



## Ein leidiges Problem: V-Leitwerk und EWD

Eckart Müller

In unregelmäßigen zeitlichen Abständen begegnen mir im [RC-Network.de-FORUM](#) Hilferufe ratloser Modellflieger, die bei der Bestimmung der EWD ihres V-Leitwerkmodells scheitern bzw. verzweifeln. Warum das so ist, weiß ich natürlich nicht, kann es nur erahnen. Aber letztlich ist das „Warum“ auch belanglos, tatkräftige Hilfe ist angesagt.

Um jetzt nicht nur ein „Rezept“ nach dem Motto: „Man nehme...“ zu vermitteln, sondern das Verständnis für die Zusammenhänge zu fördern, kann man sich nicht auf direktem Wege der Problematik nähern, sondern muss einen kleinen Umweg in Kauf nehmen, der aber später das Verständnis (hoffentlich) erleichtert.

Jeder, der sich anschickt, eine EWD zu bestimmen, weiß, um was es geht: Um die Messung von Abständen, die Berechnung von Winkeln und einer Winkeldifferenz. Dafür gibt es inzwischen zahllose Hilfsmittel, mechanische Gerätschaften, Softwarelösungen und Anleitungen, um „zu Fuß“ zu einem Ergebnis zu kommen. Deshalb ist es überflüssig, darüber auch nur noch ein weiteres Wort zu verlieren. Das sollte alles bekannt sein.

Eine wichtige Bedingung für eine zuverlässige Messung der EWD, ist die Lage des Modells zwischen den einzelnen Messungen nicht zu verändern. Diesbezüglich wird häufig betont, es sei völlig unerheblich, wie das Modell positioniert wird. Es könne getrost auch absolut beliebig auf eine ebene Unterlage gestellt werden. Prinzipiell ist diese Aussage korrekt, sofern man alle sich daraus ergebende Besonderheiten berücksichtigt. Ob sie allerdings zweckmäßig ist, steht auf einem anderen Blatt.

Dieses Bild kennt jeder:

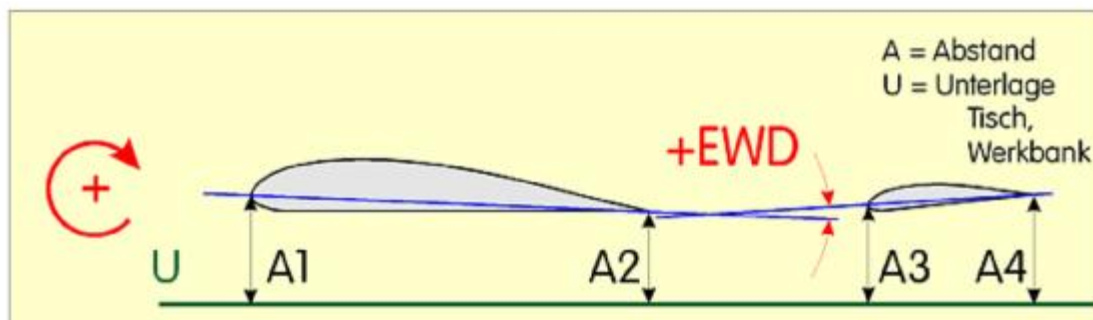


Bild 1

Hier ist als Beispiel ein Modell mit Kreuzleitwerk zu Grunde gelegt worden. Und bis hierhin dürfte auch noch jedem geläufig sein, wie die EWD bestimmt wird. Nach wie vor ist es die Messung der Abstände A3 und A4 zwischen Nasen- und Endleiste des Leitwerks zur Bezugsfläche (Unterlage, Tisch usw.), um daraus schließlich den Leitwerkseinstellwinkel zu berechnen.

Was ändert sich denn nun eigentlich, wenn man es statt mit einem gewohnten Kreuz- bzw. T-Leitwerk mit einem V-Leitwerk zu tun bekommt? Die etwas provokante Antwort lautet: NICHTS!  
Klar, das klingt verblüffend, ist aber so...!

Bei Kreuz- und T-Leitwerken wird es stillschweigend vorausgesetzt, obwohl es hier für die Messung fast keine Bedeutung hat. Bei V-Leitwerken wird dies aber zur unverzichtbaren Bedingung: *Parallel zur Rumpflängsachse (bzw. ihrer Projektion in die Grundrissebene, i.a. Tisch, Werkbank usw.) messen!* **Das heißt nicht, dass der Rumpf exakt horizontal ausgerichtet werden muss. Abweichungen von der Horizontalen werden bei der Berechnung „automatisch“ eliminiert!**

Leider ist die Rumpflängsachse aber nur eine gedachte Linie, die man in natura noch nie beobachtet hat

(mir ist jedenfalls niemand bekannt, dem jemals die Längsachse seines Modells im Rumpf begegnet wäre). Deshalb ist es mit ziemlichem Aufwand verbunden, eine Parallele zu einer nicht sichtbaren Achse herzustellen, besonders dann, wenn man es mit Rümpfen zu tun hat, an denen beim besten Willen keine ebene Fläche zu finden ist.

Deshalb bevorzuge ich eine Fixierung des Modells auf einer ebenen Platte mittels zweier Lagerbrettchen mit V-förmigem Ausschnitt. Diese Brettchen werden auf einer zuvor angerissenen gemeinsamen Mittellinie positioniert. Eines der beiden Brettchen ist in der Höhe verstellbar. Das zweite Brettchen kann in Längsrichtung an die Rumpflänge angepasst werden. So bekommt man mit wenig Aufwand eine universelle Rumpflagerung, die sich nicht nur bei der Vermessung von Modellen bewährt hat, sondern auch bei jeglichen Montagearbeiten gute Dienste leistet (selbstklebende Schaumstoffstreifen in den V-förmigen Ausschnitten sichern den Rumpf zusätzlich gegen unbeabsichtigtes Verdrehen).

Vorteil: Der Rumpf richtet sich immer, quasi „automatische“, mit seiner Längsachse parallel zur aufgezeichneten Mittellinie aus.

Nachteil: Die Anfertigung kostet beim ersten mal etwas Zeit und Arbeit. Dafür kann man die Vorrichtung aber für alle folgenden Modelle wiederverwenden.

