



Der Tiger-Hai von Wolfgang Werling.

Nurflügel: Basiswissen und Tipps

Die Unnormalen

Nurflügel sind immer noch Exoten auf den Modellflugplätzen – auch wenn es in den letzten Jahren mehr geworden sind. Und für manche hat ein Nurflügel etwas Mysteriöses und ist mit Vorurteilen behaftet. Dieser Artikel soll offene Fragen beantworten und Vorbehalte ausräumen. Dabei will ich das Thema nicht hochwissenschaftlich und in allen Details behandeln, sondern meine in 35 Jahren mit mehr als 30 Nurflügelkonstruktionen gemachten Erfahrungen darstellen.

Was ist ein Nurflügel überhaupt?

Bei Wikipedia können wir folgende Definition lesen: „Ein Nurflügel (auch Nurflügelflugzeug oder Nurflügler) ist ein Flugzeug ohne ein separates Höhenruder, bei dem es keine Differenzierung zwischen Tragflächen und Rumpf gibt. Die für den Flug notwendige Stabilität um die Längs- und Querachse wird hier durch den Flügel selbst erzeugt.“

Bei den Nurflüglern selbst gibt es noch weitere Unterschiede: Da sind zum einen die „echten“ Nurflügel, die auch ohne Seitenleitwerke auskommen. Typische Vertreter sind die Konstruktionen der Brüder Reimar und Walter Horten. Zum anderen gibt es die „Schwanzlosen mit Leitwerk“, die gerade in Modellfliegerkreisen deutlich stärker vertreten sind. Typische Modelle sind hier z.B. die gebräuchlichen Schaumwaffel-Nuris und meine Hai-Familie.

Eine empfehlenswerte Nurflügel-Internetseite ist übrigens www.nuricom.de – da findet man praktisch jeden (Original-)Nurflügel, den es gegeben hat. Auch eine umfangreiche „Modellflug-Ecke“ gibt es dort.

Stabile Fluglage

Somit gibt es ein eindeutiges Kriterium für die Einordnung in eine der folgenden Sparten, nämlich wie die Flugstabilität um alle drei Achsen erzeugt wird:

- Normale Modelle (wer hat denn das so festgelegt?): durch eine vorgegebene EWD (Einstellwinkeldifferenz) zwischen Tragfläche und Höhenleitwerk und das zusätzliche Seitenleitwerk. Für jede Achse gibt es also eine stabilisierende Fläche.
- Horten-Nurflügel: Alleine durch die Profilwahl und eine starke Verwindung im Außenflügel wird die Stabilität um alle drei Achsen erzeugt.
- Nurflügel mit Leitwerk: Hier werden meist S-Schlag-Profile verwendet, die Verwindung ist deutlich geringer als beim Horten, dafür wird zusätzlich ein Seitenleitwerk oder werden Winglets verwendet.

Vorteile und Nachteile dieser Auslegungen

Das Normalmodell mit konventionellem Leitwerk („Leitwerkler“) hat neben der Tragfläche noch mindestens zwei Leitwerke und einen langen Rumpf. Vorteil: optimale Richtungsstabilität; Nachteil: Luftwiderstand, Gewicht, Bauaufwand.

Ein Horten-Nurflügler hat nur eine Tragfläche, eventuell einen kleinen Rumpf, aber kein Seitenleitwerk. Vorteil: wenige Teile, dadurch geringes Gewicht und eigentlich auch den geringsten Luftwiderstand. Wenn da nicht die notwendige starke Verwindung wäre, diese verursacht nämlich einigen Widerstand. Außerdem erzeugen die stark nach unten verdrehten



Bei vielen begann die Liebe zu Nurflügeln mit dem – mittlerweile über 30 Jahre alten – Geier von robbe.

