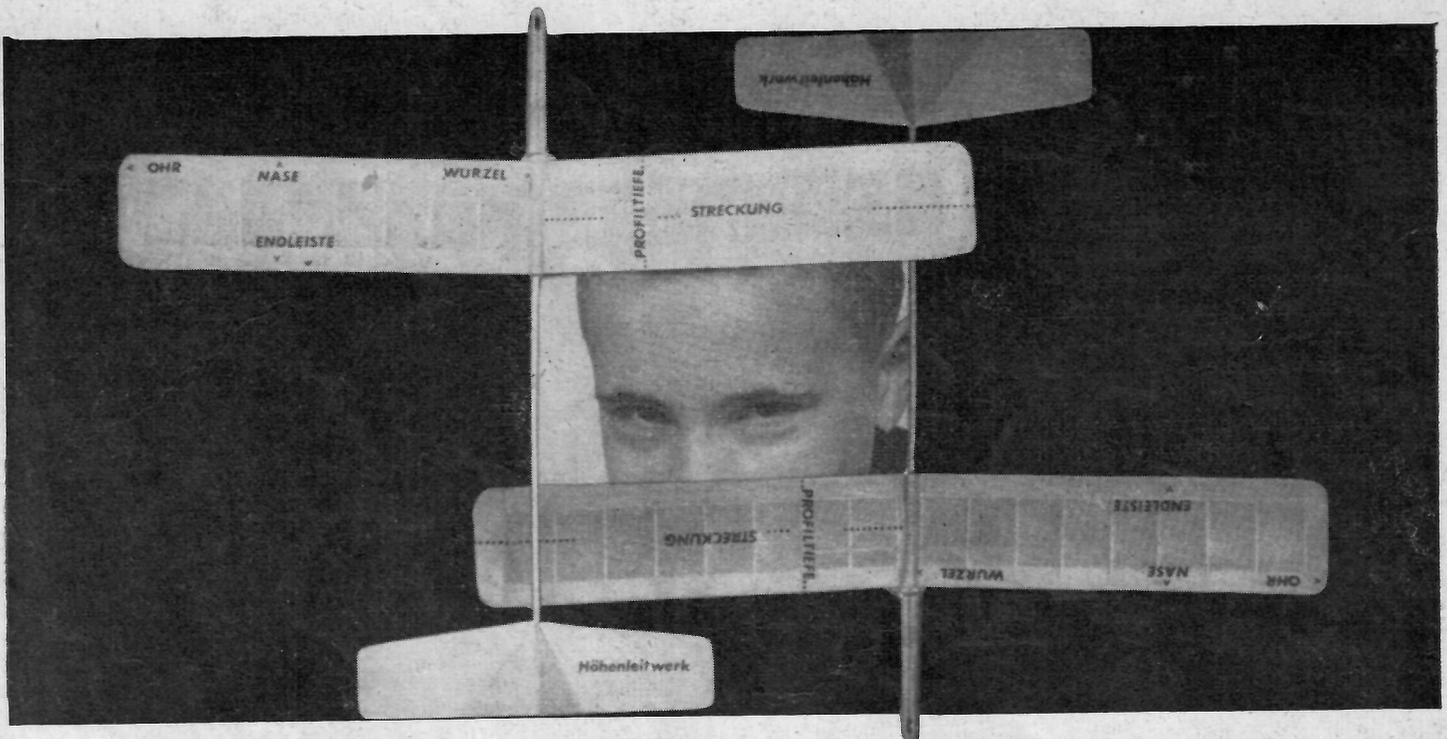


GEORG UND DER KLEINE UHU

Fragespiel WARUM und WIE über Flugphysik und Modellflug von den einfachsten Grundlagen bis zur Leistungskonstruktion



Wir kennen den Georg jetzt rund drei Jahre, seitdem er uns erstmals in einem Stuttgarter Radiogeschäft auffiel. Seine hervorstechenden Eigenschaften sind knappe Bürstenfrisur, völlig unamerikanisches, zaghaftes, fast schüchternes Wesen, im Hauptberuf Schlichter beim „Feger“, dem Lateinlehrer, vor dem ich selbst in meinen Jugendtagen am meisten Angst hatte — und im übrigen von einer klettenhaften Zähigkeit, die Dinge wirklich durchzuführen, die er sich in den Kopf gesetzt hat, selbst wenn er nichts davon versteht. Georg sagt nie nein — er gibt aber auch nie nach. Zuerst hatte es Georg mit der Elektronik, unter völlig hoffnungslosen Bedingungen. Aber im Lauf von zwei Jahren drehte sich das Mißverhältnis um und Georg blieb Sieger. Das Fernsteuerzeugs tat eines Tages — ich weiß nicht, ob Georg damals schon einen LötKolben hatte, aber das ist ja auch unwichtig, Marconi hatte ja schließlich auch keinen. „Jetzt kommt der gemütliche Teil der Vorstellung“, dachte damals Georg: Jetzt muß nur noch ein Modell her und dann kann das Fernsteuern losgehen. Was für ein Modell? Ein Flieger natürlich! Was für ein Flieger? Einer mit Motor natürlich! Eine Topsy, genauer gesagt! „Glaubst Du, daß Du eine Topsy einwandfrei fliegen kannst?“ fragten wir. „Die ist klein, rasch und nicht ganz das Richtige, um anzufangen.“ (Graupner wird jetzt widersprechen!) „Meinen Sie?“ erwiderte Georg sybillisch. Wir meinten. „Aber die hat mir meine Tante geschenkt.“ Das war natürlich ein unwiderlegbares modellflugtechnisches Argument. Aber Georg hatte keinen Motor. Er baute für uns Störklappen und

bekam einen Babe Bee 0,8, dank der großzügigen Testmotoren-Sendungen von Herrn Cox.

Georg lernte sehr rasch, wie herum der Motor laufen muß, und fand einen neuen physikalischen Zusammenhang bei Flatterventilsteuerung: Man muß falsch herum anwerfen, dann läuft er von allein nachher richtig herum.

„Immer?“

„Also, ich hab's dreimal beobachtet und ich weiß, was ich sehe!“ sagte Georg.

Dann hatte Georg keine Rudermaschine. Er wickelte für uns einen Spezialtrafo und bekam eine Unipilot feierlich überreicht. „Georg, sei vorsichtig, Du wirst herunterfallen, wenn der Kahn nicht ohnehin schon gut fliegt“, hieß es im Schlußwort der Ansprache. Georg machte ein feierliches Gesicht und war zutiefst beeindruckt.

Er ist aber auch schonungslos gegen sich selbst und bar jeden Gefühls für Prestige und Ansehen. Drei Tage später klingelte das Telefon: „Heut' nachmittag ist er heruntergefallen, gleich am Anfang: Rumpf kaputt, Motor kaputt, Rudermaschine auf einen Stein gefallen“ — der Stein blieb ganz. Georgs Stimme war unbewegt, kalt und dünn.

