

## 11. Der Rotorflügel

*„Dieses Kapitel erklärt den Rotorflügel und beinhaltet Konstruktionshinweise“*

In den oberen Teil des Flügels ist ein „Rotor“ eingebettet - der Rotorflügel. Dieser wird für den vertikalen Fallflug aus dem Flügel nach oben gestossen. Dies kann manuell initialisiert werden oder durch die Notfallprozedur, die Analoges vorsieht (zum Beispiel einher mit dem nach unten klappen der Räder). Mit dem Ausfahren vom Rotorflügel verschieben sich die beiden Rotorblätter von einander weg, symmetrisch um die Drehachse, nach vorne, resp. nach hinten.

Zeitgleich mit dem Ausfahren wird die Blockierung vom Rotorflügel gelöst.

Einmal in Drehung versetzt wird durch den Aufwind die Rotationsgeschwindigkeit vom Rotorflügel erhöht. Damit wandelt der Rotor die in Höhe gespeicherte Lageenergie (potentielle Energie) in Bewegungsenergie um (kinetische Energie). Dies führt zu einer Reduzierung der Fallgeschwindigkeit.

Um die Autorotation zu starten haben die Rotorblätter weder eine Verdrehung noch ein Anstellwinkel. Die Autorotation entsteht lediglich durch die versetzte Anordnung zur Drehachse<sup>6</sup>. Erst mit grosser Zunahme der Drehzahl wird der Anstellwinkel der Rotorblätter dahingehend verändert, dass diese Auftrieb generieren. Dadurch wird die Rotationsbeschleunigung aufgehoben (Selbstorganisation mittels Zentrifugalkraftsteuerung).

Um eine sanfte Landung zu erreichen kann vom Piloten kurz vor dem Aufsetzen der Anstellwinkel der Rotorblätter eingestellt werden.

Eine Anstellwinkelveränderung der Rotoblätter erfolgt auch so bald die Räder auf dem Boden aufsetzen (zumindest als Absichtserklärung). Unbelastet haben die Räder einen Abstand von einem Meter achtzig zum Flugzeugunterboden. Durch die Anstellwinkelveränderung an den Rotorblätter generieren diese Auftrieb aus der kinetischen Energie die im Rotorflügel gespeichert ist und der Fallflug wird auf den letzten anderthalb Meter abrupt abgebremst. Mit dem Erreichen vom Minimalabstand zum Boden wird der Anstellwinkel der Rotorblätter wieder gelöst und der Rotorflügel dreht wirkungslos bis zum Stillstand weiter.

Der Rotorflügel wird mit einem Grad Winkeldifferenz zum Flügel in seinem Bett im Flügel fixiert. Zusätzlich wird am Flügelende mit dem horizontalen Fahrtwind ein Unterdruck im Rotorflügelbett aufgebaut. Beim vertikalen Flug wird dieser