Außenflügel keinerlei Auftrieb, ganz im Gegenteil. Beim Nurflügel mit Leitwerk wird die Tragfläche entweder mit Winglets versehen oder ein zentrales Leitwerk an einem meist kurzen Rumpf montiert. Vorteil: immer noch weniger Teile als ein Normalmodell, geringere Verwindung als beim Horten. Nachteilig ist eigentlich nur das zusätzliche Seitenleitwerk. Dieses hilft aber beispielsweise beim Erkennen der Fluglage. Winglets am Flügel können auch aerodynamische Vorteile bringen.

Auf die Unterschiede eines gepfeilten Nurflügels im Vergleich zu einem Brett gehe ich in diesem Artikel nicht ein, die meisten Punkte passen auf beide Varianten.

Hier muss man nun auch ganz klar unterscheiden zwischen manntragenden Flugzeugen und Flugmodellen. Die Brüder Horten waren genial und ihrer Zeit voraus. Ihr Konzept ist gerade jetzt wieder hochaktuell und wird beispielsweise bei den Stealth-Flugzeugen eingesetzt. Jedoch lassen sich einige Details nicht einfach auf Modellgröße übertragen oder sind bei Flugmodellen überhaupt nicht von Vorteil. Aber auch bei den manntragenden Flugzeugen gibt es nur wenige echte Nurflügel.

Es ist generell sehr schwierig, für ein Horten-Modell den besten Kompromiss aus notwendiger Verwindung, optimaler Auftriebsverteilung und Flächengeometrie zu finden, um ein leistungsfähiges und gutmütig fliegendes Modell zu bauen. Und eines musste ich selbst schon lernen: Geringste Fehlauslegungen oder Abweichungen beim Bau wirken sich verheerend aus!

Warum also solch einen Aufwand mit entsprechendem Risiko betreiben, wenn es viel einfacher und besser geht? Im Folgenden gehe ich deshalb nur noch auf die Sparte Nurflügel mit Leitwerk ein und kürze diese lange Bezeichnung mit „Nuri“ ab.

Vorurteile gegenüber Nurflügeln

Zu hören bekommt man: Nurflügel geraten ins Trudeln und stürzen ab, haben ein stärkeres Sinken als normale Modelle, sind schlechter im Streckenflug, es ist kein Kunstflug möglich, sie hüpfen bei der Landung, der Schwerpunkt ist kritisch usw.



Wolfgang Werling

- Geboren 1964, verheiratet, 1 Sohn (7 Jahre alt)
- Ausbildung: Maschinenbautechniker und Meister
- Hauptberuflich Projektmanager in der Entwicklung eines Industrieunternehmens
- Modellflieger seit 36 Jahren
- Besondere Leidenschaft: Nurflügel
- Seit 1999 Veröffentlichung von Bauplänen in der FMT
- Seit 2005 werden unter dem Label „WWModelle“ Frästeilesätze von Wolfgang Werlings Modellen hergestellt und über die FMT vertrieben
- 2005 Gewinner des FMT-Konstruktionswettbewerbs (Druine Akrobat)
- 2009 Gewinner des FMT-Adlers (Kategorie Baupläne mit Hai 3)
- 2010 Gewinner des FMT-Adlers (Kategorie Baupläne mit Killer-Hai)
- In der FMT erschienene Werling-Nurflügel: Willow, Hai, der kleine Vampir, Hai 2, Hai 2 ARF, Hai 3, Baby-Hai, Killer-Hai, Willy, Jetbrett und Saly. Hinzu kommen Flächenmodelle wie z.B. die Siemens-Schuckert Hexe, Dewoitine, s'Gnubbele, Mohawk Pinto, Hacker 115 Special und Elektro-Krähe

Bei einem schnellen Nurflügelmodell wie dem Jetbrett von Wolfgang Werling macht das Seitenruder Sinn – um z.B. Messerflug oder gerissene Figuren zu fliegen.



Bekannte Konstruktionen von Wolfgang Werling: die „Hai“-Nurflügelfamilie, von vorne nach hinten: Hai 1, Hai 2 und Hai 3.



