügel und des Leitwerks optimiert, die Drehamplituden angepasst sowie die Schlagfrequenz durch unterschiedliche Motoren, Getriebe und Akkuspannungen variiert. Maßgebend dafür waren die Aufzeichnungen des Loggers, der wie eine miniaturisierte Blackbox die Flug- und Energieverbrauchs-Daten registrierte.

Die Auswertungen übertrafen alle Erwartungen. Karl-Heinz Helling meint dazu nur: „Die aufgezeichneten Daten sagen eigentlich alles. Ich kann nur ergänzen, dass konservativ gerechnet mit dem Doppel-Hubflügel tatsächlich nur die Hälfte der Energie benötigt wird. Das heißt, entweder kann man bei gleichen Parametern doppelt so lang bzw. weit fliegen, oder kommt mit der Hälfte der Akku-Kapazität aus.“

Und was geschieht bei Motorausfall? Erstens behält der Doppelflügler in jeder Hubstellung seine stabilen Flugeigenschaften. Zweitens stellen sich die Hubflügel automatisch oder notfalls durch Handbetrieb auf Start- bzw. Landstellung. Dank der ausgezeichneten Gleitzahl 19 kann der Doppel-Hubflügler wie ein Segelflugzeug gelandet werden.

Als Nächstes ist ein Doppel-Hubflügel Ultraleicht in der 120 kg-Klasse auf dem Reißbrett in Arbeit. Doch dazu wünscht sich Karl-Heinz Helling einen Hersteller, dem er gerne als Mitarbeiter oder auch nur als Berater zur Verfügung steht. „Mir geht es nicht ums Geld. Mir genügt, wenn ich eines Tages miterleben kann, wie ein Pilot mit dem Doppel-Hubflügel abhebt und seine Runden dreht.“

Fazit

Im Falle des hellingschen Doppel-Hubflügels muss man auch die kritische Tatsache in Betracht ziehen, wonach ein Produkt am Markt nur dann Erfolg haben kann, wenn es eine positiv Affinität generiert. Ob ein Luftfahrzeug, das mit Hubflügeln ausgestattet ist, auf dem Vorfeld je als „gesellschaftsfähig“ empfunden wird, steht auf einem anderen Blatt.

Zum Zweiten wird auf dem gleichen Blatt auch stehen, ob die in der Luftfahrt engagierten Entscheider mutig genug sind, etwas Neues akzeptieren zu können, das den gewohnten Design-Vorstellungen widerspricht.

Drittens wird abzuklären sein, wie sich die instationäre Strömung der Hubflügel auf die Beanspruchung der Hubmechanik bei einem 120 kg UL mit rund acht Meter Spannweite bzw. bei einem größeren und schwereren 200 km/h schnellen Flugzeug auswirken wird. Das heißt, auch die Resonanzfrequenzen aller relevanten Bauteile müssen deutlich über der Hubfrequenz liegen.

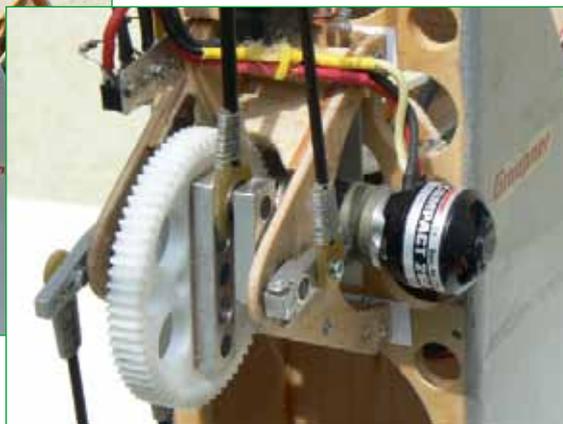
Viertens wird der im Projektstadium befindliche 120 kg Doppel-Hubflügel nur einmotorig gebaut, um mögliche Hindernisse bei der Zulassung mit zwei Motoren zu vermeiden. Obwohl die 115 kg-Regel der USA (FAR Part 103) keine Motorzahl definiert, darf ein Ultraleicht bzw. ein LSA in den meisten Ländern nur einmotorig betrieben werden.

Fünftens ist klar, dass vom heutigen Modell HE209 noch ein langer und kostspieliger Weg zu gehen sein wird, bis ein Testpilot zum ersten Mal nach dem Start vom Propeller auf Hubflügel umschalten wird.