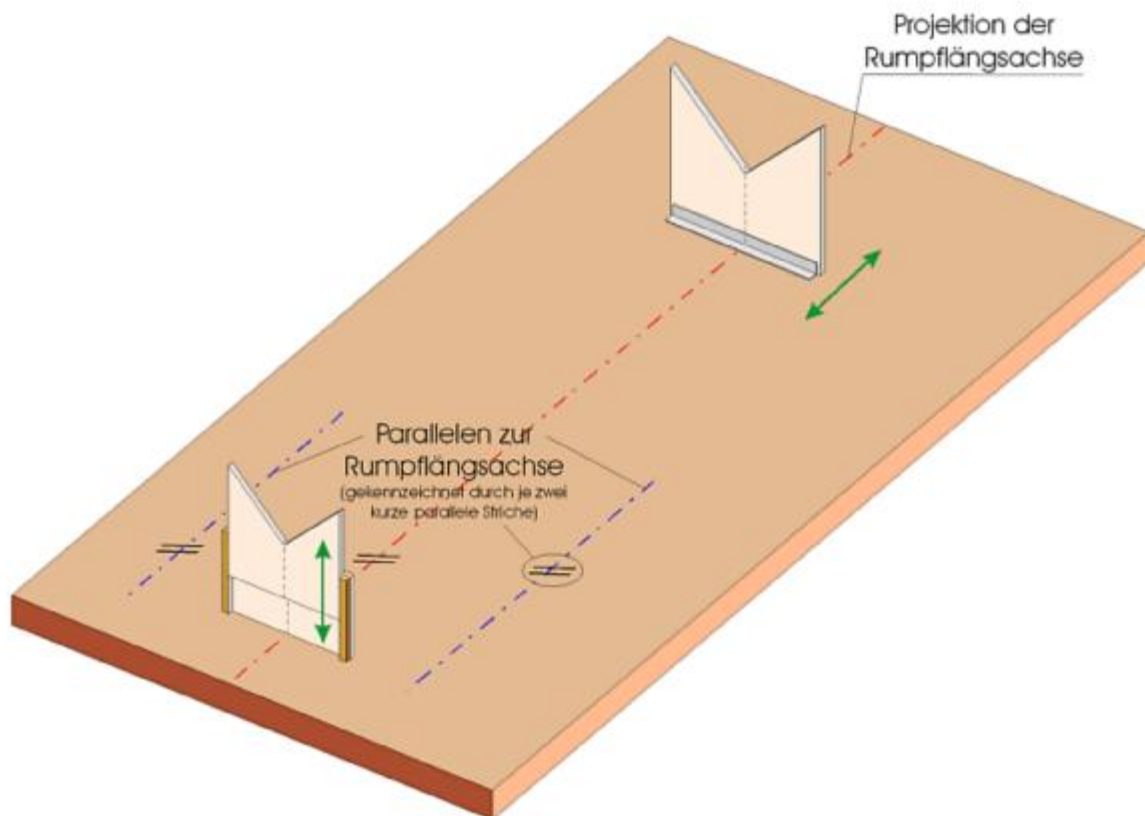


Bild 2

Der entscheidende Punkt sind die Parallelen zur Rumpflängsachse. Bei Kreuz- und T-Leitwerken kommt es nicht so genau auf paralleles Messen an, obwohl auch hier unter Umständen Fehler auftreten, wenn dieses nicht beachtet wird.

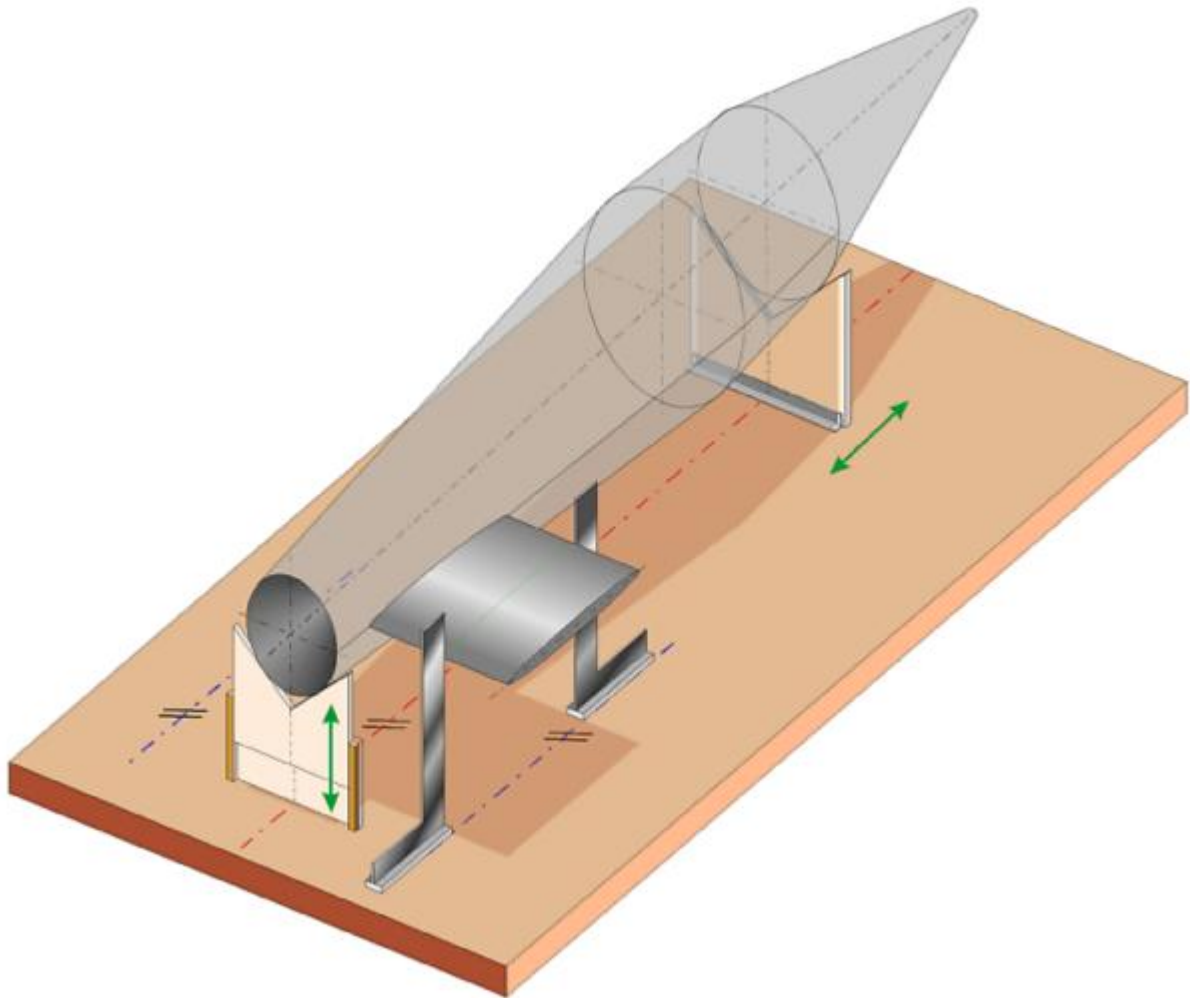


Bild 3

Allerdings sind die Abweichungen im Allgemeinen so gering, dass sie im Bereich der Messgenauigkeit liegen. Bei V-Leitwerken ist das aber nicht mehr der Fall. Bereits kleine Ungenauigkeiten führen, wie unten an einem Beispiel gezeigt wird, zu erheblichen Messfehlern.

