

Elektro-Fesselflug: Jetzt geht's richtig los!

Im vergangenen Jahr stellte Kamerad Rudi Franke ein mit einem Elektromotor versehenes, an Fesselleinen geführtes Flugzeug vor, das großes Interesse fand (in mbh 7 '83 wurde darüber berichtet). Ich fand die Idee großartig. Allerdings: Ich wollte ein schnelleres Modell bauen. Geschwindigkeit ist Pflicht! Und ich kam zu der Erkenntnis: Mit kleinen und schnellen Modellen geht der E-Fesselflug erst so richtig los! Wenn der Motor von Runde zu Runde höher dreht, lacht das Herz des Modellbauers! Besonders dünne Tragflächen, gutes Oberflächenfinish und eine strömungsgünstige Formgebung verleihen dem Modell die Geschwindigkeit auch für den Kunstflug!

Folgende Anforderungen sind an ein ansprechendes E-Fesselflugmodell zu stellen:

1. Verwendbarkeit handelsüblicher Spielzeug- bzw. Kleinstmotore;
2. Erreichung von Kunstflugtauglichkeit (gespannte Leinen!);
3. geringer Bauaufwand sowie Robustheit und
4. Versorgung mit Kleinspannung (< 42 V).

Die Stromzuführung für das Modell erfolgt über die zwei Steuerleinen, die gegeneinander isoliert sind (Kupferlackdraht). Als Motoren eignen sich besonders solche Typen, die sich durch geringe Stromaufnahme bei relativ großen Betriebsspannungen und kleiner Masse auszeichnen.

Elektrische Dimensionierung

Um geringe Drahtstärken zu erzielen, wird Leistungsanpassung zwischen dem Widerstand der Steuerleinen und dem Motorinnenwiderstand angestrebt. So sollte über dem Innenwiderstand der Quelle (Akku, Netzteil usw.) plus dem Drahtwiderstand etwa die gleiche Spannung abfallen, wie über dem Motor! Wird der Motor, um letzte Leistungsreserven zu mobilisieren, noch mit etwa einem Drittel Überspannung gegenüber dem für ihn angegebenen Nennwert betrieben, so sind prinzipiell Motoren mit einer Nennspannung von $42 \text{ V} \cdot \frac{2}{3} = 28 \text{ V}$

(Nennspannung des Motors) insofern am besten geeignet, als es möglich ist, bei maximaler Leistung mit dem geringsten Drahtdurchmesser (unabhängig von der Motorstromaufnahme) auszukommen.

Nach Bild 2 ist pro Fesseldraht ein Spannungsabfall

$$U_D - U_0/8 = \frac{42 \text{ V}}{8} = 5,25 \text{ V}$$

zulässig, um Leistungsanpassung zu gewährleisten. Die Ermittlung des Drahtdurchmessers in Abhängigkeit von Drahtmaterial (Kupferlackdraht oder Stahldraht/lackiert) und Leinenlänge sowie Motorstrom kann nach Bild 1 erfolgen. Bild 1 stellt die Funktion

$$I = \frac{U_{\text{Draht}}}{R_{\text{Draht}}} = \frac{U_D}{\rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot d^2}} = \frac{U_D \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \rho \cdot l}$$

in Nomogrammform dar. Ich wählte den für Führungsbahnmodelle erhältlichen PIKO-Motor vom Typ 3430 (12 V, 5 pcm, 9 000 U/min, Gehäusedurchmesser 16 mm, Preis 5,50 M).

Die gestrichelte Gerade im Bild 1 gilt für diesen Motor bei Verwendung von Kupferlackdraht der Dicke $d = 0,2 \text{ mm}$. Aus Festigkeitsgründen ist es empfehlenswert, diesen Durchmesser nicht zu unterschreiten. Wirft man einen Blick auf den bei Stahldraht nötigen Drahtdurchmesser, so wird klar, daß Stahldraht schlechter verwendbar ist. Die an den Motor bringbaren Leistungen sind bei schon großen Drahtstärken recht gering. Das Optimum für den E-Fesselflug scheint (Betriebsspannungen der Anlage von 42 V vorausgesetzt) bei Fessellängen unter 8 Metern zu liegen. Oberhalb dieser Fessellänge wird die Flugchance zunehmend unsicherer, da der Drahtdurchmesser zu- bzw. der Motorstrom abnimmt und die Geschwindigkeitsreserve zu gering wird. Mein Modell fliegt bei der Fessellänge von 5 m bereits mit 6 Flachbatterien ($U_0 = 27 \text{ V}$) ausgezeichnet, eine Erhöhung der Fessellänge auf bis zu 10 m scheint deshalb bei gleichzeitiger Spannungserhöhung auf 42 V möglich. Problematisch wird allerdings der Start.