Wenn man jedoch bedenkt, dass Yuneec-Chef Tian Yu seinen Elektro-Doppelsitzer e430 im vergangenen Jahr in weniger als 90 Tagen vom Reißbrett in Schanghai zur Flugvorführung in Oshkosh gebracht hat, dann sollte man vielleicht besser nicht zu lange warten, bis man sich für eine Kooperation mit Karl-Heinz Helling entscheidet, denn auf der positiven Seite der Bilanz steht unmissverständlich, dass sein Doppel-Hubflügler im Vergleich zum Propeller-Flugzeug in der Tat nur die halbe Antriebsleistung benötigt und flüsterleise ist.

Sicher ist auch, dass der hellingsche Doppel-Hubflügel zur richtigen Zeit flügge geworden ist. Selbst konventionelle Denker sind heute offen für neue evolutionäre Lösungen, die im Sinne von e-flight, von Energie-Effizienz und geringer Lärmentwicklung den Weg in die Zukunft weisen.

Werner Pfändler «

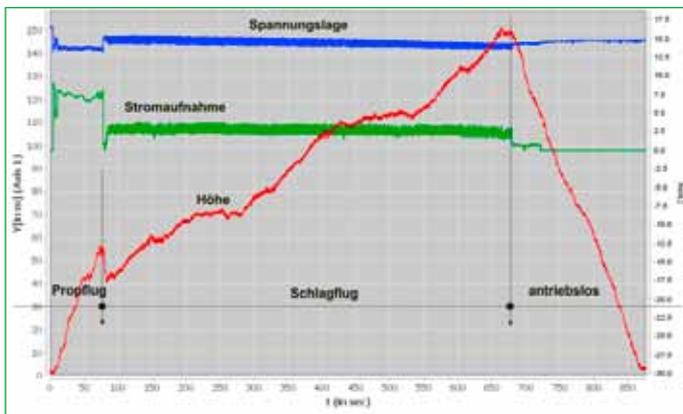


Mechanismus des Doppel-Hubflügels:

die zum oberen Flügel führende Anlenkung des Einstellwinkels ist im linken Bild gut erkennbar. Rechtes Bild: Motor mit Planetengetriebe und Kurbelwelle für den Hub und Einstellwinkel.

Vita: Karl-Heinz Helling

» Dipl. Ing. Karl-Heinz Helling
 1936 in Illmenau, Thüringen
 Mechanikerlehre, danach
 Oberschule mit Abi.
 1957 – 1961 Studium, Flugzeug-
 Gerätebau, Dresden
 1961 – 1963, ehemalige Siebel
 Flugzeugwerke, Schkeuditz/
 Flughafen Leipzig
 1963 – 2000 Konstrukteur,
 von Ardenne Anlagentechnik
 Dresden, die letzten Jahre
 Chefkonstrukteur
» Fliegerisch
 1952 Segelflug /PPL C
 1990 Drachenfliegen sofort nach
 der Wende
 1991 Bleidiesel Minimum
 1994 UL Dreiachser-Lizenz (Deutscher Vizemeister und Teilnehmer der
 Weltmeisterschaft)
 Seit der Schulzeit bis heute Modellflug, u.a. Mitglied der DDR -
 Nationalmannschaft F3A Motorkunstflug (Modell im Segelflugmuseum
 Wasserkuppe), sowie F3B Segelflug. In beiden Klassen mehrfacher
 DDR-Meister. Mitglied des MFC Rossendorf.



Logger-Aufzeichnung eines Doppel-Hubflügel-Fluges: während die Spannung in der Hubflügel/Schlagflug-Phase leicht ansteigt (blau), registriert die Stromaufnahme (grün) weniger als die Hälfte im Vergleich zum Propflug, ganz links, 0 - 75 Sekunden.

Karl-Heinz Helling: Erfolg nach einem Vierteljahrhundert Entwicklungsarbeit für eine Idee, die im traditionellen Luftfahrzeugbau längst ad acta gelegt wurde.