Nuri geht, wenn man Höhe zieht, auf eine Seite

Flügel verzogen und deshalb schon unterschiedliche Trimmung der Höhenruder? Unterschiedlich große Ruderflächen (wer lacht da?) oder unterschiedliche große Ausschläge, z.B. durch ungleiche Abstände der Ruderhörner zur Drehachse? Diese Punkte wirken sich bei einem Nuri stärker aus als bei einem Normalmodell. Also immer schön nachmessen.

Elektro-Nuri sackt beim Start stark durch

Da im Gegensatz zu einem Normalmodell kein Höhenruder vom Motor angeblasen wird (das liegt ja weiter außen), zieht der Nuri durch das Profilmoment und den Motorsturz auf den ersten Metern nach unten, bis genügend Fahrt da ist. Beim Start generell etwas hochtrimmen und nach oben werfen.

Nuri geht im Normalflug stark nach unten

Geht der Nuri trotz gezogenem Höhenruder stark nach unten oder fängt sogar zu wippen an, ist der Schwerpunkt deutlich zu weit vorne, vielleicht fehlt auch die Verwindung im Flügel. Da kann man dann die Höhenruder nach oben stellen, wie man will – nützt nichts. Lösung: Schwerpunkt schrittweise zurücklegen.

Okay, das stimmt alles, also kann ich den Artikel hier beenden und werde ab sofort keine Baupläne mehr für Nuri veröffentlichen. Dann hätte ich aber das Thema verfehlt – setzen, sechs. Oft ist ja an Vorurteilen was dran, so auch hier. Es gab in der Vergangenheit tatsächlich einige nicht optimale Modelle. Ein großer Hersteller hatte einen vorbildgetreuen Nuri im Programm, der wirklich gerne trudelte, wenn er nicht optimal eingestellt wurde. Viele denken bei einem Nuri auch sofort an den Geier von robbe, mit dem auch bei mir die Liebe zu den Nuri begann. Der Geier flog gut, ist aber mittlerweile über 30 Jahre alt und aus heutiger aerodynamischer Sicht vergleichbar mit einem Möbelstück aus einem Abholmarkt skandinavischen Ursprungs. Und wenn der Rumpf vor dem Schwerpunkt deutlich größer ist und den Flügel am Boden stark anstellt, dann muss das Teil auch beim Landen hüpfen. Trotzdem war er ein tolles Flugzeug! Hier beginnt auch das Problem: Bei einigen ist ein Nuri gleichbedeutend mit dem altherwürdigen robbe-Geier – und der kann halt mit modernen Normalmodellen nicht mithalten.

Viele Konstruktionen von Nuri sind mittlerweile überholt und waren aus heutiger Sicht nicht optimal, sei es aus fehlendem Wissen heraus oder bedingt durch schlechte oder ungeeignete Profile. Die Elektro-Nuri hatten mit den schweren Antrieben, hohen Flächenbelastungen und oft auch mit Festigkeitsproblemen zu kämpfen. Mittlerweile ist es dank LiPo und Brushless kein Problem mehr, einen Nuri kräftig zu motorisieren, ohne eine Bleiente zu erhalten. Auch bei den Profilen hat sich unheimlich viel getan. Doch während bei Normalmodellen von den Profilprofis und Aerodynamikern sehr viel entwickelt und untersucht wird, befassen sich doch nur wenige ernsthaft mit den Nuri. Schade.

Positiver Aspekt

Nun möchte ich aber wieder zu den erfreulichen Dingen wechseln. Man sieht wieder mehr Nuri auf den Modellflugplätzen. Dies liegt zum einen an den vielen Schaumwaffel-Nuri, von denen z.B. Multiplex welche im Programm hat. Selbst eingefleischte Nuri-Gegner haben kein Problem damit, einen Funjet über die Piste

Nuri dreht beim Looping oben raus

Ist der Flügel verzogen? Ist eine Seite schwerer, also nicht ausgewogen um die Längsachse? Falls das alles nicht zutrifft und auch genügend Fahrt vorhanden war, deutet dies auf einen zu weit hinten liegenden Schwerpunkt hin. Schwerpunkt stufenweise nach vorne legen.