„Und wie ging das?“

„Die Topsy ging links ab, weil beim Start grad der Sprit ausging und der Motor aufheulte, und da hab' ich rasch rechts gegeben, aber falsch, so daß es links war, und da ist er links runter auf einen Stein — so schnell sage ich Ihnen, also man glaubt's kaum.“ Georgs Stimme wurde begeistert. „Jetzt muß ich einen neuen bauen, wenn ich Geld habe“, schloß er.

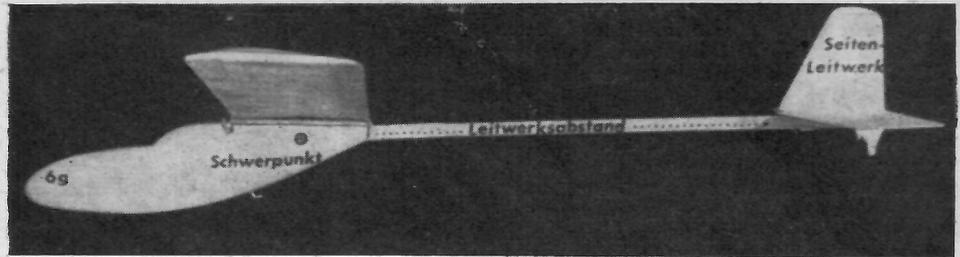
„Jetzt kommst Du sofort her“, schloß ich. Georg kam aber nicht sofort, sondern versuchte zuerst bei unserem Mitarbeiter Rabe ein bisserl draufzustehen und so „einen alten Testvogel, den Sie nicht mehr brauchen“, herauszulassen, wurde aber mit der Begründung abgewiesen, daß auch schäbige Testvögel nicht zum Kaputtwerfen durch kleine Buben da seien. Georg zog begossen wie ein Pudel ab, schüttelte sich etwas und erschien in der Redaktion.

Es war erschreckend, was da beim Verhör über die Unfallursachen herauskam. Schwerpunkt? Georg hatte keine Ahnung, was das ist, dafür aber eine genaue Erklärung der Erdanziehungskraft.

Einstellwinkel? Keine Ahnung! V-Form? Keine Ahnung! Motorzugrichtung und Drehmoment? Eine Ahnung: „nach rechts biegen!“ Ich bin nicht Georgs Schutzengel und auch kein Modellflieger, aber wenn man einige Jahre in Modellbauzeitschrift macht und nicht ganz doof ist, bleibt da doch einiges hängen über das, was zu einem Flugapparat gehört und wie man ihn am schnellsten kaputtwirft, selbst wenn man von Hauptberuf Rollmopswickler oder Tintenkuli-Kuli ist. Ich machte mir deshalb Vorwürfe, daß ich Georg so unvorbereitet in sein Unglück fliegen ließ, beruhigte aber mein Gewissen rasch und wirksam mit der laut geäußerten Erkenntnis, daß solch ein Unglück am Anfang einer Modellfliegerlaufbahn ganz heilsam sein könne. Ich legte einen Baukasten des kleinen Uhu auf den Tisch und bestimmte: „So, den baust Du jetzt mal. Das ist eines der einfachsten Modelle, die es gibt. Und dann fliegst Du es und lernst mal, wie und warum ein Flugzeug überhaupt fliegt.“

WAS IST EIN FLUGZEUG?

Unten ist das von Georg gebaute Uhu-Versuchsmodell in reiner Seitenansicht zu sehen, das wir mit den Bezeichnungen der wichtigsten Teile beschriftet haben. Der Leitwerksabstand ist deshalb extra vermerkt, weil die Formgebung eines Rumpfes sehr viel weniger wichtig ist als der richtige Abstand des Leitwerks von den Tragflächen.



Georg zog eine Schnute, andeutungsweise.

„Aber...“, sagte er.

„Nichts aber! Ich weiß, was Du denkst! Wir brauchen keinen ballern Motor. Hast Du schon einmal was von Signor Leonardo da Vinci gehört? Der hat nicht nur die Mona Lisa gemalt, die genauso sanft in die Gegend lächelt wie Du jetzt, sondern wollte auch Flugmaschinen bauen, hatte aber den richtigen Dreh noch nicht raus. Ein kleiner Uhu wäre für ihn ein höchst interessantes Forschungsobjekt gewesen, wenn er schon einen hätte haben können; er wäre tage- und wochenlang damit über die Wiesen bei Florenz gerannt, um zu untersuchen, wie das Ding geht und warum es geht, und hätte damit Tagebücher gefüllt.“ Aber der Herr Georg, 13 Jahre alt, meint, daß er das nicht nötig habe. Aber allein deshalb, weil jeden Tag Flugzeuge über unsere Köpfe hinwegfliegen, wird man noch nicht gescheiter als Leonardo da Vinci und weiß keinen Deut mehr über Flugzeuge und Flugmodelle, als er wußte. Als Modellflieger selbst bescheidener Dimensionen muß man zwar nicht intelligenter als Leonardo da Vinci sein, aber mindestens von Flugapparaten mehr wissen als er.

„So fahre denn dahin, mein Sohn, packe Dein Kästlein und begib Dich bei Dir in die Lehre!“

Nach dieser also flüssig und eindringlich gehaltenen Rede beschloß ich — nein, nicht wie weiland Schickelgruber Adolf, alias Hitler, Politiker zu werden —, sondern genau zu notieren, was es zu sagen gibt, wenn Georg den Vogel fliegt und beginnt, sich Gedanken zu machen.

Auch das einfachste Modell fliegt nicht anders als Tom Bretts Weltmeistervogel — es gibt zwischen Modellen und Verkehrsmaschinen nur graduelle, aber keine prinzipiellen Unterschiede, und alle wichtigen Eigenschaften gelten für das einfachste Modell ebenso wie für das komplizierteste.

Wir ackern diese Eigenschaften jetzt am Beispiel eines Modelles durch, und es ist nur natürlich, daß wir dazu mit dem kleinen Uhu ein Modell nehmen, das durch die Uhu-Wettbewerbe über die ganze Bundesrepublik ohnehin schon sehr weit verbreitet ist. Es gibt natürlich eine ganze Anzahl einfacher Modelle desselben Kalibers, die man genau so gut als Beispiele benutzen könnte. Vielleicht ist die Folge auch manchem geübteren Modellflieger von Nutzen, denn wir machen die Sache ohne jede Vorbelastung durch althergebrachte Kenntnisse, Meinungen und Schulungsarten mit einfachsten Erklärungen und Vergleichen, die gar nicht immer 100 Prozent exakt sind und deshalb manchem Experten gegen den Strich gehen werden. Es kommt aber zunächst nicht darauf an, daß jede Erklärung mathematisch-physikalisch haargenau stimmt, sondern daß die wichtigen Zusammenhänge klar und eindringlich erkannt werden. „Feinkorrekturen“ kann man später immer noch machen, wenn man dann übersieht, wo man sie im Gerüst des Wissens unterzubringen hat. Hk

Die Frage ist ein bisserl blöd. Man könnte besser fragen, um auf den Kern der Sache zu kommen: Was ist das Wichtigste am Flugzeuge? Die meisten Unbefangenen antworten: die Flügel. Das stimmt genau so wie die Behauptung, daß Wasser naß ist. Vollkommen richtig und vollkommen nichtssagend. Wir geben eine andere Erklärung für das Flugzeuge, mit der man schon eine ganze Menge anfangen kann, wenn man sie richtig versteht — allerdings nur dann:

Ein Flugzeuge ist ein Apparat zum Herunterfallen! Wer jetzt, wie Sie, grinst und meint, das sei Ironie, hat noch nicht richtig verstanden, denn es heißt nicht Abstürzen, sondern Fallen. Der Gleitflug ist nämlich eine Fallbewegung, allerdings eine sehr gezähmte. Der Apparat Flugzeuge oder Flugmodell ist so konstruiert, daß er nicht wie ein Stein senkrecht stürzen kann, sondern sich beim Fallen auch nach vorne bewegen muß. Und deshalb wird die Abwärtsbewegung gebremst, um so mehr, je länger die notwendige Vorwärtsbewegung ist.