Technische Daten & Infos

» Name, Kategorie, Preis:

Hersteller	Helling
Kategorie	Entenflügler mit Doppel-Hubflügel Klapp-Propeller für Startroll- und Abhebe-Phase Modell eines ULs im Maßstab 1:4
Spannweite Hubflügel	2 m
Tragflächen insgesamt	1,00 qm (2 Hubflügel zusammen 0,75 qm, Entenflügel 0,25 qm)
Hubweg je Flügel	22,5 cm
Gewicht incl. Akku	1,9 kg
Antrieb	2 bürstenlose Elektromotoren
Motor Propeller	Graupner Compact 300
Motor Hubflügel	Graupner Compact 260
Getriebe Hubmotor	Reisenauer Micro Light 13:1
Wirkungsgrad	31% mit Propeller
Wirkungsgrad	89% mit Hubflügel
Hubfrequenz	5 Hertz
Gleitzahl	19
Lärmemission	leichtes Windgeräusch der Hubflügel, (Prototyp: Geräusch des Eigenbau-Zahnradgetriebes)

» Projekt 120 kg-Klasse

Einmotoriges Elektro-UL mit Doppel-Hubflügel in Projektierung

Spannweite	7,5 m
Streckung	15
2 Tragflächen	à 3,77 qm (für Vmin 64 km/h)
Flügelprofil	modifiziertes Clark Y
Entenflügel	2,0 qm
max. Abfluggewicht	200 kg
Leergewicht	120 kg
Vreise	100+ km/h
Vstall *	< 64 km/h
Motorleistung	> 10 kW Propellerbetrieb **
Motorleistung	< 5 kW Hubbetrieb **
Leistungsbedarf Vreise	4,3 kW (100 km/h)

* = Sowohl im Propeller- wie auch im Hub-Modus gibt es keinen vollständigen Strömungsabriss. Die Maschine nickt lediglich über den gestellten Entenflügel, um wieder Fahrt aufzunehmen. Damit ist dieses Flügelkonzept auch trudelsicher.

** = einmotorig mit entsprechendem Getriebe für Propeller- oder Hub-Betrieb

» Helling Hubflügel

1986	SF1
1991	SF2 Rohbau
1992	SF3 und SF4 Projekte
2002	SF5
2004	SF6 und SF7 kleine Depron - Modelle
2005	SF8
2007	SF9 Konzept Doppel-Hubflügel
2008	SF9, 14.7.08 Erstflug des Prototypen
2010	SF9 – HE209 in optimierter Form

SF1, 2, 5, 7 und 8 befinden sich im Lilienthal-Museum in Anklam.

» Kontakt

Helling Hubflügel
 Dipl. Ing. Karl-Heinz Helling
 Hermann-Lörs-Str. 10a
 01328 Dresden
 Tel. +49-351-268 0677
 helling-hubfluegel@gmx.de



SF8-Modell aus dem Jahr 2005



Doppel-Hubflügel HE209: Die vier Aufnahmen eines Vorbeifluges zeigen die unterschiedlichen Hub- und Einstellwinkelstellungen sowie den zusammengeklappten, ruhenden Propeller vor dem Entenflügel.

Ornithopter

„Der vogelähnliche Flug ist die letzte offene aviatische Disziplin.“

Obwohl die biologischen Vorbilder, Vögel, Fledermäuse und Insekten, sich seit Millionen von Jahren durch Flügelschlag fortbewegen, sind die technischen Mechanismen dieser Bewegungsform offenbar noch nicht vollständig verstanden und daher auch nicht technisch einsetzbar.

Da der Flügelschlag eines Vogels eine komplizierte Bewegung im dreidimensionalen Raum ist, lässt er sich nicht mit der stationären Umströmung eines ortsfesten Tragflügels beschreiben, der sich mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt wie z.B. bei Verkehrsflugzeugen.

Der Ornithopter ist ein Schwingflügel-Flugzeug. Der Auftrieb und/oder Vortrieb wird durch Bewegung der Tragflächen erzeugt. Seit den Anfängen der bemannten Luftfahrt werden mit

Schlagflügelapparaten Flugversuche gemacht, die meistens nicht oder wenig erfolgreich sind. Eine Bedeutung hat der Ornithopter bisher nur im Bereich des Experimental- und Modellflugs erlangt.

Um einen Ornithopter zum Fliegen zu bringen, ist es notwendig, eine gekoppelte Schlag-, Dreh- und Längsbewegung zu realisieren. Auftrieb und Vortrieb werden beim Ornithopter durch Auf- und Abschlag der Flügel erzeugt.

(Quelle Wikipedia).

Durch die Erfindung von Karl-Heinz Helling sind die Ornithopter-Theorien nicht obsolet geworden, sie müssen nun aber durch die theoretischen und praktischen Erkenntnisse aus der Hubflügel und Doppel-Hubflügel Arbeit von Karl-Heinz Helling richtungsweisend ergänzt werden. WP.