---

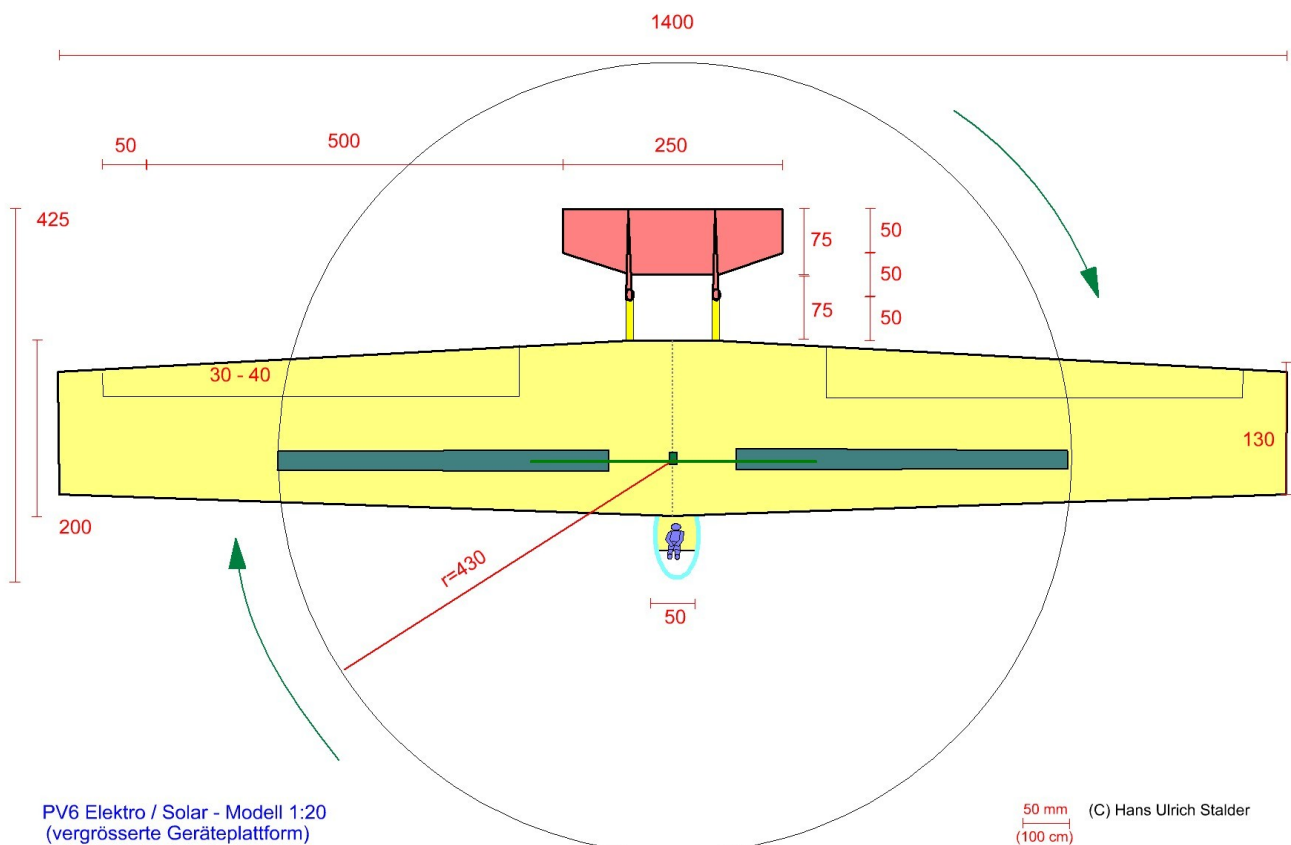
<sup>6</sup> Eine ausführliche Beschreibung dieses Prinzips ist im Internet zu finden, u.A. mit dem Artikel „Der Flug des geflügelten Samens“ von H. Joachim Schlichting und Christian Ueke. Diese Dokumentation enthält auch eine Anleitung um einen Papierhubschrauber zu bauen.

Unterdruck durch das Fehlen vom Fahrtwind aufgehoben, es stellt sich sogar durch den Aufwärtswind ein kleiner Überdruck ein.

Ein Hinweis noch zum Rotorblattprofil. Der Profil-Strak macht es möglich, dass der Rotor von wurzelseitig bis an das Flügelende eine fast gleichmässige Profilierung hat. Eine absolute Symmetrie, vorn und hinten, ist absolut zwingend.

Eine letzte Anmerkung sei noch erlaubt. Beim Normalhubschrauber erfolgt die Autorotation durch einen steil abfallenden Vorwärtsflug, bedingt durch die Verdrehung der Rotoblätter und den Anstellwinkel vom Rotor. Beim Fallflieger erfolgt die Autorotation durch ein horizontales, senkrecht nach unten Fallen. Dies zur Erklärung der beiden unterschiedlichen Rotorkonstruktionen. Die vorliegende Konstruktion macht es zudem möglich, dass bei gleicher Rotorfläche eine höhere Rotationsgeschwindigkeit erreicht wird, als wenn nur mit dem Anstellwinkel der Rotorblätter gearbeitet würde.

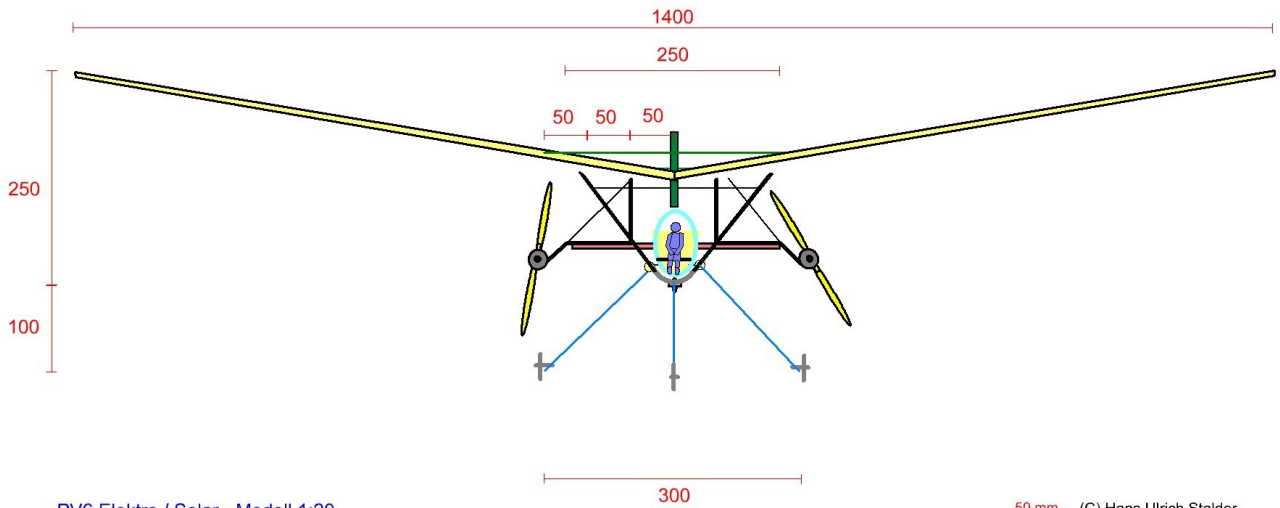
Die folgenden Bilder betreffen das Modellflugzeug und verdeutlichen lediglich das Prinzip. Die Proportionen und die technischen Ausführungen werden sich beim Personen tragenden Fallflieger ganz anders ergeben.



