Auszug aus dem Buch
Adolf Piskorsch, Bewegte Schwingen, Zeitlupenbilder vom herrlichen Schwingenflug der Großvögel
Selbstverlag, Sontheim an der Brenz, 1975

Ing. Jakob Goedecker Mainz- Gonsenheim ein Schwingenflugpionier der dreißiger Jahre.
Im Oktober 1936 hatte ich im "Deutschen Sportflieger" die Schwingenflugmodelle Goedeckers besprochen. Leider hatte ich sämtliche Bildunterlagen verloren und so kann ich jetzt nur darauf hinweisen. Schon 1929 entstand das erste erfolgreiche Schwingenflugmodell Urvogel mit einem rotierenden Schlagflügelpaar. Dann folgten die Modelle Möwe Seeschwalbe und Albatros. Und 1934 brachte er dann das letzte Modell Urvogel II mit der "freien Kopplung Urvogel III hatte eine Spannweite von 1,7 m und die zurückgelegte Flugstrecke (mit Gummimotor) betrug 80 Meter ! Der große Vorteil der "freien Kopplung" besteht darin, daß dieselbe nicht nur für Modelle, sondern auch für bemannte Flugzeuge verwendbar ist. Diese Antriebsvorrichtung besteht im wesentlichen darin, daß die Flügel unabhängig von dem Antriebsmechanismus bewegt werden können, auch ist der Hub der Flügel nach oben und unten nicht begrenzt. Den Flügeln wird nur jeweils, wenn sie durch die Mittellage schwingen, der Kraftimpuls erteilt. Hierdurch wird erreicht, daß die Energie der schlagenden Flügel in keinem Augenblick gehemmt wird, wie dies bei jedem direkten Kurbelantrieb der Fall ist.

In der 12. Fortsetzung meines Artikels ging ich zwar ausführlich auf Goedeckers Patent der "freien Kopplung" ein, aber ich ziehe es vor Goedeckers eigene Beschreibung der "freien Kopplung" (veröffentlicht im Flugsport 1934 Nr. 25) hier zu bringen:

"Die freie Kopplung"

Eine neue Antriebsvorrichtung der Flügel bei Schwingenflugzeugen.

In Heft 3 der "Flugsport" vom 1.2.33 habe ich die bis zu diesem Zeitpunkt gesammelten Erfahrungen mit meinen Schwingenflugmodellen zusammengestellt. Wie daraus zu ersehen ist, sind einige Fragen, wie z.B. der Antrieb der Flügel durch die Gestänge, die Verwendung einer Schwungmasse, das Abstimmen der Schwingungszahl durch Anbringen eines Regulators und noch anderes damals ungeklärt gewesen.
Ganz besonders hat mich daher in der Zwischenzeit die Frage des Antriebs der Schwingen beschäftigt. Mein Modell "Urvogel I",welches ich in Heft 25 und 26 des " Flugsport " 1931 beschrieben habe, hat einen Antrieb durch gezogenen Gummi und in Kegelform rotierenden Flügel. Bei dieser Antriebsform haben weder die Massen der Flügel noch ihre Spannweite besondere Schwierigkeiten gemacht, im Gegenteil, die Flügel arbeiten mit ganz geringer Antriebskraft und ihre Bewegung hat keinen störenden Einfluß auf die Stabilität des Fluges. Da die Natur jedoch diese Rotationsbewegung der Flügel bei einem größeren Flieg nicht anwendet, so habe ich versucht, bei anderen Modellen den Flügeln eine