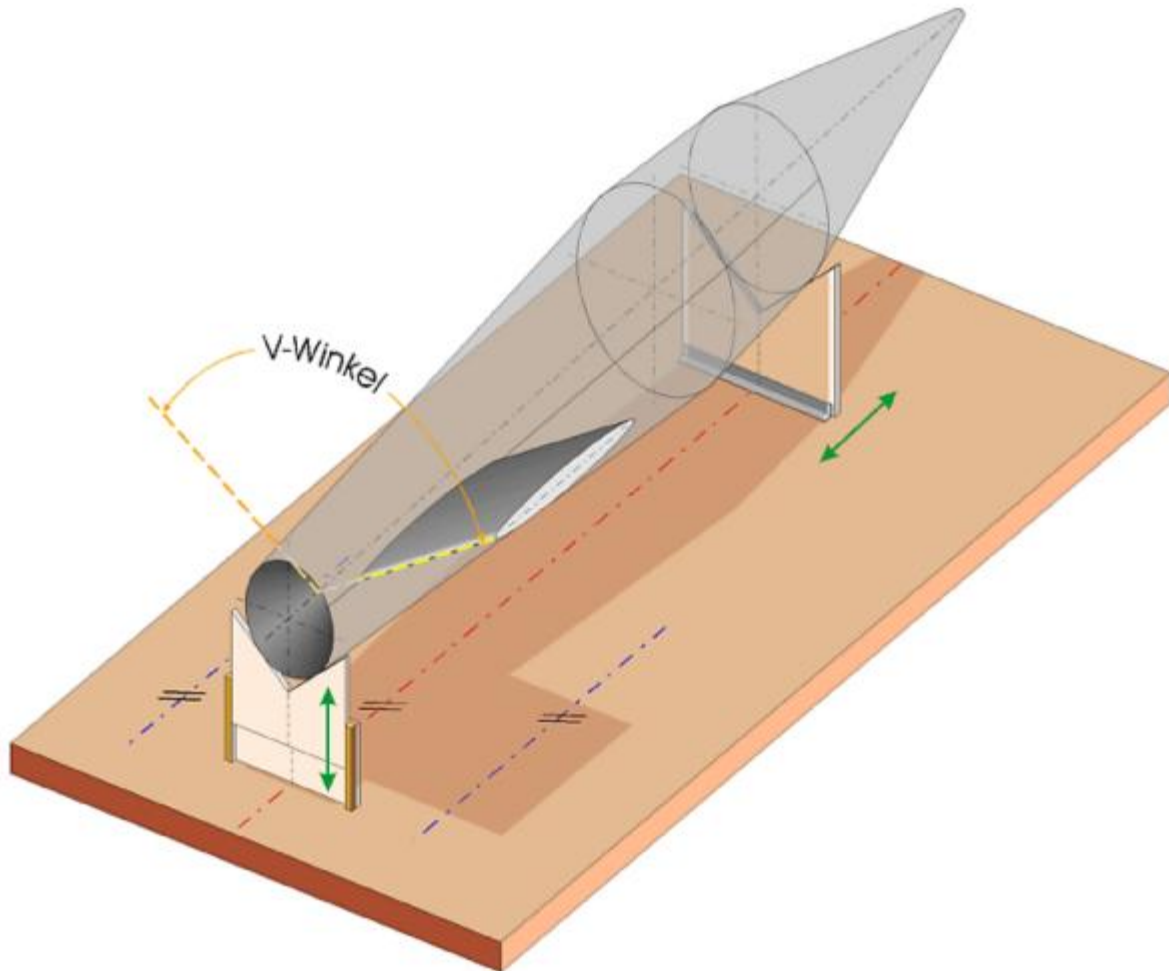


Bild 4

Die Einstellwinkelmessung am Leitwerk *muss in der Grundrissebene parallel zur Rumpflängsachse* erfolgen. Die blaue strichpunktierte Linie muss also parallel zur roten strichpunktierten Mittellinie (Projektion der Rumpflängsachse) verlaufen! Denn die grüne Linie auf dem Leitwerk ist die Projektion der blauen strichpunktierten Linie auf die Leitwerkshälfte.  
Warum denn das?