Flugerfahrungen

Ein derart kleines Modell ist nur auf völlig ebener Fläche (Linoleum, Parkett) mit einer Anrollstrecke < 5 m mit großem „Zartgefühl“ im Handgriff startbar. Mitunter steht jedoch keine so glatte Piste zur Verfügung; aber mit einem Trick ist es möglich, auf jeder Wiese zu fliegen: Die drehbare Stromzuführung am Fesseldraht gestattet es, mit kurzer Leine zu starten und dann die Leine kontinuierlich zu verlängern.

Das Modell erreicht beim Start eine maximale Steigfähigkeit von etwa 50 cm pro Runde (4 Runden für 2 m Höhege-

winn), allerdings nimmt die Endgeschwindigkeit des Modells bei Konstanthalten der Flughöhe kontinuierlich weiter zu, so daß die Geschwindigkeitsreserve nach einigen Runden ausreicht, um mit dem Modell Überkopfflüge und Loopings auszuführen. Die Landung ist unproblematisch: Der Motor wird einfach mit dem am Fesselleinengriff befindlichen Schalter abgeschaltet.

Modell

Das Modell sollte aufgrund der relativ kurzen Fesselleinen klein gehalten werden. Mein Modell hat eine Länge von 28 cm und eine Spannweite von 34 cm. Mit den Leinen wird das Höhenruder in gewohnter Weise betätigt; auf Leichtgängigkeit aller Gelenkstellen ist zu achten. Ich verwendete Stecknadeln als Befestigungselemente der beweglichen Mechanik. Es empfiehlt sich, die Verbindung zwischen Fesselleine und Modell lösbar zu gestalten. Leinenrisse bei einer harten Landung können damit vermieden werden.

Das gesamte Modell wurde aus 2 mm starkem Balsa gefertigt. Komplet mit Motor wiegt es 68 g. Es wurde nach einer Imprägnierung mit Spannlack und einem nachfolgenden Schliff mit Bügelfolie bespannt. Die Tragflächen besitzen keine Holme. Als Spanten fanden ebenfalls Balsabrettchen Verwendung. Eine Tragflächenhärtung im Kantenbereich mittels einer Nasenleiste wurde als zu aufwendig befunden. Werden die Tragflächenhälften vor dem Zusammenbau auf der späteren Klebseite mit einer 45°-Schräge versehen, die mit Klebstoff gefüllt wird, so übersteht das Modell auch Abstürze ohne Schrammen. Das Foto zeigt das Modell nach mindestens fünf „Bruchlandungen“; es waren bisher keinerlei Ausbesserungen nötig.

Um Kunstflugtauglichkeit zu erreichen, wurde ein symmetrisches Tragflächenprofil verwendet. Auf eine Kanzel wurde wegen des zusätzlichen Luftwiderstandes verzichtet. Um zu gewährleisten, daß das Modell stets mit gespannten Leinen fliegt, wird der Aufhängungspunkt der Steuerscheibe auf der Schwerpunktschwerachse gewählt, und die Leinenführungen am Tragflächenrand werden etwa 5 bis 10 mm nach hinten versetzt. Damit hat das Modell hinreichend den Drang, aus dem Kreis auszubrechen. Auf Gewichtseinbau in die rechte Tragflächen- oder Rechtsstellung des Seitenruders kann verzichtet wer-

den. Stärker als beim Verbrennungsmotor macht sich die Höhenruderreaktion auf die Änderung der Windrichtung (Flug mit konstantem Seitenwind) bemerkbar. Das Modell taucht gegen den Wind ab (auf) und mit dem Wind auf (ab). Dieser Effekt kann beseitigt werden, wenn die Leinenführungen am Tragflächenende möglichst dicht beieinander stehen (Bild 3). Ein Nachteil der entstehenden Leinenführungen ist jedoch, daß sich die Leinen schneller verheddern.

Antrieb

Große Aufmerksamkeit ist einer günstigen Aerodynamik des Propellers zu widmen. Hier wird über die späteren Flugleistungen entschieden. Beide Propellerflügel werden aus 0,5 mm dickem Thermoplast ausgeschnitten. Um sie zu „drallen“, werden mehrere Propellerflügel zwischen zwei geeigneten verdrehten Blechstreifen geklemmt und erwärmt. Es empfiehlt sich, stets einige Propellerflügel auf Vorrat herzustellen, denn sie brechen bei unsauberen Landungen schnell ab. Anschließend werden noch die Kanten verschliffen und in die Nabe eingeklebt (Chemikal, Asolofix o. ä.).