Position vom Rotorflügel (dunkelgrün).

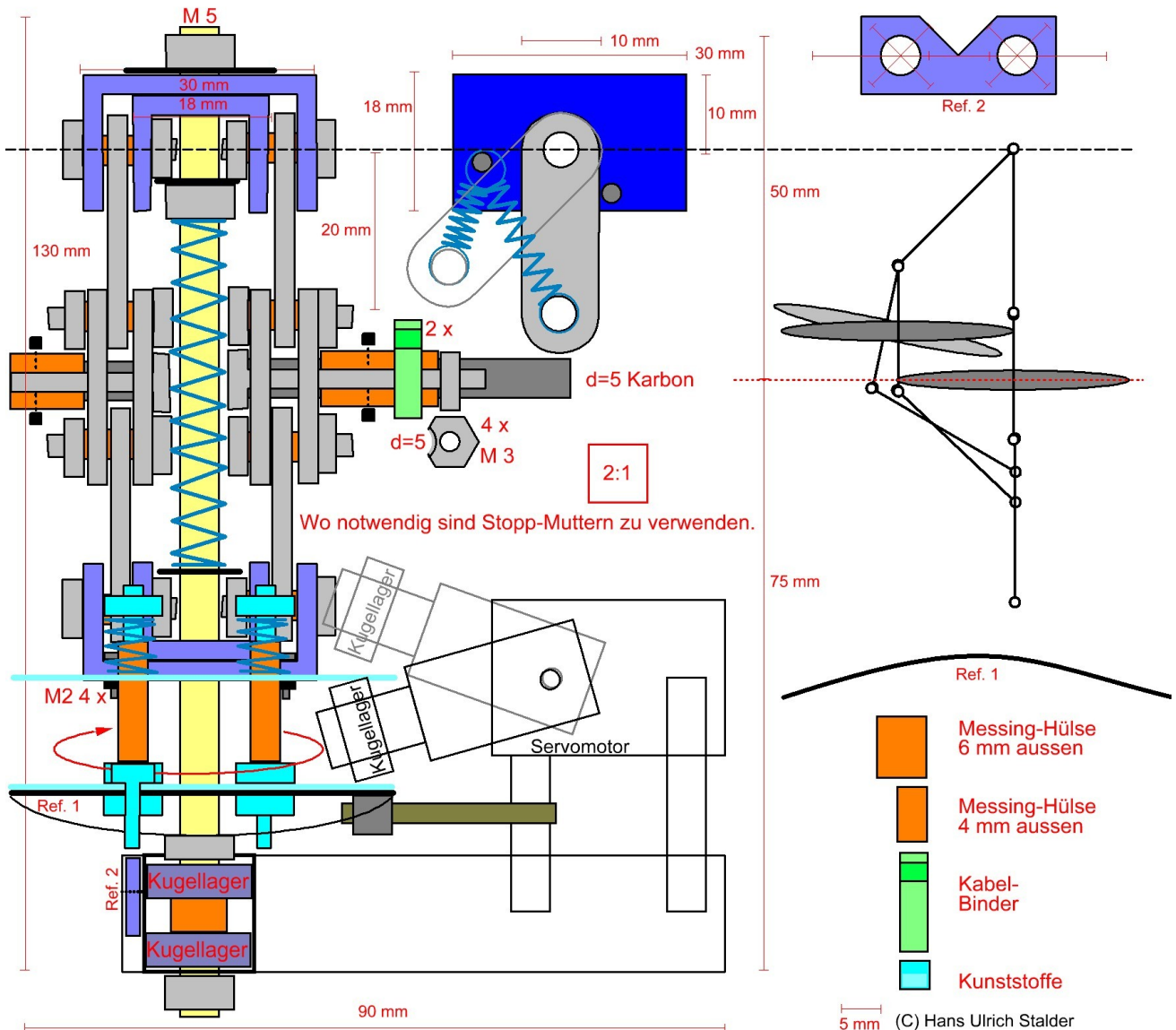
Um im Fallflug den Rotorflügel zu starten muss der Rumpf in der Hochachse von der Rotorausrichtung weg gedreht werden.