Die Fallenergie wird gewissermaßen „verdünnt“, sie wird zum größten Teil zu einer Vorwärtsbewegung verbraucht und deswegen gehts einfach nach abwärts nicht mehr so rasch. Der Fall wird zum Sinken schräg nach vorn, zu einem Gleiten.

Alle flugtechnisch unverbildeten Leute wenden jetzt ein, daß es ja eine Menge von Flugzeugen mit Motor gäbe die keineswegs fallen, sondern steigen und der Flug deshalb doch nicht als Fall bezeichnet werden dürfe! Dieser Einwand ist nur scheinbar richtig, denn alle Flugzeuge, gleich welcher Art, Flugmodelle, Düsenjäger, Hubschrauber, Sportflugzeuge, Verkehrsmaschinen usw., können ohne Motorkraft Gleitflüge ausführen, und sie sind nur deshalb Flugzeuge, weil sie gleiten können und auch ohne Motorkraft nicht wie ein Stein vom Himmel fallen würden. Die Motoren sind nur ein prinzipiell unbedeutendes Hilfsmittel; wenn die Energie für die Vorwärtsbewegung durch einen Motor aufgebracht wird, braucht der Flugapparat für die Vorwärtsbewegung keine Energie aus dem Sinken, der Annäherung an den Erdboden, mehr. Niemals trägt der Motor das Flugzeuge direkt, er füllt nur stets den Topf mit Energievorrat auf, der beim Sinken immer

leerer werden würde. Deshalb können wir seelenruhig behaupten, daß der Motor mit dem Flug an sich überhaupt nichts zu tun hat und der reine Flug der Gleitflug ist.

Curt Möbius, einer der Pioniere des Segel- und Modellfluges nach dem Ersten Weltkrieg, macht in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, daß die Frage des Antriebs nicht nur viele heutige Modellbauer, sondern jahrhundertlang die ganze Menschheit das Wesentliche am Fluge übersehen ließ. Bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts glaubte man, daß man zum Fliegen unbedingt mit den Flügeln flattern müsse — ganz vernünftig deshalb, weil man sah, daß die Vögel nur hochkommen, wenn sie mit den Flügeln schlagen. Zu erkennen, daß sie trotz aller Flügelschlagerei, die nur Antrieb ist, niemals fliegen könnten, wenn sie nicht auch einwandfrei gleiten könnten, dazu gehörte schon ein ganz außergewöhnliches Maß von Scharfsinn in einer Zeit, in der alle anderen Menschen anders dachten. Der Schneider von Ulm, der in die Donau gefallen ist, hat das Gelächter durchaus nicht verdient, das er erntete: Keiner der heutigen Modellflieger hätte vor 150 Jahren mehr Erfolg gehabt als der mutige Schneider.

Die Frage, was ein Flugzeuge oder ein Flugmodell wirklich ist, konzentriert sich jetzt auf die Frage, wie ein Apparat gebaut sein muß, daß er nicht senkrecht nach abwärts, sondern möglichst flach nach vorwärts fällt, d. h. gleitet.

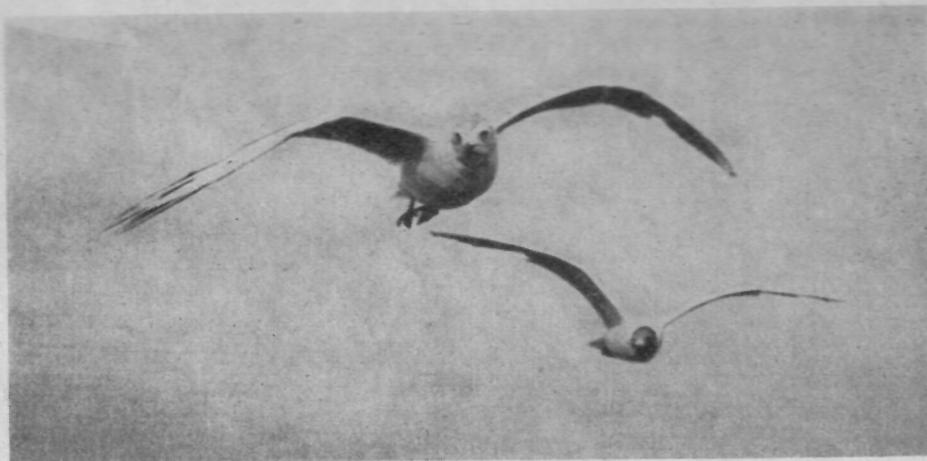
Dazu nutzt man den Luftwiderstand aus. Stellen Sie sich eine leichte Fläche, etwa eine Postkarte vor, die man flach hochhält. Unter der Karte befindet sich eine Menge Luft, die zur Seite gedrückt werden müßte, wenn die Karte in flacher Lage nach abwärts fallen sollte. Nach der Seite aber, mit der Kante voraus, kann die Karte leicht ausweichen, da findet sie nicht viel Widerstand, und sie wird daher, wenn man sie losläßt, immer zunächst auf der Luft, die sich unter der Kartenfläche befindet, nach der Seite wegrutschen.

Auf der Luft unter den Tragflächen gleitet der Flugapparat mit einer Kante der Tragflächen voraus nach vorwärts zu Boden, wie auf einer schiefen Ebene, auf der eine Kugel auf langer Bahn nach abwärts rollt. Das ist, auf die einfachste Formel gebracht, das eigentliche Wesen des Flu-

„Die Möwen sehen alle aus, als ob sie Emma hießen...“, meint Christian Morgenstern. Der Schluß des Gedichtes ist aber interessanter: „O Mensch, du wirst im Leben nie der Möwe Flug erreichen, sofern du Emma heißest, sei zufrieden, ihr zu gleichen.“ Das stimmt, denn die Vögel sind alle höchst einfach konstruierte Nurfüßler und steuern mit allem, was sie haben, auch mit dem Fahrwerk, das die vordere Emma gerade ausfährt. Sie setzt gerade an, nach links zu stoßen, auf einen Brotbrocken zu, und hat dazu bereits ihre Flügelspitze links negativ gestellt.

Die Emma hinten hat sich faul an ihre Tragflächen gehängt und macht stabilen Gleitflug: der Brocken ist ihr zu weit.