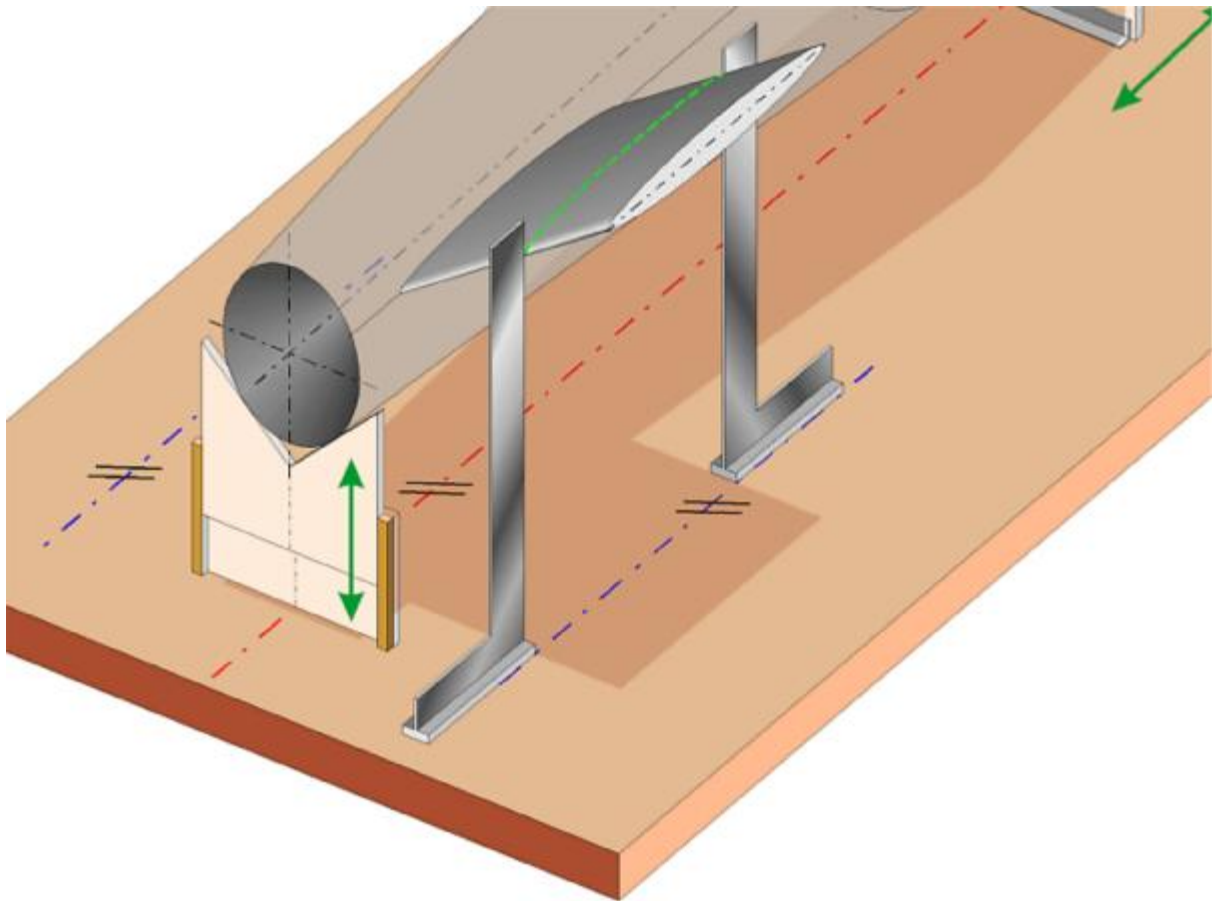


Bild 5

Ein kleines Zahlenbeispiel verdeutlicht den Grund für diese Forderung:

Gegeben ist ein V-Leitwerk mit einem V-Winkel von  $110^\circ$  und einer konstanten Leitwerkstiefe von 130mm.

Der tatsächliche Einstellwinkel sei  $0^\circ$ .

Die angenommene Abweichung von der Parallelen betrage an Nasen- oder Endleiste des Leitwerks 5mm (gelbe Linie, Bild 7).

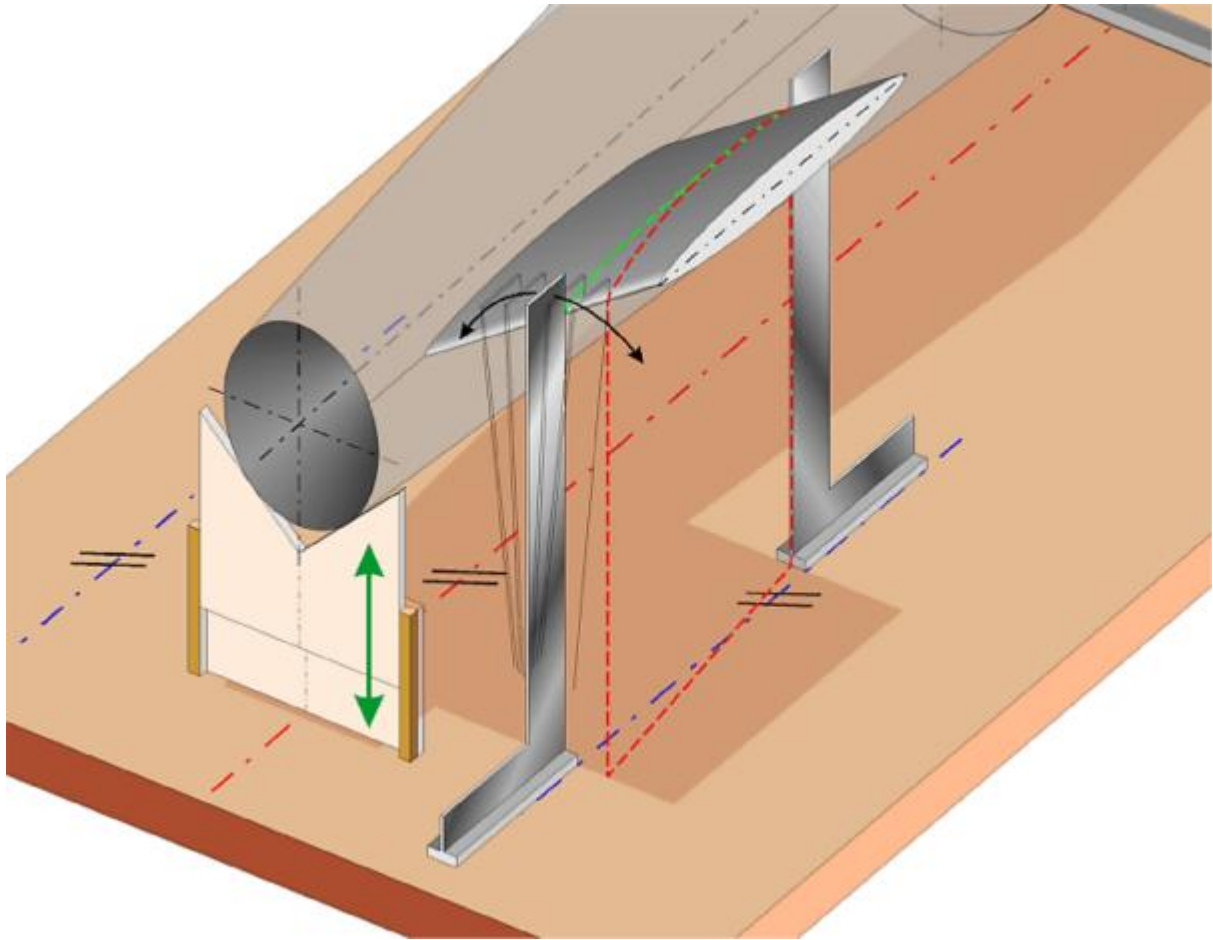


Bild 6

Dies könnte z. B. auf ein nicht paralleles Anreißen der blauen strichpunktigten Linie zurückgehen oder auf einen nicht genau senkrecht stehenden Winkel (Bild 6).