Ornithopter Historie

1485 Leonardo da Vinci (1452-1519) – Ornithopter Skizzen

1784 Carl Friedrich Meerwein (1737-1810) – erster Ornithopter-Gleitflug der (deutschen) Geschichte endete mit Bruchlandung

1870 Gustave Trouvé – erste erfolgreiche Ornithopter-Modelle

1890 Lawrence Hargrave – Dampf- und Pressluftgetriebe Ornithopter-Modelle, Schlagflügel kombiniert mit starren Tragflächen

1893 Otto Lilienthal – Schlagflügel Patent, Ruderflug mit bewegten Flügeln

1895 Otto Lilienthal – 2. großer Schlagflügel-Apparat, Apparat Nr. 17, Kohlensäuremotor

1908 Alexander Keith und Jose Weiss – Ornithopter-Patent; Fußpedalen und Armhebel für Flügelschlag

1929 Dr. Alexander Lippisch – Muskelkraft Schlagflügler: 250 m Horizontalflug nach Windenstart

1940 Dr. Erich von Holst – frei fliegende Vogelmodelle

1940 Dr. Erich von Holst – Triebflügel-Projekt, zwei in der Längsachse angeordnete, gegenläufige Vierblatt-Rotoren in Flügelform, die gleichzeitig für Vor- und Auftrieb sorgten.

1942 Dr. Alexander Lippisch – Reichsmodellflugschule Rothenburg ob der Tauber: Entwicklung von Trieb-schwingen, nur Vortrieb, kein Auftrieb

1942 Adalbert Schmid – SC-28, Trieb-schwingen zum Vortrieb am Grunau-Baby – 3,6 PS Sachs-Motor für Horizontalflug mit 60 km/h (6 PS, 80 km/h); erster bemannter Ornithopter, der einen Horizontalflug schaffte.

1942 Bedford Maule – Muskelkraft-Ornithopter, Schleppstart, kurze Flüge

1947 Adalbert Schmid – Ornithopter-Projekt mit schlagenden Flügelspitzen, 10 PS, für berechnete 100 km/h

1953 Arno Vogel – Schwingenflugzeug Vox 1

1954 Arno Vogel – bemanntes Schwingenflugzeug Vox 2

1959 Emil Hartmann – Muskelkraft-Ornithopter

1965 Wilhelm Schmidt – 200 km/h Motorsegler mit Wellpropeller (Schlagrudern oder Schlagflügel) theoretische Studie

1981 Joe Cinquanta – stellt seinen Muskelkraft-Schwingerflügler in Oshkosh aus. Der Amerikaner Cinquanta wird hier stellvertretend für die vielen unbekanntesten Ornithopter-Entwickler genannt, deren Apparate bemannt und unbemannt nie geflogen sind

1988 Paul McCready – Ornithopter: 5,5m Modell des Pterodaktylos* für Hollywood-Film, flog ferngesteuert übers Death Valley.

1992 Jeremy Harris und Prof. James DeLaurier, Uni Toronto – sieben wissenschaftliche Ornithopter-Veröffentlichungen

1993 Vladimir Toporov – Muskelkraft Ornithopter

2006 Yves Rousseau – beim 212. Versuch mit Muskelkraft Ornithopter fliegt er 64 m; beim 213. abgestürzt.

2006 Jeremy Harris und Prof. James DeLaurier – UL-TAS, Ornithopter No. 1 fliegt im Groundeffekt.

* = Der Pterodaktylos Flugsaurier lebte vor 165 Millionen Jahren. Mit 11 m Spannweite war er der größte Vogel aller Zeiten.

Nachwort

Flügel - Das Magazin dankt Karl-Heinz Helling und seinen Freunden im Dresdner Modellflug Club Rossendorf für die Mitarbeit an dieser Reportage. Der Hubflügel ist nicht nur ein zukunftsweisendes Projekt, er ist auch ein Ansporn für alle, die sich im Flugzeugbau für effizientere aerodynamische Lösungen einsetzen. Die Realisierung des Helling Hubflügels zeigt aber auch, dass der geniale Denker und Entwickler alleine selten fähig ist, ein Projekt zu realisieren. Er ist Team-Arbeit, die zum Erfolg führt. Und so gebührt ein Teil der Anerkennung, die im Großen unbestritten an die Adresse von Dipl. Ing. Karl-Heinz Helling geht, auch dem MFC Rossendorf und Professor Dr. Heino Iwe von der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Dresden.

Februar 2011 - Werner Pfändler