Wenn man Nerven in den Tragflächen hat, ist es kein Problem, stabil zu fliegen und außerdem gleichzeitig noch nach vorwärts zu paddeln.



ges, die Grundvorstellung, von der aus man leicht alle Besonderheiten, die ein Flugmodell oder Flugzeug aufweisen muß, verstehen und sein Wissen über den Flug sauber ordnen kann. Sie sagt noch nicht, wie ein Flugapparat im Einzelnen beschaffen sein muß. Man kann ihr aber, noch ohne jede Kenntnis über Tragflächen, Leitwerk, Stabilisation usw. etwas ganz Genaues über die erforderliche Antriebskraft für den Geradeausflug eines bestimmten Flugzeugs oder Flugmodells entnehmen.

Vortrieb und Luftwiderstand

Das ist fürchterlich einfach: Nehmen wir mal den kleinen Uhu; aus der Hand gestartet, aus etwa 1,50 Meter Höhe, kommt das Ding etwa 15 m weit, bis es den Boden berührt — durchschnittlich stimmt das, wenn auch nicht nach jedem Start, weil es auch darauf ankommt daß es richtig gestartet wird. Für jeden Meter nach abwärts fliegt das Modell also 10 Meter nach vorn, d. h. der Gleitwinkel ist 1:10. Das Modell wiegt flugfertig 120 g. In einem Meter Höhe hat es deshalb einen Energievorrat von 120 m-Gramm. Würde es senkrecht nach abwärts fallen, so würde diese Energie für einen Meter Fallweg verbraucht. Muß es aber 10 Meter nach vorn fliegen, um einen Meter nach abwärts zu kommen, so ist der Fallweg — besser gesagt jetzt Gleitweg — 10mal so lang und für jeden Meter Weg steht nur noch

ein 1/10 der Gesamtenergie zur Verfügung: 12 Meter-Gramm sind die für einen Meter Gleitflugstrecke benötigte Energie. Das heißt aber, daß die Vortriebskraft für den Gleit- bzw. Geradeausflug rund 12 g beträgt.

Dies wieder bedeutet, anders herum gesehen, daß der Luftwiderstand beim Gleitflug rund 12 Gramm ist. Und das heißt, daß ein Antrieb, welcher Art auch immer, der am Modell mit 12 Gramm nach vorn drückt oder zieht, nicht mehr zuließe, daß es Höhe verliert, es würde dann auf gleicher Höhe im Schwebeflug weiterfliegen. Ganz genau stimmt diese Rechnung nicht, weil bei 10 Meter Gleitflug über dem Erdboden der Apparat tatsächlich einen etwas längeren Luftweg als genau 10 Meter ausführt und sich Änderungen des Gleitwinkels auch auf die Fluggeschwindigkeit und den Luftwiderstand auswirken, aber sie ist doch so genau, daß man sich um solche Feinheiten nicht zu kümmern braucht und mit Bestimmtheit sagen kann, daß mit einem Vortrieb von 15 g der kleine Uhu schon leicht steigen würde.

Gleitwinkel ist:	Höhenverlust
	Flugstrecke
Luftwiderstand im Gleitflug ist:	Fluggewicht
	Gleitwinkel

Gleitweg ist: Flugstrecke aus einer bestimmten Höhe bis zum Erdboden

Tragfläche und Auftrieb

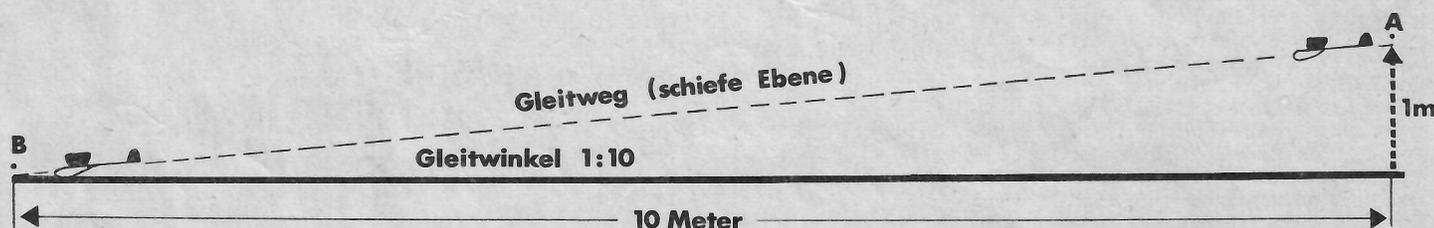
Die Vorstellung, daß der Tragflügel auf der Luft unter ihm nach abwärts rutsche, ist allzu primitiv, denn Luft ist ja nicht nur unter dem Flügel, sie strömt auch der Oberseite entlang wenn er sich mit seiner Vorderkante, seiner Nase voraus bewegt. Wir haben ein Flügelprofil aufgezeichnet, einen Querschnitt durch einen Tragflügel. Bewegt er sich, mit seiner Vorderkante ganz leicht nach oben angestellt, durch die Luft, so stauen sich die Luftteilchen an der Unterseite etwas auf; sie wollen in gerader Richtung weiterfliegen, müssen aber nach unten ausweichen und sie drücken deshalb von unten her etwas gegen die Flügelunterseite. Man kann sich das sehr leicht und sehr anschaulich vorstellen.

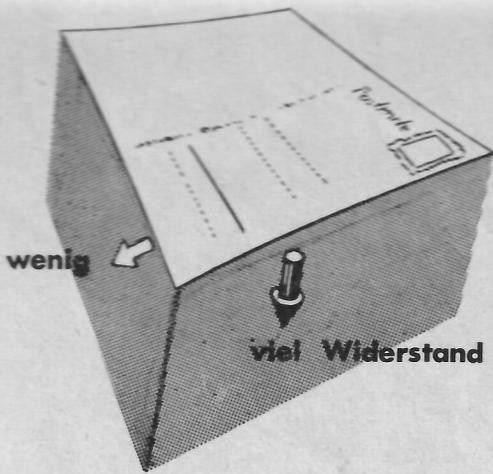
Nicht ganz so einleuchtend ist zunächst aber das, was an der Oberseite des Flügels passiert. Die Teilchen, die der Oberseite entlang fliegen, müssen eine Kurvenbahn zurücklegen und haben einen längeren Weg als die an der Unterseite. Sie müssen deshalb schneller fliegen, die Gänsemarschordnung der Teilchen in einem Luftfaden wird auseinandergezogen, verdünnt: an den Tragflächen oberseits gibt es Unterdruck, der den Flügel nach oben saugen will.

Es gibt auch eine amerikanische Erklärung, die den Vorgang noch einfacher beschreibt: Die Teilchen an der Oberseite müssen in einer Kurvenbahn strömen, deshalb wirkt auf sie eine Zentrifugalkraft,

Hier ist ein Gleitflug schematisch aufgezeichnet. Bei einem Gleitwinkel 1:10 muß der Flugapparat einen zehnmal längeren Weg für die gleiche Fallstrecke zurücklegen, als wenn er frei fallen könnte, und verbraucht deshalb den größten Teil der Fallenergie zur Vorwärtsbewegung.