Nuri schiebt im Normalflug/Kurvenflug

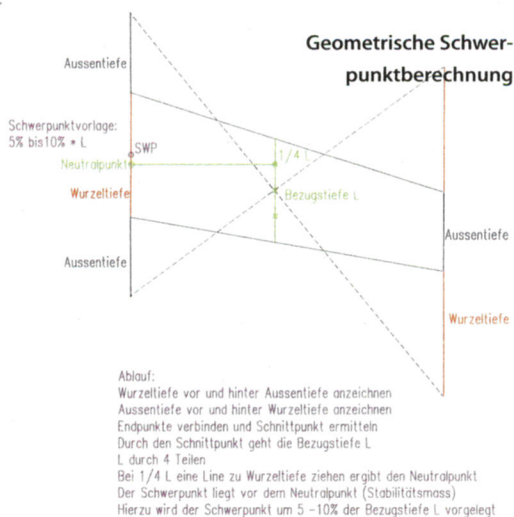
Schiebt er nur im Kurvenflug, reicht es meist, die Querruder zu differenzieren, also etwas mehr nach oben als nach unten. Schiebt er auch im Normalflug, ist die Richtungsstabilität nicht ausreichend. Maßnahmen: Seitenleitwerk vergrößern, für Tests reicht ein Stück Balsa und Klebeband. Zusätzlich kleine Winglets an den Flügel anbringen oder hochgezogene Randbögen. Am wenigsten Aufwand macht es, den Schwerpunkt weiter nach vorn zu legen. Da hierbei normalerweise auch das Höhenruder höher getrimmt werden muss, ergibt sich bei außen liegenden Höhenrudern auch eine größere Verwindung des Flügels und damit eine bessere Richtungsstabilität.

zu jagen. Vielleicht haben sie noch gar nicht realisiert, dass es ein Nuri ist... Gerade bei den kleinen Schäumlingen kommen einige Nuri-Vorteile zum Tragen: sehr kompakte Bauweise mit optimalen Festigkeitsverhältnissen (nämlich große tragende Fläche bei geringer Spannweite). Und hohe Geschwindigkeiten und gute Flugstabilität durch gute Aerodynamik – wer hätte das gedacht? Obwohl ich als Holzwurm Styropor nur zum Verpacken nehme, muss ich hier den (nicht vorhandenen) Hut ziehen.

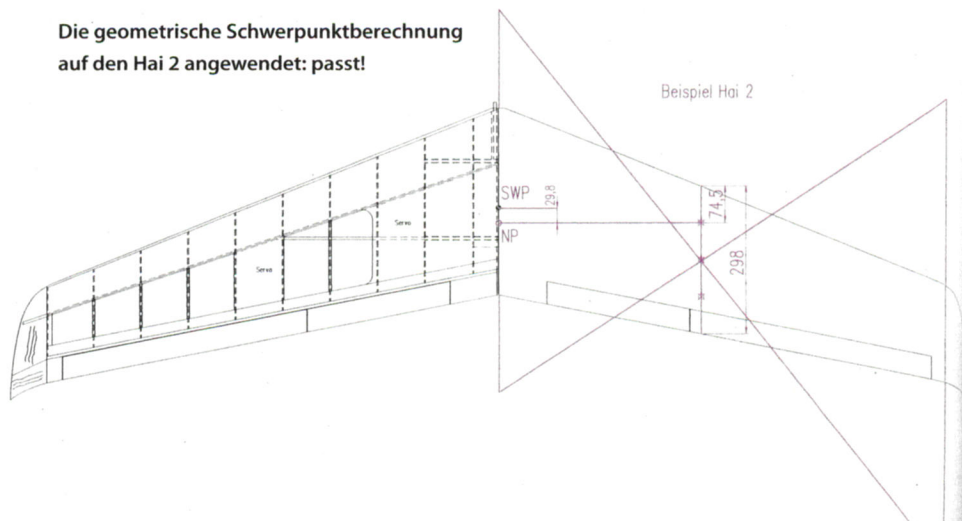
Aber auch in Holz gebaute Nuri sieht man immer öfter. Neben manchen kleineren Herstellern hat auch der vth einige Pläne und Frästeile im Programm. Stellvertretend nenne ich hier mal den großen Erfolg der Hai-Familie, deren großartiger Konstrukteur... (wer es nun wirklich noch nicht weiß: Das bin ich und es riecht auch schon nach Eigenlob).