Die endgültigen Dimensionen vom Modellflugzeug ergeben sich nach der Fertigstellung vom Rotorkomplex auf Grund dessen Gewichtssumme.



PV6 Elektro / Solar - Modell 1:20  
(vergrösserte Geräteplattform)

50 mm (100 cm) (C) Hans Ulrich Stalder

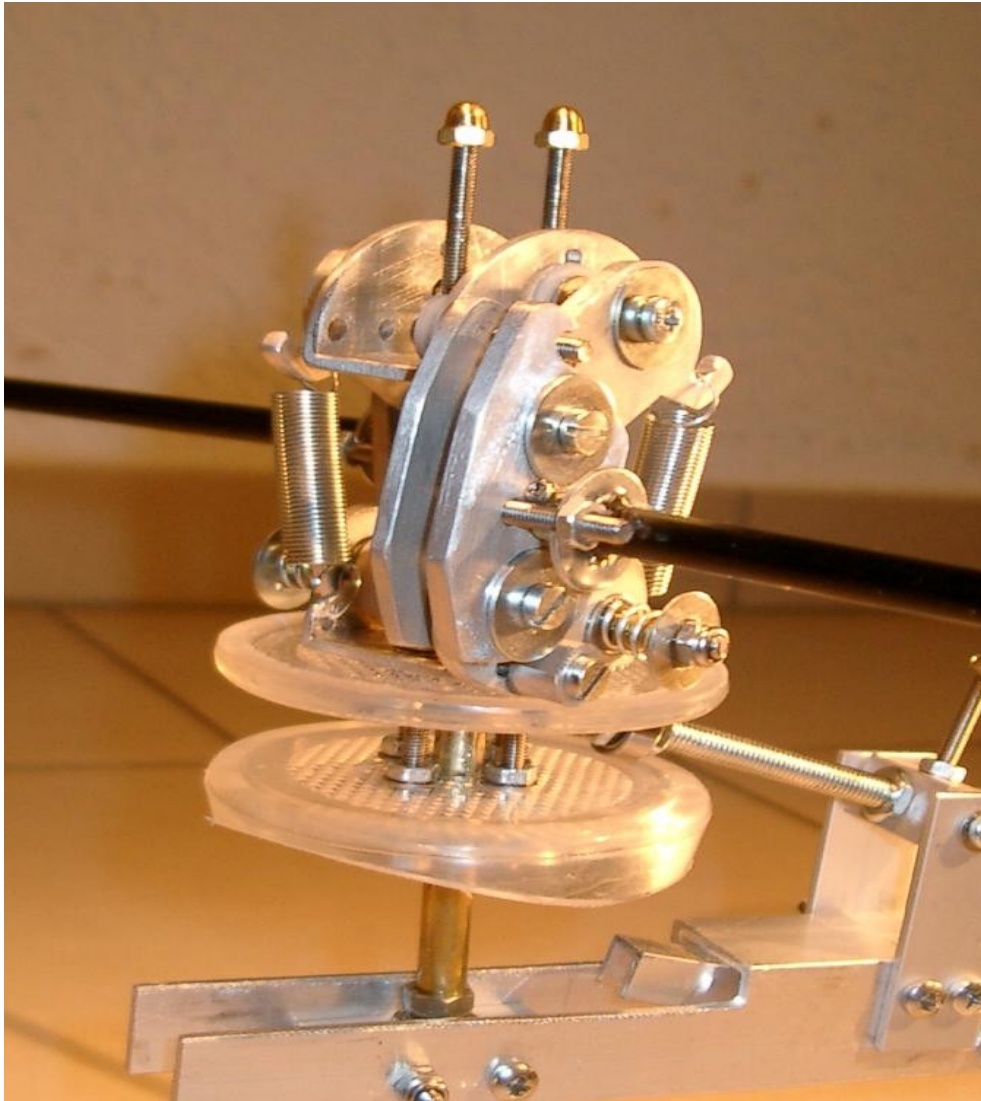


Gewicht reduzierter Rotorflügelkopf (der mechanische, obere Teil ist um 90° gedreht dargestellt).