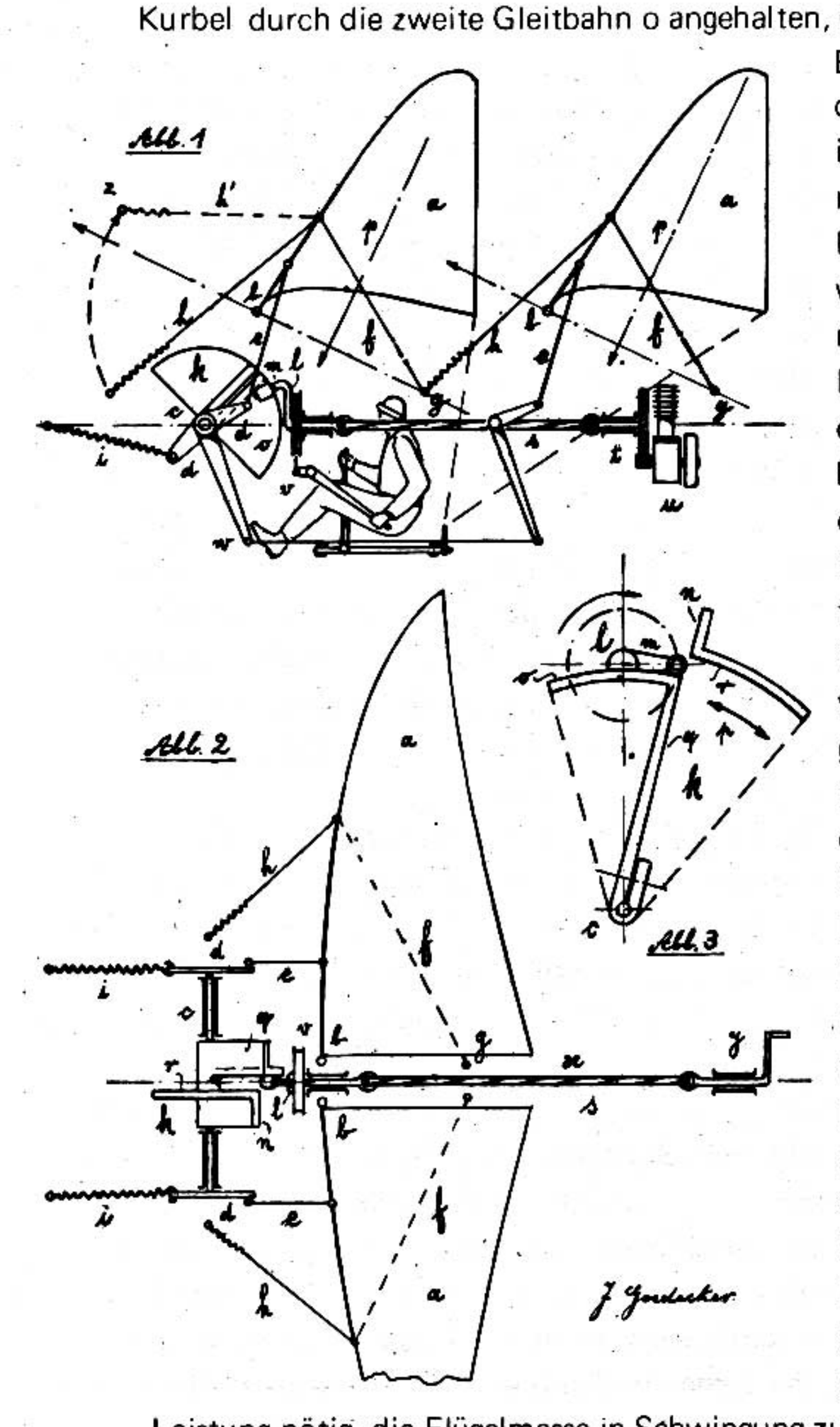
auf und ab schlagende Bewegung zu geben. Trotzdem die Flügel und die Kurbelwelle meiner Seeschwalbe ganz besonders leicht sind, ist es mir nicht gelungen, mehr als drei Flügelschläge beim Flug zu erzielen. Meistens kam das Modell nicht über einen Flügelschalg hinaus. Es mußte ein besonderer Umstand mitspielen, weshalb die Flügel bei ganz stark aufgezogenem Gummimotor nur zweimal die Totpunkte überwinden konnten. Ich versuchte damals durch Anbringen einer Schwungmasse den Fehler zu beheben und baute deshalb das Modell Möve, welches ebenfalls in Heft 25 des'Flugsport" 1931 abgebildet ist. Damit das Schwungrad bei geringerem Gewicht möglichst viel lebendige Kraft habe, wurde es direkt durch den schnellaufenden Gummimotor angetrieben, während die Flügel durch eine langsamer laufende Kurbelwelle angetrieben wurden. Alle Teile sind auf Kugellagern montiert und die Reibung sehr gering. Der Erfolg war, daß die Flügel nur 10 Flügelschläge ausführen konnte, und man beobachtet, daß dieselben in den Totpunkten nicht wie Vogelflügel schlagen, sondern eine ganz merkwürdig langsame Umkehrung der Bewegungsrichtung zeigten. Bei beiden obengenannten Modellen ist der Gleitflug auch mit Flügelschlag stabil, jedoch bei dem Modell Möve ist ein Vortrieb nicht festzustellen. Es war mir klar, daß Fehler in der Antriebsvorrichtung der Flügel vorhanden sind.