Konstruktive Auslegung

Was kennzeichnet nun einen guten Nuri? Zunächst: Er muss optisch gefallen. Das ist bekanntlich Geschmackssache. Ferner muss er zu den persönlichen Anforderungen passen.



Die geometrische Schwerpunktberechnung auf den Hai 2 angewendet: passt!



Wenn ich möglichst lange segeln will, muss ich einen nicht zu kleinen und leichten Nuri nehmen. Der hält dann halt meist keinen Sturzflug aus 300 m Höhe mit engem Abfangradius aus, das macht ein vergleichbares Normalmodell aber auch nicht (ich spreche nicht von Voll-GFK/CFK/Aramid/Kevlar-Superseglern). Wobei es aber gerade bei den Nuris auch gute Allrounder gibt. Für mich besonders wichtige Kriterien sind einfaches, unkritisches Handling und gute Alltagstauglichkeit. Das bezahlbare Modell für jeden Tag und jedes Wetter.

Wie man optimale Flugleistungen bekommt, kann ich hier nicht darlegen, da kommen zu viele Punkte zusammen. Aber ein gut fliegender Nuri sollte folgende Punkte erfüllen:

- **Ausreichende Festigkeit.** Bei kleinen Modellen kein Problem. Schwieriger wird es bei größeren Modellen mit Steckungen und vor allem gepfeilten Flächen. Neben der ganzen Biegebelastung der Fläche durch den Kampf des Auftriebs gegen die Schwerkraft kommt hier auch noch die Torsion erschwerend hinzu. Da das Höhenruder ja am Flügel sitzt, wird die Fläche beim Ziehen auch verdreht. Ist nun die Steckung zu weich oder hat zu viel Spiel, kann bei entsprechender Geschwindigkeit das so gerne gesehene Flattern auftreten. Also entweder die Steckung eine Nummer größer machen und auch für die hintere Steckung eine ausreichende Stärke vorsehen, oder – um riesige Steckungen in der Mitte zu vermeiden – die Außenflächen anstecken. Dass der Flügel selbst stabil und torsionssteif ausgelegt sein muss, versteht sich von selbst.
- **Geringe Flächenbelastung.** Viel hilft nicht immer viel. Schön, wenn der Nuri so stabil ist, dass er einen harten Einschlag problemlos verträgt. Noch besser wäre es, wenn er so gut fliegt, dass es so weit überhaupt nicht kommt.
- **Unkritische Flugeigenschaften.** Hier gibt es mehrere Rezepte, um einen Strömungsabriss und somit Trudeln zu vermeiden. Zunächst eine ausreichende Verwindung, sie

wird schon deshalb benötigt, dass der Flügel eine entsprechende Anstellung hat. Da nun der Außenflügel einen geringeren Anstellwinkel als der Innenflügel aufweist, reißt die Strömung normalerweise erst innen ab. Die Ruder sitzen außen, somit bleibt der Nuri steuerbar. Dies funktioniert aber nur bis zu einem gewissen Grad. Die Trudelsicherheit kann man verbessern, indem man z.B. die relative Profildicke nach außen erhöht, das Profil selbst also unkritischer wird. Wird dies genutzt und der Schwerpunkt richtig gelegt, kann man im Langsamflug voll durchziehen, ohne dass es zum Strömungsabriss kommt.

Apropos Schwerpunkt: Ich berechne meinen immer noch nach der uralten grafischen Methode, damit lässt sich der geometrische Schwerpunkt bei den meisten Modellen so genau ermitteln, dass es für den Erstflug reicht. Der wirkliche (aerodynamische) Schwerpunkt wird ja noch von anderen Faktoren beeinflusst und liegt deshalb ein bisschen vor oder hinter dem geometrischen. Und dann gibt es noch den persönlichen Wohlfühlschwerpunkt, der je nach Pilot selbst beim gleichen Modell etwas variiert.