Es ist sehr wichtig, sich diesen Zusammenhang zwischen Fallbewegung senkrecht und Vorwärtsbewegung genau einzuprägen, denn letzten Endes führt jede physikalische Erscheinung im Flug wieder auf diesen Zusammenhang zurück.





Die Vorwärtsbewegung der Tragfläche ist eine Ausweichbewegung, eine Bewegung in derjenigen Richtung, in der es am einfachsten geht. Auf dieser Zeichnung einer flach in der Luft schwebenden Postkarte ist die unter ihr befindliche Luft durch Raster angedeutet. Diese Luftmenge müßte zur Seite gedrückt werden, wenn die Postkarte flach senkrecht fallen würde. Wenn sie aber schräg nach der Seite flach auf der Luft wegrutscht, muß sie nur ganz wenig Luft verdrängen, der einfachere

Weg, der weniger Energie verschlingt, ist der nach der Seite. Der ganze Flugapparat ist im Grunde nur dazu da, die Postkarte „Tragfläche“ so zu halten, daß sie immer nur nach einer Seite ganz flach wegrutschen kann, also flach nach vorwärts fällt. Daß sich auch über der Tragfläche Luft befindet, die ebenfalls dazu beiträgt, daß die Tragfläche nur flach nach der Seite „fallen“ kann, ändert prinzipiell an dieser Grundvorstellung nichts.

die sie nach oben zerrt, die Flügeloberseite will in den luftverdünnten Raum nachdrücken. Wählen Sie diejenige Beschreibung, die Ihnen am besten gefällt, „richtig“ sind beide. Wichtig ist nur zu wissen, daß der Sog an der Oberseite zwei- oder dreimal so groß ist wie der Druck an der Unterseite und daß Sog und Druck, die zusammen den Auftrieb ausmachen, nur dann auftreten, wenn

1. die Tragfläche im richtigen Anstellwinkel — Nase vorn leicht nach oben — durch die Luft strömt und

2. die Fläche dabei eine gewisse Mindestgeschwindigkeit hat, denn sonst kümmern sich die Luftteilchen recht wenig um die Form der Tragflächen-Unter- und Oberseite und wirbeln in ungeordneten Bewegungen darüber hinweg.

Alle Teile des Flugzeugs oder Flugmodells dienen im Grunde nur dazu, während des Fluges die Tragfläche in ihrer richtigen Lage in der Luft zu halten. Die behält sie nämlich nicht von alleine; wie Sie von der Postkarte wissen, die man losläßt, wirbelt diese „Tragfläche“ im freien Fall in ungeordneten Bewegungen zu Boden. Eine Tragfläche allein würde das ohne Stabilisierung auch tun.

Aus welchen Teilen ein ganz einfaches Flugzeug wie der kleine UHU besteht, ist schnell gesagt: außer der Tragfläche aus einer Holzkeule mit einem Holzstab nach hinten, an dessen Ende einer waagerechten Fläche als Höhenleitwerk, und kreuzförmig dazu einer senkrechten, dem Höhenleitwerk. Die Rumpfkeule ist als solche unwichtig, der Rumpf könnte auch nach vorn als Stab weitergehen.

Was hinten nicht fehlt, muß vorne dran

Die allererste Grundvoraussetzung, um die Tragfläche im Fluge in der richtigen Lage zu halten, ist nun, daß der ganze Apparat richtig ausgewogen ist. Der Rumpf ist ein Waagebalken; der vordere Hebelarm von Tragflächenmitte bis Rumpfspitze muß dem hinteren Hebelarm von Tragflächenmitte bis Leitwerks genau das Gleichgewicht bieten, so daß der Rumpf in waagerechter Lage balanciert, wenn er an der Tragflächenmitte aufgehängt wird; tatsächlich hängt er ja im Fluge auch an der Tragfläche.

Für das Gleichgewicht bei einem Waage-

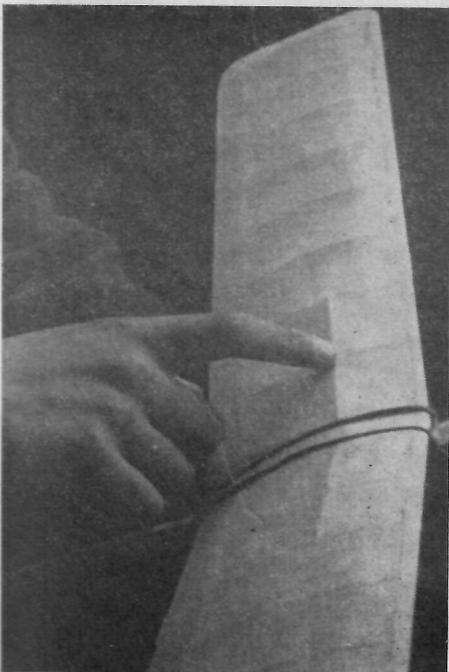
balken gilt der Satz: Gewicht mal Hebelarm muß auf beiden Seiten gleich sein. Da der hintere Hebelarm des kleinen UHU 2,3mal länger ist als der vordere Hebelarm, folgt daraus, daß der vordere Rumpfteil rund 2,3mal schwerer sein muß als der hintere, daß also in die Rumpfspitze ein Ballast muß, am besten aus Bleikügelchen.

Und jedes Gramm Mehrgewicht am Rumpfende muß mit 2,3 Gramm an der Rumpfspitze aufgewogen werden!

Allein daraus ersieht man, warum man die Rumpfen von Flugmodellen leicht bauen muß. Jedes eingesparte Gramm Gewicht hinten bedeutet automatisch 2,3 Gramm weniger Gewicht vorn, insgesamt also eine Gewichtsersparnis von 3,3 Gramm!

Über diesen Zusammenhang, der für alle Flugmodelle und Flugzeuge ohne Ausnahme entsprechend dem jeweiligen Armverhältnis gilt, muß man sich einmal völlig klar werden, denn sonst ist es überhaupt unmöglich, Gewicht einzusparen.