Die lebendige Kraft der Flügel wird immer größer sein als die des Antriebes. Sobald man rotierende Flügel durch einen rotierenden Motor antreibt, machen die zu bewegenden Massen keine Schwierigkeiten. Rotierende Flügel lassen sich aber auch durch einen schwingenden Motor, z.B. Drucklufzylinder oder Ruderapparat, antreiben. Die ausprobierten Motoren übertragen jedoch durch eine rotierende Welle ihre Kraft. Es ist also von Wichtigkeit, festzustellen, wie große, langsam schlagende Flügel durch einen schnellaufenden, rotierenden Motor angetrieben werden können, denn nur ein solcher kommt vorläufig in Frage. Auch für die Modelle steht uns kein besserer Kraftakkumulator zur Verfügung als der Gummimotor, welcher auch ein rotierender Antrieb ist.

Nach dem Patent Schieferstein müssen die Flügelschwingungen auf die Tourenzahl der Antriebskurbel abgestimmt sein. Dies ist leichter gesagt als in der Praxis ausgeführt. Kein Motor wird in der Tourenzahl so reguliert werden können, daß diese mit derjenigen der Flügel genau übereinstimmt. Eine Störung in der Benzinzufuhr und schon würde die Abstimmung versagen. Die Massenbeschleunigung der Flügel und der Luftwiderstand setzen dem Antrieb eine immer wechselnde Kraft entgegen. Beim Modell ist es noch schwieriger zu erreichen, weil der Gummimotor in seiner Leistung nicht konstant ist. Die Flügel schwingwillig zu machen, ist durch entsprechende Federn leicht zu erreichen. Außerdem schlägt Schieferstein eine lose Kopplung vor zwischen der rotierenden Welle und den schwingenden Flügelmassen. Je loser die Kopplung ist, desto geringer sind natürlich die Kräfte, welche übertragen werden können. Je fester man aber die Kopplung macht, desto größere Kräfte kann man übertragen. Hier handelt es

sich um die Übertragung großer Kräfte, weil die schwingenden Maschinenteile, die Flügel, eine sehr geringe Winkelgeschwindigkeit haben. Die festeste Kopplung wäre also z. B. eine Kurbelstange. Auf keinen Fall darf man versuchen, die Flügelmassen in ihrer natürlichen Schwingung zu stören. Man muß ihnen nur den Impuls in dem richtigen Moment erteilen und sie im übrigen ganz frei schwingen zu lassen, sonst würde man unzulässige Beanspruchungen der Flügel herbeiführen. Aus diesem Grund ist also die Verwendung einer Kurbelstange zwischen Kurbel und Flügel falsch, die lose Kopplung beim Schwingenflugzeug nicht brauchbar und die Abstimmung unmöglich.
Ich baute ein neues Modell " Urvogel II " und zwar mit "freier Kopplung". Zuerst mußte selbstverständlich die feste verbindung zwischen Kurbelwelle und Flügel wegfallen, damit die Flügel einen beliebig großen Hub ausführen können. Bei kräftigen Antrieb können dieselben weiter ausschwingen, und bei großem Luftwiderstand der Flügel, d. h. bei großer Dämpfung der Schwingung, wird der Hub entsprechend kleiner. Man hat es also in der Hand, durch entsprechende Dämpfung die zu stark aufgeschaukelten Schwingungen bei entsprechender Steuerung der Flügel abzufangen und diese abgebremste Energie zum Vor - oder Auftrieb zu verwenden anstatt dieselben bei fester Kopplung in Beanspruchung der Flügel und des Antriebes nutzlos zu verbrauchen. Gleichzeitig mußte erreicht werden, daß die beiden Flügel relativ zum Rumpf gleiche Schwingungen und gleichen Hub ausführen. Das neue Modell Urvogel II hat also die beiden Flügel a, wie nachstehend schematische Zeichnung Abb. 2 zeigt, in zwei Kugelgelenken b gelagert. Eine Welle c quer zur Flugrichtung trägt auf jeder Seite einen Hebel d., welche mit den beiden Flügeln durch je eine Schubstange e verbunden sind. Die Welle ist in diesem Falle eine schwingende Welle, und ihr Hub ist so bemessen, daß jeder Flügel einen Winkel von 90° ausführen kann. Der Flügel würde in dem Kugelgelenk auch nach vorne und hinten schwingen können, wenn nicht eine besondere Verspannung f demselben nur einen bestimmten Weg gestatten würde. Diese Verspannung ist an einem Punkte g befestigt, welcher bedeutend tiefer liegt als das Kugelgelenk b. Letzteres bezweckt, daß der Flügelholm nicht genau von oben nach unten schlägt, sondern von hinten oben nach vorne unten. Damit nun die Flügel im Fluge nicht nach oben klappen, ist eine elastische Verspannung h nach vorne unten angebracht, welche so bemessen ist, daß die Flügel in der Mittellage bleiben, wenn das Modell fliegt, Da die schwingende Welle mit den Flügeln durch die obengenannten Stangen e verbunden ist.,wird auch diese Welle in ihrer Mittellage bleiben. Die Verspannung h ist also die bekannte Entlastungsfeder. Die zweite Feder i, welche an einem Hebel d befestigt ist, könnte man Reonanzfeder nennen. Sie hat den Zweck, eine bestimmte Kraft auf die schwingenden Massen, d. h. Flügel, Welle und Verbindungsstangen, auszuüben. Durch stärkeres Anspannen dieser Feder läßt sich eine beliebige Schwingungsfrequenz der Flügel erreichen nach dem Gesetz : Kraft = Masse X Beschleunigung.