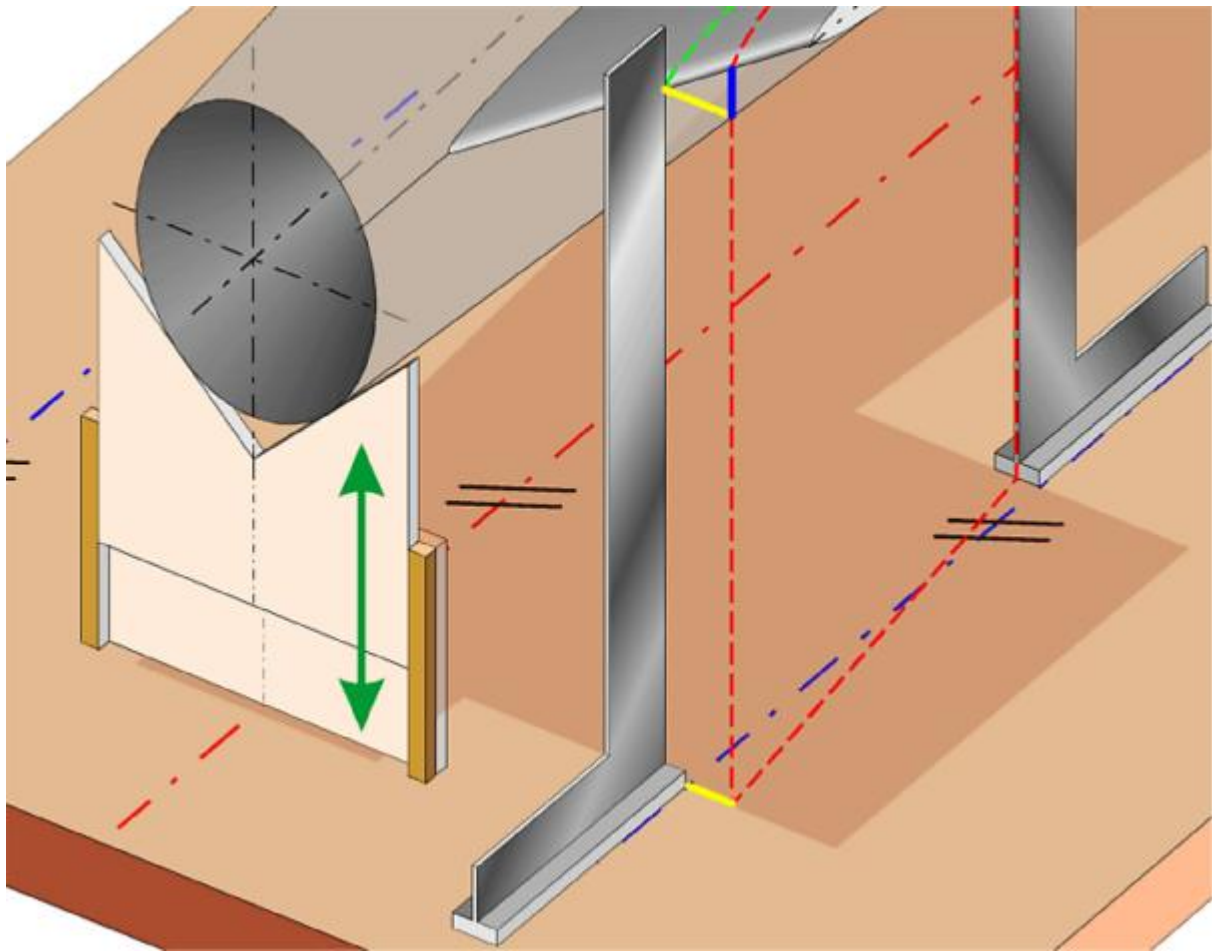


Bild 7

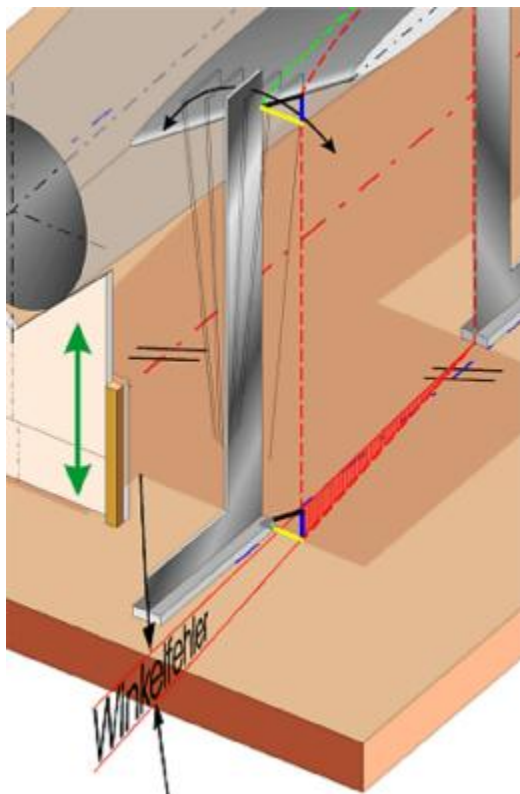


Bild 7a

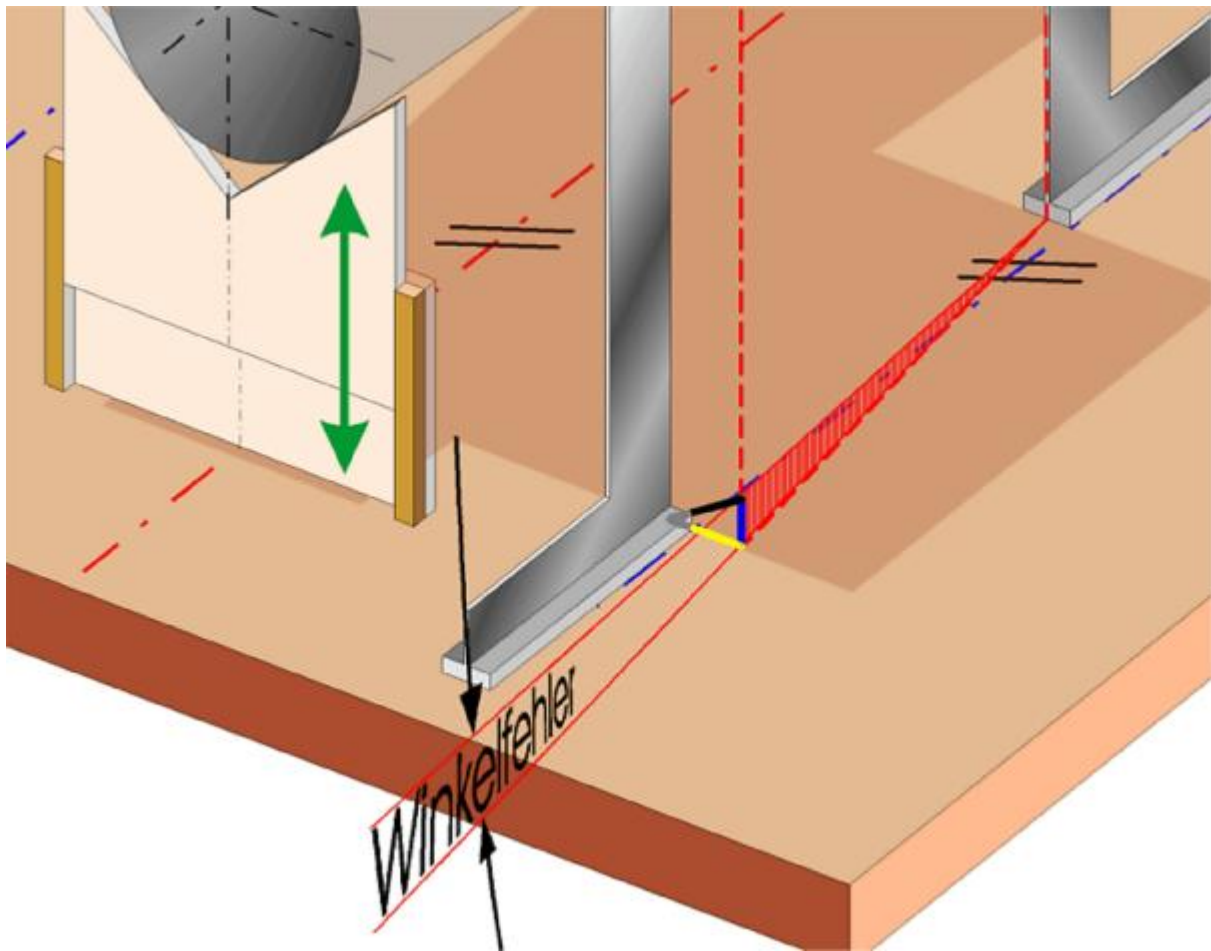


Bild 8

Unter den oben genannten Randbedingungen wird dann statt des korrekten Wertes von  $0^\circ$  ein scheinbarer Einstellwinkel von ca.  $1,5^\circ$  festgestellt! Der resultierende Winkelfehler (Bild 8) ist die Folge des Messfehlers (kurze blaue Linie in Bild 7). Da erübrigt sich eigentlich jeglicher weitere Kommentar.

Und was sind schon 5mm? Beispielsweise geringste Unebenheiten der Unterlage können den Winkel in eine der durch die schwarzen Pfeile angedeutete Richtung kippen lassen (Bild 6). Schon misst man nur Mist!

Man könnte fast zu der Einsicht gelangen, dass in diesem speziellen Fall ein Brett als Unterlage eigentlich völlig ungeeignet sei. Eine glattere, ebenere Oberfläche wäre wünschenswert. Aber wer besitzt schon einen Messtisch? So wird auch erkennbar, dass hier Geodreiecke o.