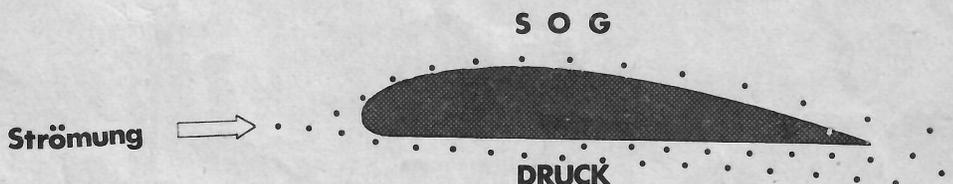
Man kann sich leicht vorstellen, daß sich im Fluge der Schwanz des Modelles senken würde, wenn er zu schwer wäre, es

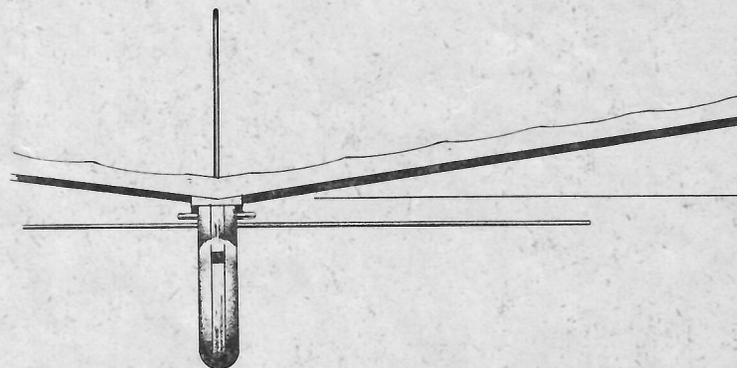
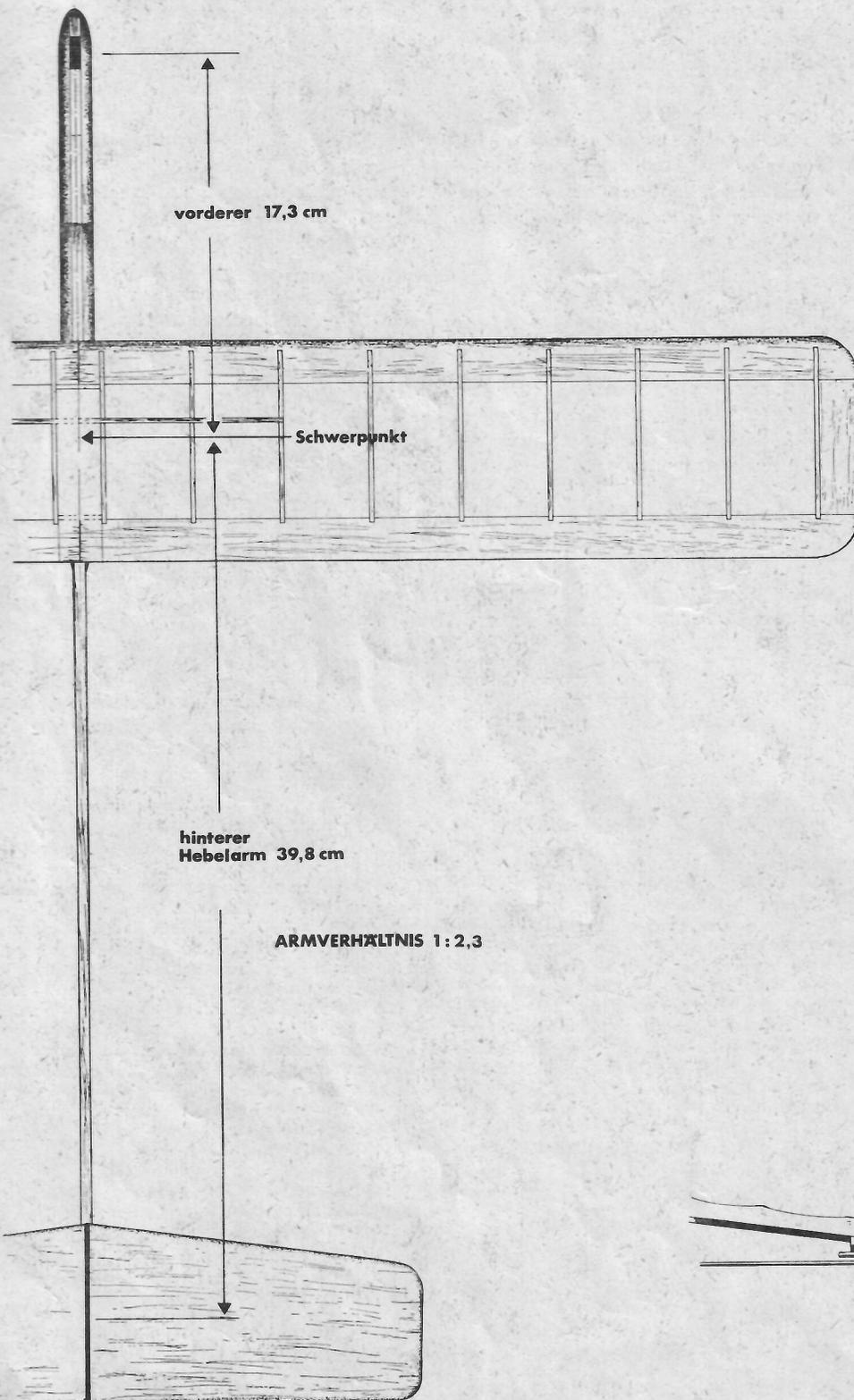
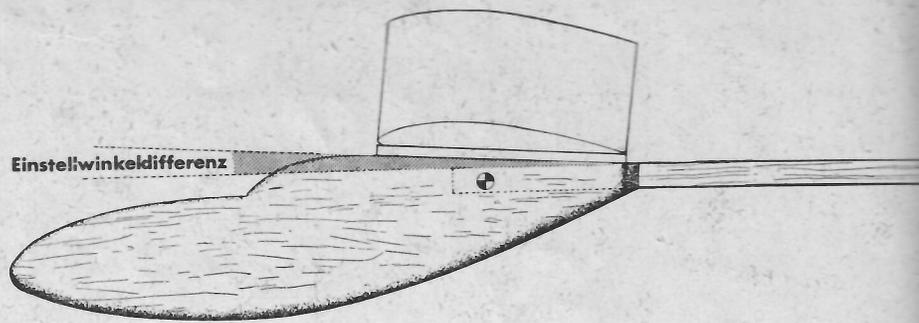


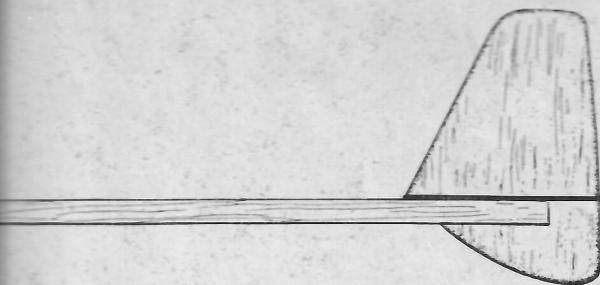
Der Strömungsvorgang an einem Tragflächenprofil vereinfacht dargestellt. Die Luftteilchen, die über die Tragfläche fließen, haben einen weiteren Weg als die unten. Oben wird die Gänsemarschordnung der Luftteilchen auseinandergezogen, das gibt einen Sog nach oben, unten werden die Teilchen etwas aufgestaut und drücken nach oben. Das funktioniert allerdings nur dann richtig, wenn die Tragfläche genügend Geschwindigkeit hat und oben wie unten sauber geformt ist. Georg hat beim Bau des Uhus einen Flüchtigkeitsfehler gemacht: er hat die Sperrholzverstärkung in der Trag-

flächenmitte nicht weit genug zurückgeschliffen, so daß ein Knick in der Rundung der Tragflächenoberseite entstand, den man bei schrägem Licht sehr deutlich sieht. Er stört den Luftstrom an der Tragflächenoberseite, verwirbelt ihn und vermindert den Sog. Solch eine Unsauberkeit macht ein Flugmodell nicht fluguntauglich, wenn aber mehrere ähnliche Dinge zusammenkommen, wird die Flugleistung sehr merklich schlechter.