Jetzt genügt eine geringere Kraft, um die Flügel in Schwingung zu halten. Diese Kraft muß nur in dem richtigen Augenblick einsetzen, und zwar dann, wenn die Flügel durch ihre Mittellage schwingen. Um dies mechanisch auszuführen, habe ich auf der schwingenden Welle eine Kulisse k befestigt, welche durch eine Kurbelwelle l hin und her bewegt wird. Die Kulisse hat wie bekannt nicht zwei, sondern vier Gleitbahnen, die kreuzförmig angeordnet sind (s. Abb. 3). Der Kurbelzapfen m läuft vom unteren Totpunkt bis zum oberen auf der Gleitbahn n und hat auf diesem Weg der Kulisse einen Anstoß gegeben. Im oberen Totpunkt wird die Kurbel durch die zweite Gleitbahn o angehalten, und die Kulisse schwingt in ihrer Bewegungsrichtung weiter, bis die Massenenergie verbraucht ist. Durch die gespannte Resonanzfeder sowie die gespannte Entlastungsfeder wird der Flügel wieder in der Richtung p zurückschwingen, und die Kulisse läßt die Kurbel wieder frei, welche dadurch auf die dritte Gleitbahn q drückt und dieser wieder einen Anstoß, und zwar diesmal in der entgegengesetzten Richtung p gibt bis der Kurbelzapfen im unteren Totpunkt durch die vierte Gleitbahn r wieder angehalten wird.



Diese Kulisse in Verbindung mit der Kurbel nenne ich freie Kopplung mit Gegensatz zur losen Kopplung von Schieferstein. Die freie Kopplung habe ich in meinem Modell Urvogel II verwendet, und es ist erstaunlich, mit welcher Leichtigkeit der Gummimotor die Flügel antreibt. Die Spannweite des Modelles ist 1,90 m, und jeder Flügel wiegt ca. 50 g ohne Bespannung. Nach dem Schwingungsgesetz ist theoretisch keine Leistung nötig, die Flügelmasse in Schwingung zu erhalten, wenn Reibung und Luftwiderstand ausgeschaltet sind. Ist der Gummimotor schwach aufgezogen,

so entspannt sich derselbe vollständig, und die Flügelspitzen schwingen mit einem Hub von 1,3 m, also fast 90° Schlagwinkel, Daraus ersieht man, daß meine freie Kopplung auf die einfachste Weise eine automatische Abstimmung und einen sehr kräftigen Antrieb ermöglicht. Wenn die Flügel überzogen sind, ist selbstverständlich der Schlagwinkel und die Schwingungszahl kleiner. Es genügt, die Resonanzfeder entsprechend anzuspannen und den Gummiquerschnitt zu vergrößern, um eine beliebige Schwingungsfrequenz und eine beliebige Motorleistung zu erreichen. Durch Vergrößern des Hakenabstandes bei gleichem Gummiquerschnitt läßt sich die Laufdauer verlängern.