ä. Hilfsmittel völlig ungeeignet sind. Es sei denn, ein zusätzliches Dreieck wird zur Kontrolle der Senkrechten des ersten Dreiecks benutzt. Jetzt wird deutlich, dass selbst der Anordnung der Messhilfsmittel erhebliche Bedeutung zukommt. Stellt man aber die Winkel um  $90^\circ$  gedreht auf (Bild 9), dann vermeidet man zuverlässig zumindest die gerade beschriebene Fehlerquelle mit ihren fatalen Folgen.



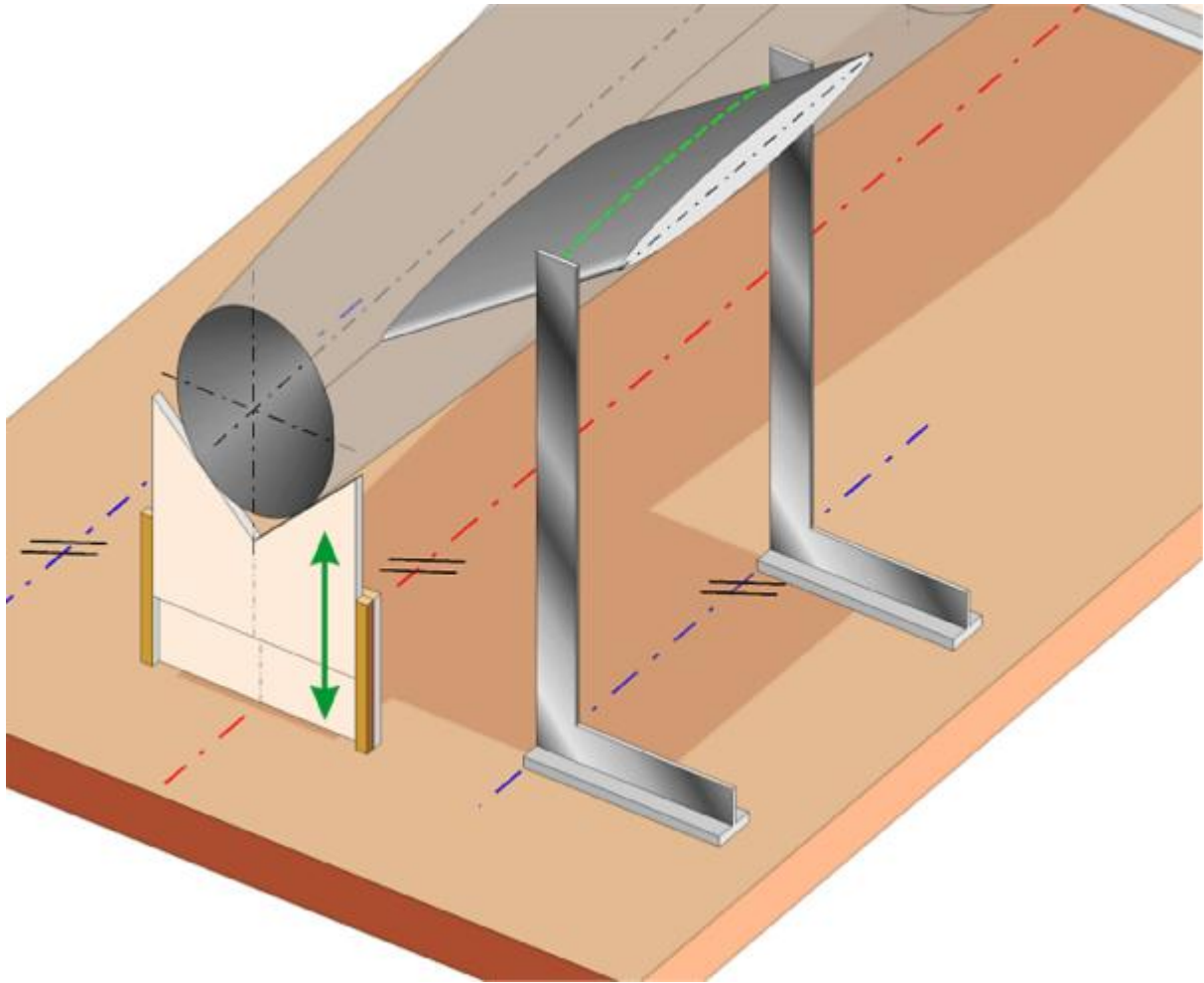


Bild 9

Ich will nicht verschweigen, dass man sich damit allerdings gleich wieder ein anderes Problem einhandelt: Es wird nun schwieriger, die genaue Höhe abzulesen. Man muss schon sehr genau hinsehen, um festzustellen, wo nun Nasen- und Endleiste die Messskala berühren.