Auf jeden Fall ist es ganz bedeutend wichtiger, solch einen Knick zu vermeiden als das Modell schön anzustreichen.







Technische Daten:

	nach Bauplanangabe	des von Georg aufgebauten Modells
Spannweite	700 mm	777 mm
Rumpflänge	630 mm	630 mm
Fluggewicht	ca. 120 g	124 g
Flächeninhalt des Tragflügels	6,95 qdm	7,21 qdm
Gesamtfläche mit Höhenleitwerk	9,05 qdm	9,31 qdm
Gesamtflächenbelastung	13,3 g/qdm	13,31 g/qdm
Flächenbelastung der tragenden Fläche	17,25 g/qdm	17,20 g/qdm

Baumaterialien Balsa bis auf Mittelstück der Rumpfkelle — Sperrholz — und Rumpfstab Kiefer

Dreiseitenansichten geben Flugmodelle genau von vorn, von der Seite und von oben wieder. Sie sind in einem bestimmten Maßstab zum Originalmodell gehalten, hier 1:3. Man kann deshalb alle wichtigen Maße, auch die Stärke von Leisten und Rumpfstäben usw., von der Zeichnung mit dem Zirkel abgreifen und braucht sie nur mit drei zu multiplizieren, um das Originalmaß zu erhalten.

Kleingehaltene Übersichts-Zeichnungen sagen nur etwas über die wichtigsten Merkmale eines Modells, etwa welches Dihedral es hat oder wie das Hebelarmverhältnis ist. Nach Übersichtszeichnungen, die bis ins Detail gehen, wie die des kleinen Uhu hier, können aber Modellflieger, die etwas Erfahrungen haben, direkt bauen, ohne noch extra einen Bauplan zu benötigen. Zweck solcher Übersichtszeichnungen ist aber trotzdem nicht, einen Bauplan zu ersetzen, sondern über die Konstruktion zu unterrichten. Das kann man nach einer Übersichtszeichnung, die die Gesamtkonstruktion darstellt, besser als nach einem Bauplan, der die Teile isoliert wiedergibt. In der Übersichtszeichnung hier ist auch Formung des Profils in der Seitenansicht genau eingezeichnet.

Die Tragfläche ist in der Draufsicht so gezeichnet, als würde sie flach auf dem Tisch liegen. Tatsächlich steht sie aber mit dem Flächenohr rund 55 mm nach oben, so daß sich die V-Form ergibt, und müßte deshalb eigentlich etwas verkürzt erscheinen. Die Zeichnung soll es aber ermöglichen, die Maße der Rippenabstände usw. abzugreifen. Die Verkürzung darf daher in der Draufsicht nicht berücksichtigt werden. Die V-Form oder Dihedral wird dafür in der Frontansicht gezeichnet.

Eine sehr wichtige Eigenschaft jeder Konstruktion ist außer der Schwerpunktlage die Anstellwinkeldifferenz. Die WD ist der Unterschied zwischen der Anstellung des Leitwerks zu der der Tragfläche, auf dessen Bedeutung wir in der nächsten Folge zu sprechen kommen. Beim kleinen Uhu liegt die Höhenleitwerksfläche parallel zum Rumpfstab und damit zur Längsachse des Modells. Die WD ist deshalb bei ihm der Winkel, den die Tragflächenunterseite mit der Oberseite des Rumpfstabes bildet.

Die Spannweite wird in den technischen Daten als die doppelte Länge jeder einzelnen Flächenhälfte angegeben ohne Berücksichtigung der V-Form. Die Rumpflänge ist die unwichtigste Angabe, die Strecke von der äußersten Rumpfspitze bis zur Hinterkante des Seitenleitwerks. Fluggewicht ist das Gewicht, das das Modell insgesamt hat, wenn es bereits eingeflogen und auf besten Flug ausgetrimmt ist. Da man beim Einfiegen oft das Rumpfgewicht verändern muß, kann man das Fluggewicht vor dem Einfiegen nie genau bestimmen. Der Flächeninhalt in Quadratdezimeter (1 Quadratdezimeter = 100 Quadratzentimeter) ergibt sich aus der gesamten Spannweite mal der Profiltiefe (der Flügelbreite), wenn der Flügel überall gleich breit ist. Wird der Flügel den Ohren zu schmaler, ist er verjüngt, so braucht man zur Berechnung der Fläche des Tragflügels ein wenig Geometrie einfachster Art.

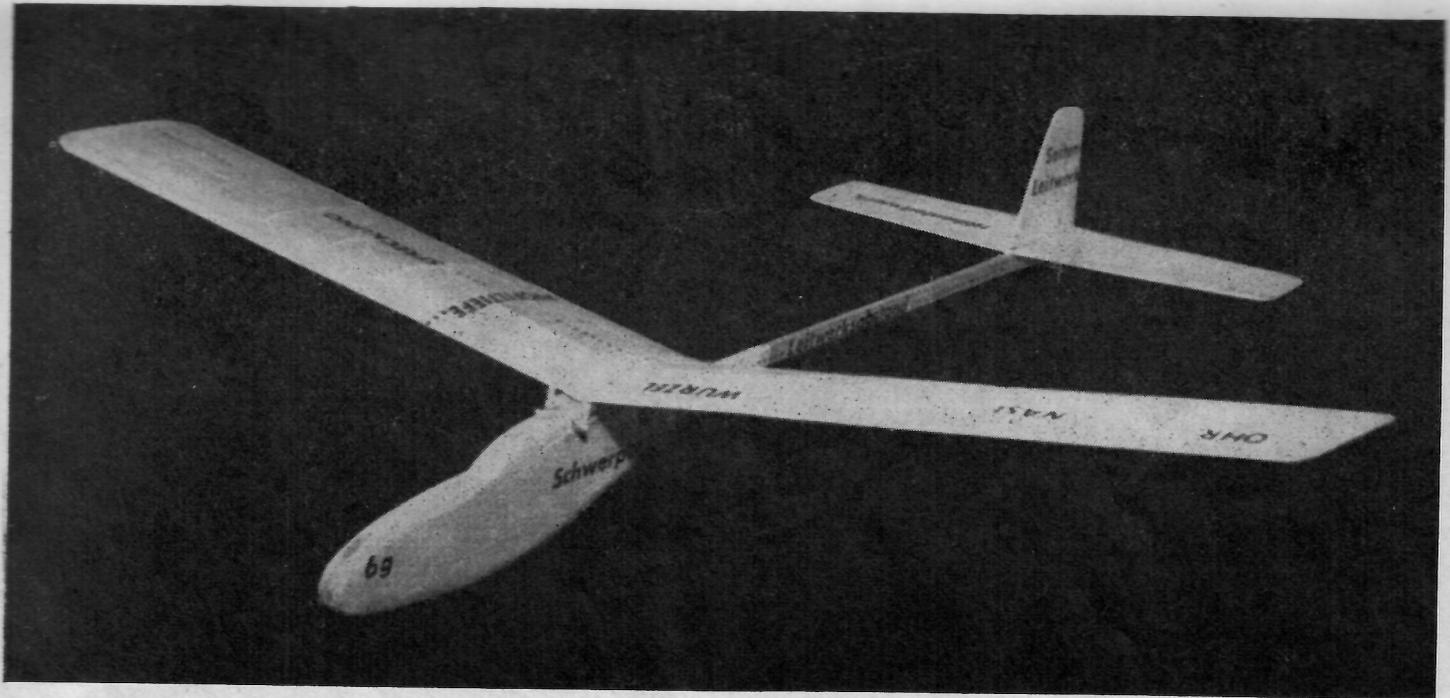
Die Gesamtfläche ist die Fläche des Flügels und die des Höhenleitwerks zusammen, eine nicht sehr wichtige Angabe.