Ein besonderer Vorteil der freien Kopplung besteht darin, daß dieselben nicht nur für Modelle, sondern auch für bemannte Flugzeuge verwendbar ist. Wie dieselbe eingebaut wird, zeigt Abb. 1. Auch hier sind die Flügel durch Gestänge mit einer schwingenden Welle verbunden, auf welcher eine oder mehrere Kulissen befestigt sind. Jede Kurbel, die in eine dieser Kulissen eingreift, ist mittels eines kräftigen Gummistranges s mit einem Überstetzungsgetriebe t verbunden, welches durch einen schnellaufenden Motor von ca. 2 bis 5 PS Leistung angetrieben wird. Auf jeder Kurbelwelle sitzt außerdem eine Bandbremse v oder eine Scheibe mit zwei Rasten für Sperrklinken. Der Motor hat einen Regulator, welcher die Tourenzahl einigermaßen konstant hält und durch die Spannung des Gummistanges beeinflußt wird. Auf der schwingenden Welle ist noch ein Hand- oder Fußhebel w angebracht, der es dem Flugzeugführer ermöglicht, die Flügelschwingungen aufzuschaukeln, wenn es nötig ist. Es kann ein besonderer Gummistrang x, der mit dem Getriebe nicht verbunden ist, als Kraftakkumulator dienen, um den Start zu ermöglichen. Derselbe kann vor dem Start durch eine Vorrichtung y aufgezogenwerden.
Die Kostruktionsmöglichkeit bei Verwendung der freien Kopplung sind sehr groß. Man kann dieselben auch getrennnt in die Flügel einbauen, ähnlich dem Antrieb, den Piskorsch (s. "Flugsport" 1934, Heft 22) für pulsierende Treibflügel vorgeschlagen hat, mit dem Unterschieddaß die einfache Kulisse durch die kreuzförmige ersetzt wird. Es kann z. B. auch eine abgebogene Welle ebensogut wie eine Kurbelwelle verwendet werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß die schwingende Welle c und die Kurbelwelle 1 entweder rechtwinklig (s. Abb. 1 und 2) oder parallel (s. Abb. 3) zueinander gelagert werden. Die Kulisse kann auch im Flügel direkt eingebaut sein, oder umgekehrt kann der Gummistrang mit der Kurbelwelle im Flügel gelagert sein, was besonders bei Modellen mit großer Spannweite ein Vorteil sein dürfte, hauptsächlich, wenn dieselben ohne Rumpf oder schwanzlos gebaut sind. Um geringe Spannweiten zu erhalten, was insbesondere für bemannte Flugzeuge in Frage kommt, kann man mehrere, gleichzeitig schwingende Flügelpaare hintereinander anordnen, welche alle mit einer schwingenden Welle durch Gestänge oder Seilzüge ver-

bunden sind, wobei man nur einen Motor mit einer freien Kopplung auf diese Welle wirken läßt (s. Abb. 1). Die Vorteile dieser Anordnung sind: 1. kleinere Spannweite, 2. schmälere Flügel, dadurch 3. bessere elastische Anpassung, 4. leichtere Flügelkonstruktion, 5. höhere Schwingungsfrequenz und dadurch 6. günstigeres Übersetzungsverhältnis für das Getriebe am Motor und 7. kleinere Drehmomente in der freien Kopplung. Durch alle diese Vorzüge wird ein geringeres Baugewicht des Schwingenflugzeuges erreicht.
Bei der freien Kopplung ist zu beachten, daß die Kulisse eine gleichmäßige Schwingung macht, weil sie mit den größeren Massen verbunden ist, während die Kurbelwelle in jedem Totpunkt für kurze Zeit angehalten wird, weshalb ihre Masse möglichst klein sein muß was kostruktiv sehr gut möglich ist. Der Stoß, welcher jedesmal beim Anhalten auftritt, wird dadurch gemildert, daß der Kurbelzapfen eine auf Kugellagern gelagerte Rolle aus Gummi trägt.

Ein weiterer Vorteil der freien Kopplung ist folgendes: Sobald die Kurbelwelle durch die Bandbremse und die Sperrklinken in einem der beiden Totpunkte durch den Flugzeugführer angehalten wird, ist die Kopplung vollständig ausgeschaltet, so daß die Flügel durch ihre Federverspannung beliebig weit schwingen können. Es muß natürlich dafür gesorgt sein, daß der Motor zugleich von dem Gummistrang abgekuppelt wird. Das Flugzeug kann dann bei günstigem Aufwind weiter segeln, und die Flügel bleiben dabei elastisch in der Mittellage. Ist der Wind böig, kann der Flieger versuchen, ob die Energie der Windstöße, welche sich in der Spannung der Federn aufspeichert genügt, über ebenem Gelände einen Höhengewinn zu erreichen.
Die nötige Leistung des Motors schätze ich auf 2 PS, wenn das Flugzeug bemannt ca. 150 kg wiegt. Ich nehme an, es handelt sich um ein gutes Segel- Schwingenflugzeug von ca. 12 m Spannweite, welches eine Sinkgeschwindigkeit von 0,8 m/Sek. hat. Für den horizontalen Flug wären dann 150 X 0,8 = 120 mkg/Sek. nötig. Die Verluste durch den Antrieb betragen ca. 20%, demnach Mindestleistung 150 mkg/Sek. = 2 PS. Die Versuche mit meinem Modell Urvogel I bestädigen die Richtigkeit dieser Annahme, da dieses Modell 0,414 kg wiegt und 0,49 mkg/Sek. zum Horizontalflug benötigt (s. "Flugsport" 1931. Heft 26, Seite 562).