Für den PIKO-Motor Typ 3430 fand ein Propeller mit 8 cm Durchmesser und etwa 5 cm Steigung Verwendung. Die Drehrichtung des Propellers sollte so gewählt werden, daß der Motor ein das Flugzeug nach außen kippendes Drehmoment erzeugt.

Zusammenfassung

Mit E-Fesselflugmodell angegebener Konstruktion sind Modelle realisierbar, die nicht nur Schülern eine großartige Möglichkeit bieten, schneller als mit Verbrennungsmotoren zu einem Flugerfolg zu kommen. Die Modellgröße liegt im Bereich von Plastmodellen. Für Plastmodellkenner bietet sich die Möglichkeit, detailgetreue und fliegende Flugzeugmodelle zu bauen. Selbst Mehrmotorenmodelle sind funktionstüchtig herstellbar. Aber auch Geschwindigkeitsfanatiker werden überrascht sein. Eine E-Speedklasse hätte es in sich! Allerdings können solche Modelle sicher nur mit Wagen gestartet werden. Bleibt zu hoffen, daß auch bald Reglements für Wettkampfmotive ausgearbeitet werden.

Gerd Heinz

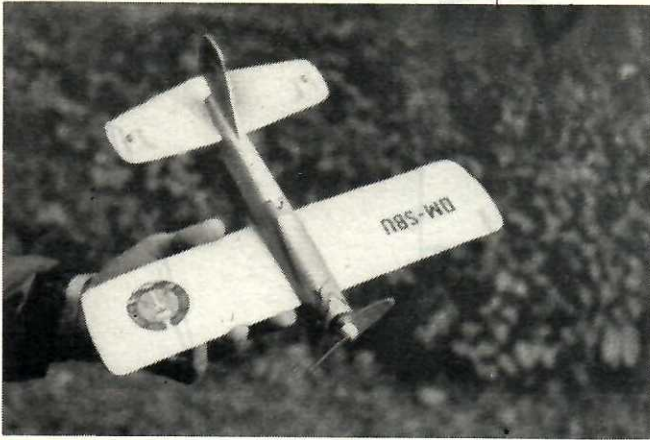


FOTO: FRANKE

Motordrehrichtung: Auf der Modelloberseite dreht die Luftschraube in den Kreis hinein.

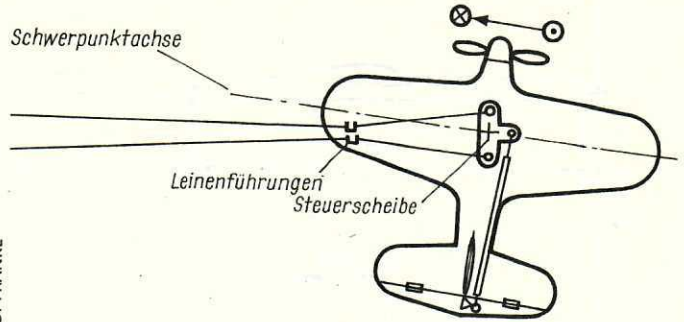


Bild 3: Um den Seitenwind einfluß auf das Höhenruder zu verringern, sind die Führungsösen am Tragflächenende dicht nebeneinander zu legen