Dagegen ist die Flächenbelastung ein für ein Modell sehr wichtiger Wert, der einiges über die Flugeigenschaften aussagt. Die Flächenbelastung errechnet sich ganz einfach, wenn man das Fluggewicht durch die Zahl der Quadratdezimeter der Fläche dividiert. Die Zahl sagt dann direkt, welches Gewicht jeder Quadratdezimeter der Fläche zu tragen hat.

Meist wird als Flächenbelastung auf Bauplänen die sogenannte Gesamtflächenbelastung angegeben, man rechnet dann einfach, was herauskommt, wenn man das Fluggewicht auf Tragflächen und Höhenleitwerk verteilt. Das ist aber etwas irreführend, weil tatsächlich das Höhenleitwerk im Fluge gar keinen oder nur sehr wenig Auftrieb bringt. Es ist deshalb sehr viel sinnvoller, die Flächenbelastung allein auf die wirklich tragende Fläche, die Tragfläche, zu beziehen. Das gibt dann aber immer eine höhere Flächenbelastung als die Gesamtflächenbelastung. Bei Angaben über Flächenbelastung in Wettbewerbsbestimmungen ist allerdings immer die Gesamtflächenbelastung gemeint.

Es gibt eine eherne Grundregel: Je höher die Flächenbelastung, desto schneller der Flug, denn mehr tragen kann die Tragfläche nur, wenn sie stärker angeströmt wird und sie deshalb einen höheren Auftrieb bringen kann. Bei Segelmodellen liegt die Flächenbelastung in der Größenordnung der des Uhus. Bei Motorflugmodellen ist sie aber meist erheblich höher und erreicht bei manchen modernen Radiokunstflugmodellen 70 oder 80 g/qdm, weshalb dann diese Vögel auch im Gleitflug mit nicht viel weniger als 100 km/h daherrauschen. Bei einem Düsenjäger beträgt die Flächenbelastung über 4000 g/qdm.





wäre dann schwanzlastig; gleichermaßen würde es sich mit der Rumpfspitze zu Boden neigen, wenn dort zuviel Gewicht säße, es wäre kopflastig. In beiden Fällen könnte der Rumpf niemals die Fläche so halten, daß sie mit der richtigen Anstellung durch die Luft strömt, ein stabiler Flug wäre einfach unmöglich.

Stabilisation

Wenn aber der Gewichtsausgleich stimmt, kann das Höhenleitwerk alleine dafür sorgen, daß der Rumpf immer wieder in die richtige Fluglage zurückpendelt, auch wenn sie durch Böjen und der-

gleichen gestört würde. Neigt sich der Rumpf nach vorn, so hebt sich der Schwanz, die strömende Luft trifft auf die Oberseite des Leitwerks und drückt es wieder nach unten. Wenn sich die Rumpfspitze nach oben dreht, wird das Leitwerk von unten angeströmt und wieder nach oben gedreht. Die Längsstabilisation geht bei richtiger Schwerpunktlage und Anstellwinkeldifferenz sogar soweit, daß sich das Modell aus jeglicher Fluglage wieder in die Normalfluglage einpendeln würde, sofern es nur genug Zeit und Höhe hat. Man könnte es mit der Rumpfspitze voraus von einem Turm fallen lassen — es würde in sauberem normalem Gleitflug am Boden ankommen, sofern der Turm nicht zu niedrig ist und es nicht an den Turm selbst stößt.

Wenn sie einen kleinen Uhu nach Bauplan aus dem Baukasten auch mit höchster Sorgfalt nachbauen, wird er dennoch, wie jedes andere Modell auch, bei den ersten Probeflügen entweder Neigung zu Kopflastigkeit oder Schwanzlastigkeit zeigen, denn so genau bauen, daß jedes Exemplar haargenau wie das andere wird, kann kein Mensch, für kleine Gewichtsveränderungen sorgen schon geringe Unterschiede im Holzmaterial, starke und schwache Leimstellen und dergleichen. Ausgewuchtet werden solche kleinen Ungenauigkeiten beim Einfliegen ganz einfach durch etwas mehr oder weniger Bleiballast in der Rumpfspitze, mit denen man praktisch die Lage des Schwerpunkts unter der Tragfläche etwas nach vorn oder hinten verlagert.

Es gibt auch noch andere Methoden des Trimmens, über die in der nächsten Folge die Rede ist.

Im übrigen ist zu Anfang etwas Kopflastigkeit günstiger als Schwanzlastigkeit. Warum, werden Sie in der nächsten Folge unter anderem genau begründet finden. Vielleicht aber haben Sie es bis dahin selbst schon erkannt — auch daß es wesentlich vernünftiger und einfacher ist, solche Erfahrungen mit einem Modell vom Kaliber des kleinen UHU zu machen als mit einem anspruchsvolleren, bei dem man nichts riskieren will. Bei einem ganz einfachen Modell darf und soll man aber etwas riskieren und ruhig auch mal was absichtlich falsch trimmen, um die Auswirkungen kennen zu lernen.

Es ist nicht einmal immer notwendig, praktisch zu fliegen, wenn man wirklich in Fragen des Modellflugs lernen und nicht nur spielen will. Wenn man ein Modell hat, gleichgültig welches, kann man schon viel von seinem Charakter verstehen lernen, wenn man es mit Waage und Zentimeterstab praktisch untersucht. Man braucht nur die bis jetzt geschilderten Zusammenhänge des kleinen UHU sinngemäß zu übertragen.



Oben Ansicht des gesamten Vogels, der zwar sehr wenig einem Uhu gleicht, aber auch lehren soll, daß das Ansehen eines Flugapparates nichts, aber auch gar nichts mit der Flugfähigkeit zu tun hat. Wir könnten auch ein leichtes Papprohr nehmen, daran das Leitwerk, im richtigen Abstand und richtiger Anstellung die Flügel anbringen, mit dem richtigen Gewicht die Rohrnase beschweren — das Ding würde dann genau so gut fliegen — wenn auch wohl nach jedem Flug kaputt gehen.

Kenntnisse haben heißt: das Wesentliche vom Unwesentlichen unterscheiden können. Modellfliegen ist schön, wenn aber auch der Kopf mitmacht, wird es ganz bestimmt noch interessanter.