Aber auch dieses Projekt eines manntragenden Schwingenflieger wurde bis heute nicht realisiert - weder mit Muskelkraft noch mit Motorkraft ! Es stecken doch noch zu viele Schwierigkeiten und Rätsel in diesem Schwingenflugproblem . . .

In der flugtechn. Zeitschrift " Der Deutsche Sportflieger" 1938/VI veröffentlichte ich einen kurzen Artikel über

PREßLUFT - SCHWINGENFLUGMODELL CHALUPSKY

Schwingenflugmodelle wurden im "Deutschen Sportflieger" schon mehrfach besprochen, so im Heft 2 des Jahrgangs 1936 das Pause- Schwingenflugmodell, im Heft 10 des Jahrg. 36 Goedeckers Schwingenflugmodelle, sowie im Heft 6 und 9/1937 Brunners Schwingenflugmodell. Alle diese Modelle hatten eins gemeinsam: einen Gummimotor als Antrieb.
Heute will ich auf ein interessantes Schwingenflugmodell zu sprechen kommen, das als Antrieb einen Preßluftmotor besitzt. Der Konstrukteur dieses Modells ist ein alter Pratiker. Chalupsky befaßte sich schon einige Jahrzehnte mit der Lösung dieses Problems. Er schreibt mir unter anderem: "Nach vielem Nachdenken und zahlreichen Versuchen, die volle 18 Jahre dauerten, wurde die Aufgabe gelöst, und am 16. Juli 1930 flog mein erster mechanischer Vogel . . .
Vom Jahre 30 - 37 baute Chalupsky noch viele Modelle von 3 bis 4,5 kg Gesamtgewicht. Der Konstrukteur spricht wie folgt über seine Entwicklungsarbeit:

Ich habe schon längst eingesehen, daß die gedrehte Gummischnur mit gebogener Welle und mit allen diesem Betriebe anhaftenden Nachteilen kein passender Motor auch für kleine Schwingenflieger darstellt, und deshalb verfertigte ich nur Preßluftmotore mit Schieber- oder Ventilsteuerung. Beide lassen sich den Bedürfnissen der Flügel anpassen. Der Vogelflug erfordert einen speziellen Motor, der mit dem ähnlichen Gefühl die Flügel betätigt, wie es nur die Muskeln zustande bringen. Ich baute daher Preßluftmotore für schwingende Bewegung, die das Ausschwingen der Flügel gestatten und das Beharrungsvermögen der Flügel nicht beeinträchtigen. Die Flügelgelenke leiden nicht durch den harten Anprall in den Wendepunkten, da durch die Umsteuerung des Schiebers sich rechtzeitig unter dem Kolben ein Luftpolster bildet. Die Anwendung von Preßluftmotoren ermöglicht die Ausführung des ganzen Flugzeuges in viel größerem Maßstabe und Gewichte. Die Konstruktion meines Schwingenflieger war keineswegs eine Zufallssache. Zwei Haupthindernisse lagen im Weg. Das Erste war der Zweifel, ob einfache mit Stoff im ganzen bespannte Flügel, nach Art der Fledermäuse und Insekten, befriedigende Wirkung zeigen werden, und das Zweite war die Schwierigkeit der Stabilität. Nach Ansicht mancher Naturbeobachter ist der Vogelflug eigentlich labil, und die Stabilität wird nur durch ununterbrochene Aufmerksamkeit des fliegenden Wesens erhalten. Wäre dies der Fall, so wäre das Bestreben nach einem mechanischen Flugapparat ohne Lenker aussichtslos, da so ein Flugzeug zur Erde fallen müßte. Im Jahre 1912 konstruierte ich eine Helikoptere mit zwei Flügelpaaren, die abwechselnd auf und abwärts schlugen. Dieses Modell wurde im Jahre 1912 dem Österreichischen Flugtechnischen Verein vorgeführt