Wenn's beliebt, hätte ich dazu noch einen Vorschlag, damit der richtige Punkt zuverlässig getroffen werden kann.

Man nehme, also doch(!), einen Stift und markiere die Senkrechte auf der Nasenleiste (Bild 10, 11).

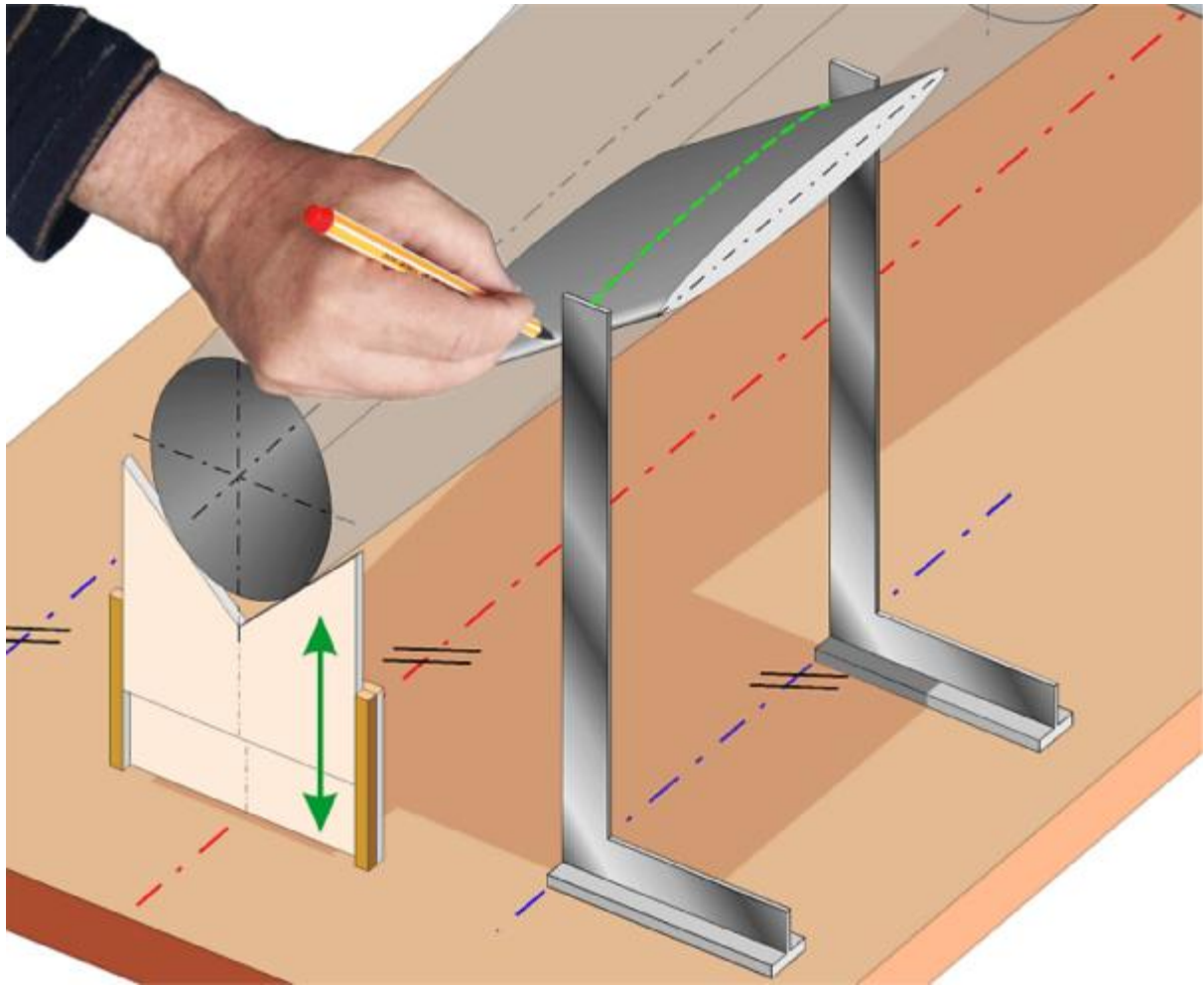


Bild 10

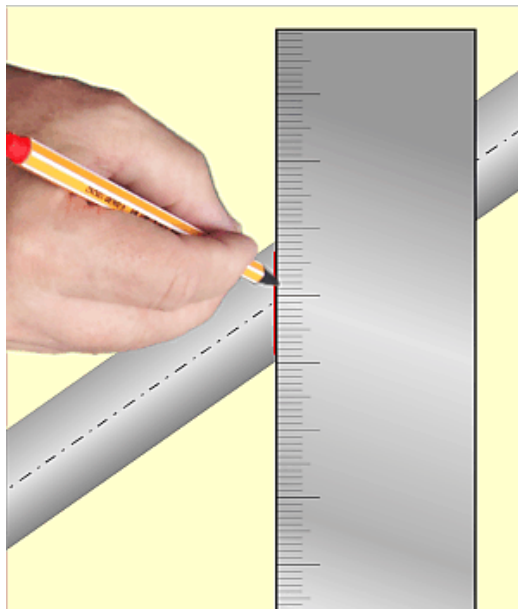


Bild 11

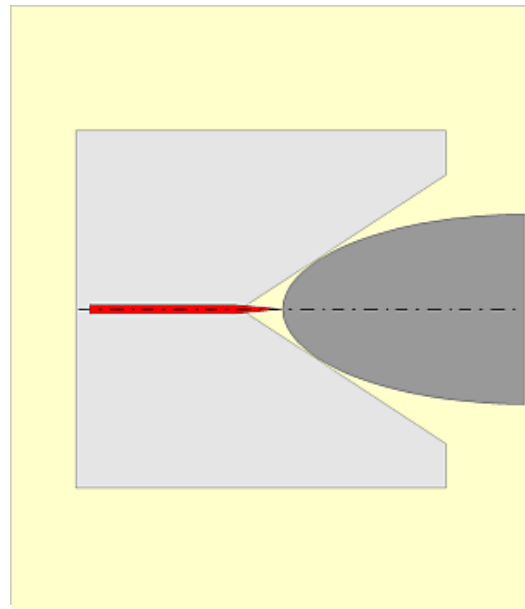


Bild 12

Sodann fertige man sich aus einem Stück Kunststoff oder dünnem Sperrholz und einer gekürzten Nadel einen „Piekser“, ähnlich dem in Bild 12 dargestellten.