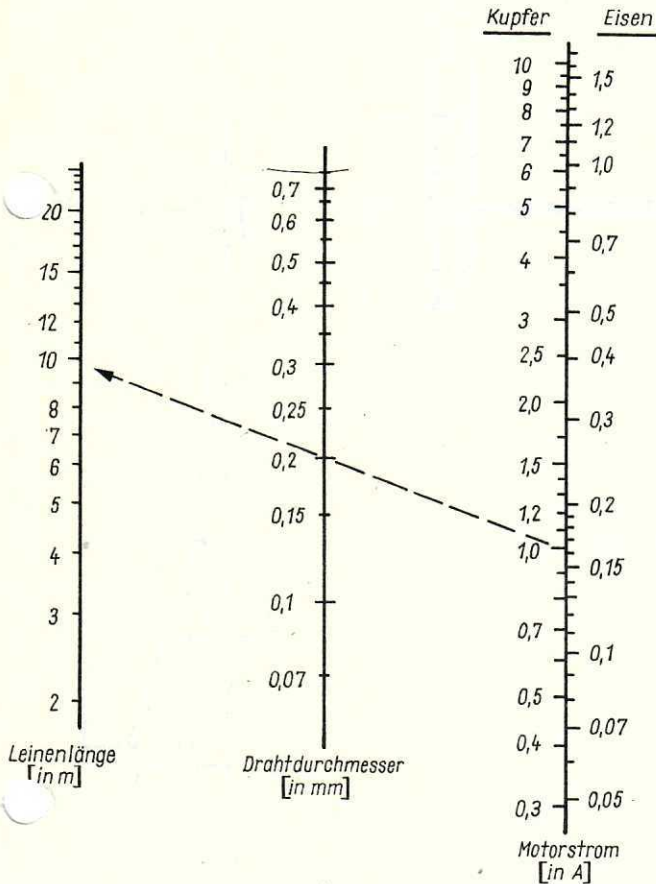


Bild 1: Ermittlung des Drahtdurchmessers der Fesselleine in Abhängigkeit von Motorstrom und Leinenlänge für einen Spannungsabfall pro Fesseldraht von 5,25 Volt

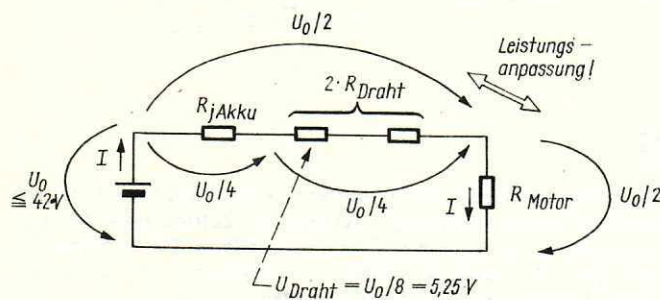


Bild 2: Spannungsverhältnisse im Stromkreis. Soll mit minimalem Drahtdurchmesser maximale Leistung ($U \cdot I$) an den Motor gebracht werden, ist Leistungsanpassung zwischen Verlust- und Wirkwiderstand ein günstiger Kompromiß

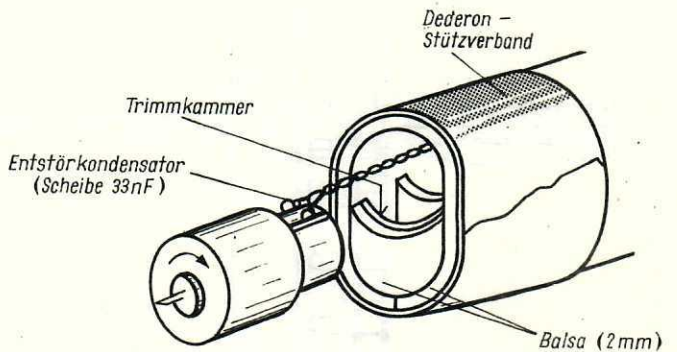


Bild 4: Motoreinbau

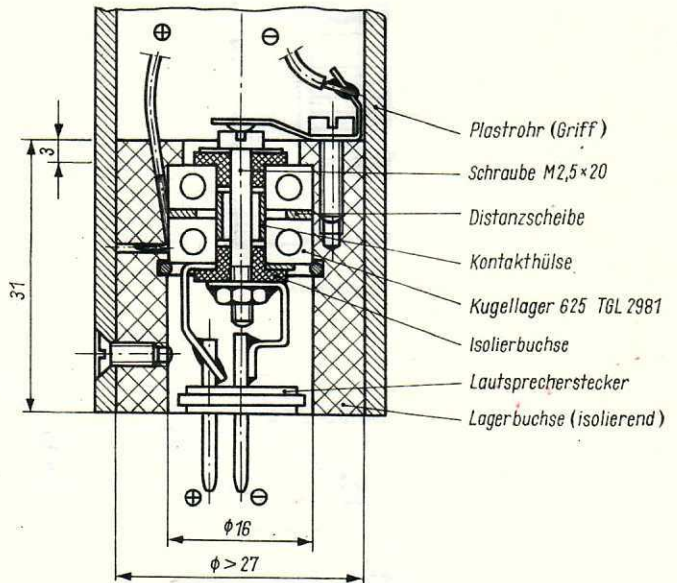


Bild 5: Drehbare Stromzuführung im Fesselgriff mit verspannten Kugellagern

Eine **Richtigstellung** zum Beitrag „Automatisches Ladegerät“ in mbh 3'84, Seite 24:

Beim Bestückungsplan (Bild 3) hat die Druckerei versehentlich die blau unterlegte Platine seitenverkehrt abgebildet.

Beim praktischen Betrieb einiger Ladegeräte haben sich unerwünschte Schwingerscheinungen ergeben. Es ist daher ratsam, vom Emitter T_3 nach Masse einen Kondensator von 0,1 Mikrofarad/63 Volt zu schalten.