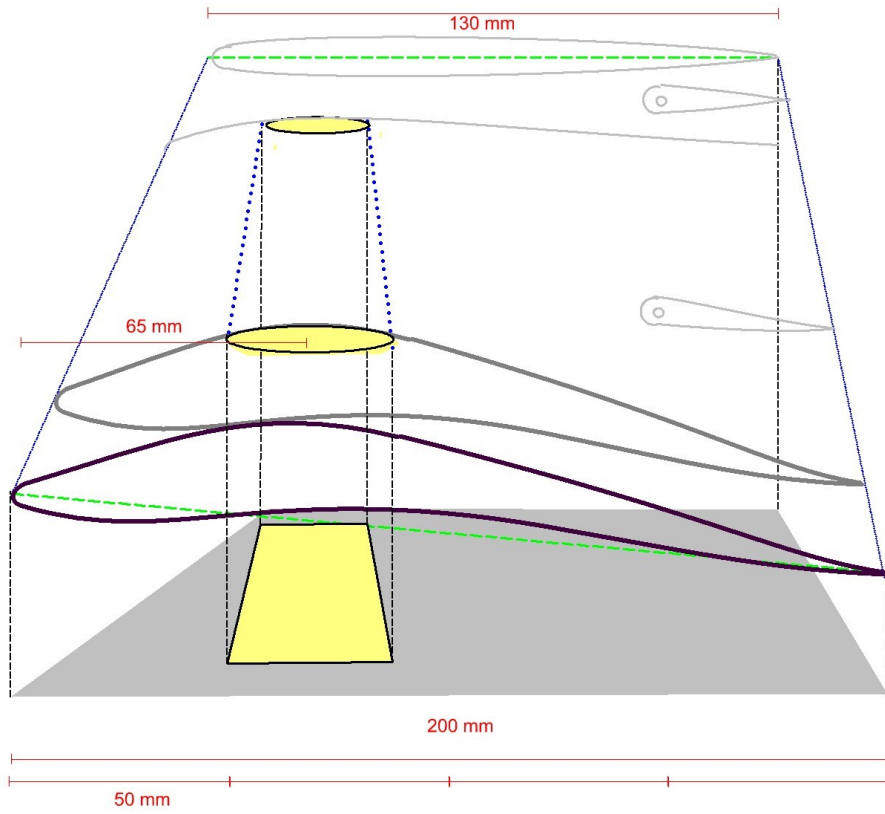
Das Einziehen vom drehenden Rotor während dem Fallflug (ohne Landung) geht in drei Schritten vor sich:

1. Anstellen der Rotorblätter bis der Rotor fast im still stand ist;
2. Einziehen vom Rotor bis dieser knapp über dem Flügel dreht - dadurch wird der Rotor durch die Einrichtung Ref.1 quer zum Flugzeug ausgerichtet und zum still stand gebracht;
3. Rotor ganz einziehen und im Flügel versenken - mit Einrichtung Ref. 2 wird der Rotor zeitgleich mit dem Einziehen punktgenau für die Versenkung im Rotorbett ausgerichtet.

PS. Die Fotografie vom fertiggestellten, ersten Rotorflügelkopf wurde ins Dokument Teil 1 - Organisation „Chronologische Zusammenstellung der Ereignisse“ verschoben.



*Rotorkopf in Bremsschub-Position.*

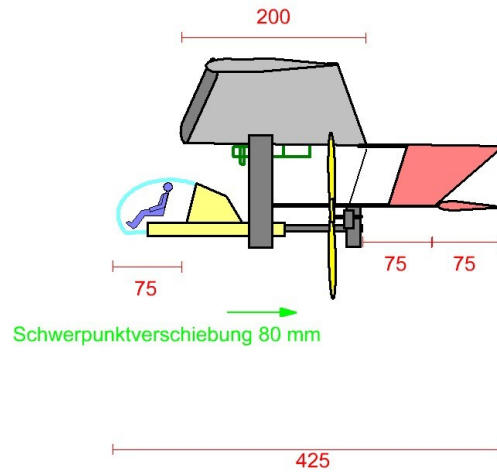


3D-Falschdarstellung - Profilgrößen 1:1 bei Direktdruck

(C) Hans Ulrich Stalder

10 mm

*Projizierte Rotorfläche(n).*



PV6 Elektro / Solar - Modell 1:20  
(vergrösserte Geräteplattform)

50 mm (C) Hans Ulrich Stalder  
(100 cm)

*Position vom Rotorkopf (zwischen den Flügel)*