Zum Erstflug wird sicherheitshalber noch etwas Angstblei auf die Schnauze geklebt, das man dann so gut wie immer entfernen kann – den exakten Rest muss man erfliegen wie bei jedem Normalmodell auch.

Das Handling weiter verbessern?

Wie wäre es mit zusätzlichen Klappen in der Mitte? Also außen Höhe und Querruder gemixt, innen kleinere Wölbklappen. Vorteile: Zum Landen stellt man die Höhenruder hoch und fährt die Wölbklappen nach unten. Dies ist die sogenannte Krähenstellung oder Butterfly. Neben deutlich verkürzter Landestrecke durch die Bremswirkung wird auch die Verwindung des Flügels erhöht, das Modell wird zusätzlich stabilisiert, was gerade bei der Landung nicht schlecht ist. Ich behaupte einfach mal, dass ein auf diese Weise gut abgestimmtes Modell sogar besser zu landen ist als ein Normalmodell.

Weiterer Effekt: Man kann über die Klappen die Verwindung des Flügels und damit den Anstellwinkel an die jeweilige Flugaufgabe anpassen. Wem dies zu kompliziert ist, der sollte aber wenigstens die Möglichkeit nutzen, die Wölbklappen etwas mitzunehmen. Sowohl zum Querruder als auch zum Höhenruder können die Klappen leicht zugemischt werden.

Vorteil: Man benötigt insgesamt kleinere Ausschläge, verliert damit weniger Leistung z.B. in Kurven oder kann die Wendigkeit insgesamt erhöhen. Dies muss man natürlich auf das Modell abstimmen, falls es nicht in einer Anleitung beschrieben wird. Komischerweise nimmt sich jeder beim Einstellen eines Normalmodells mit Vier-Klappenflügel die notwendige Zeit, um Querruder, Wölbklappen und Höhenruder abzustimmen. Aber vier Klappen am Nuri, das ist zu kompliziert...

Seitenleitwerk anlenken?

Ja, äh, nein. Wenn damit das Kreisflugverhalten verbessert werden soll, lohnt es sich meistens nicht. Es gibt nur wenige Nuris, die genügend V-Form haben, damit das Seitenleitwerk für die Kurve genutzt werden kann. Es ist aber auch nicht notwendig. Stimmen die Konstruktion und die Abstimmung der Ruder, fliegt ein Nuri auch so saubere Kurven, ohne zu schieben. Bei einem schnellen Modell kann man es jedoch nutzen, um z.B. Messerflug oder gerissenen Figuren zu fliegen, wie z.B. beim Jetbrett.

Ein Resümee

Nuris sind nicht nur was für Experten, ganz im Gegenteil. Moderne Nuris sind mindestens so einfach zu handhaben und haben Leistungen wie vergleichbare Normalmodelle. Sie sind deutlich kompakter, und oft auch wendiger. Und mir ist noch nie beim Landen ein Höhenleitwerk abgebrochen! Ich habe nichts gegen Normalmodelle, ab und zu konstruiere ich ja auch ein Modell mit Höhenleitwerk. Aber wenigstens einen Nuri sollte man schon in seiner Flotte haben!

Anzeige



Neu bei Team JR
Remo Frattini
F5B Europa- & Weltmeister

DMSS TL

DUAL MODULATION
SPECTRUM SYSTEM

- 20 (XG 6) / 30 Modellspeicher
- eingebaute Telemetrie
- mehrsprachig
- SD-Card
- Modellspeicheridentifizierung

11 X DMSS TL
& DSM2 / MHz

XG 11 DMSS TL



XG 8 DMSS TL

XG 6 DMSS TL
m. Seglermenü


AKmod GmbH
Quellenstr. 13
CH-4310 Rheinfelden
Tel. +41 61 843 00 00
www.akmod.ch - info@akmod.ch