Mit diesem Hilfsmittel trifft man immer ohne Schwierigkeiten die Mitte der Nasenleiste, die ja bekanntlich bei nichtgewölbten Profilen der Punkt ist, an dem die Profelsehne beginnt. Die Neigung der Profelsehne ist schließlich das, was den Einstellwinkel des Höhenleitwerksprofils ausmacht. Und den möchten wir ja schließlich ermitteln!

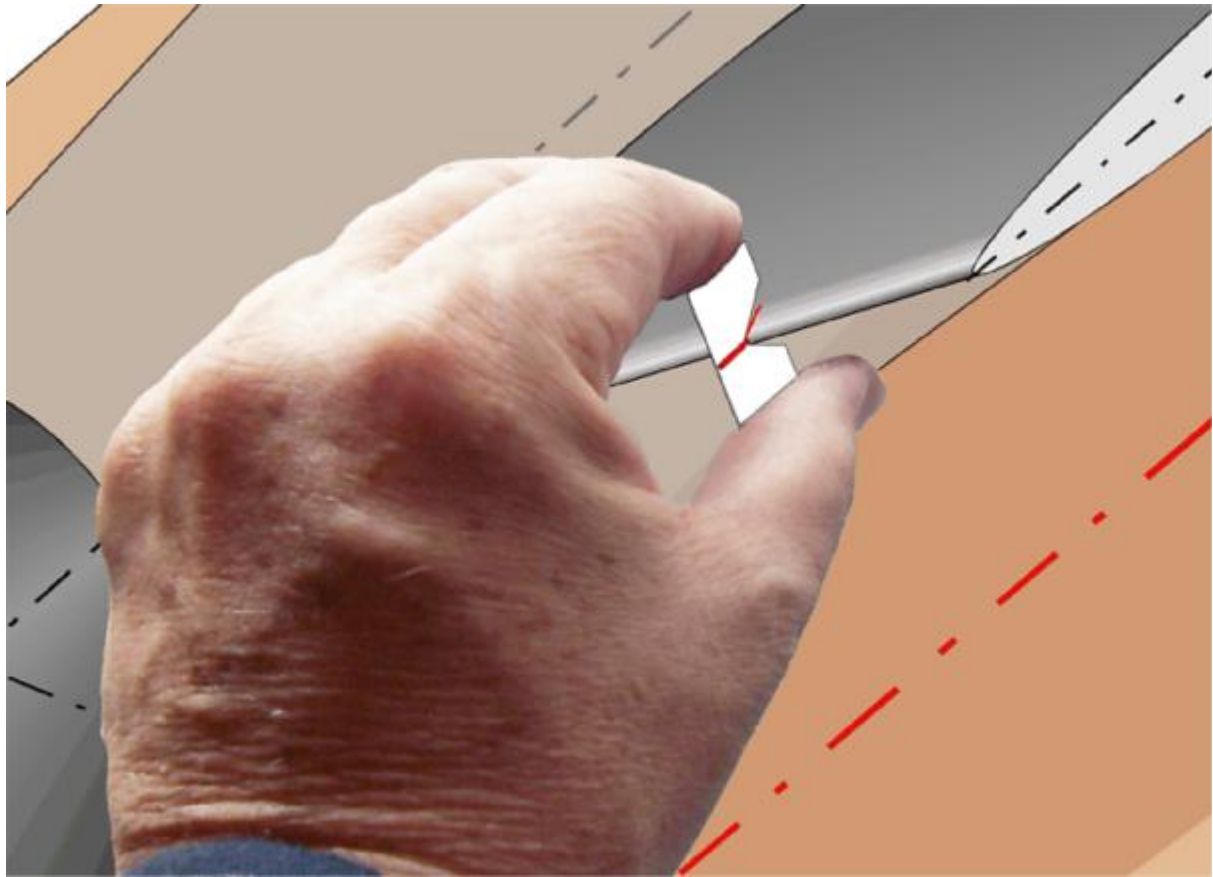


Bild 13

Nachdem also auf diese Art und Weise der entscheidende Punkt zuverlässig markiert worden ist, bleibt nur noch das Abmessen des Abstands  $A_3$ . Das ist jetzt überhaupt keine Schwierigkeit mehr, bei der auch nicht mehr viel falsch gemacht werden kann. Ähnlich geht man bei der Hinterkante des Höhenleitwerks vor. Handelt es sich um ein Pendelruder, muss unter allen Umständen sichergestellt sein, dass sich das Ruder zwischen den Messungen nicht bewegen kann. Irgendwie muss es blockiert werden, aber zuverlässig! Gleiches gilt für gedämpfte Höhenleitwerke. Das Ruder im Strak der Dämpfungsfäche absolut festlegen. So kann man dann auch V-Leitwerke einwandfrei vermessen. Aber bitte nicht übersehen: Das Leitwerk besteht aus zwei Hälften! Auch wenn ich hier aus Gründen der Übersichtlichkeit immer nur eine Seite gezeigt habe, soll das nicht heißen, dass die zweite Hälfte vernachlässigt werden kann. Im Gegenteil, Unterschiede im Einstellwinkel der beiden Leitwerkshälften führen bei einem V-Leitwerk, im Gegensatz zu einem Kreuz- bzw. T-Leitwerk, unter anderem zu einem unerwünschten Kurvenflug.

Das ist mein Vorschlag für das Problem. Sicherlich gibt es noch andere Möglichkeiten, die zum angestrebten Ziel führen. Lediglich die käuflichen Gerätschaften halte ich für diesen speziellen Fall für relativ ungeeignet, da sie die besonderen Gegebenheiten der V-Leitwerke und deren Anforderungen nicht sonderlich gut berücksichtigen.

Angesichts all' dieser Umständlichkeiten ist der Horror mancher Modellflieger vor der Beschäftigung mit dem Einstellwinkel eines V-Leitwerks nicht mehr sehr verwunderlich. Doch mit der nötigen Geduld und den nun vorhandenen Kenntnissen um die kritischen Punkte sollte dem Vermessen eines V-Leitwerks doch etwas von seinem Schrecken genommen sein.

**WARNUNG! Mit noch so viel Aufwand und Mühen ist selbst bei einer zu 100% nach Plan eingestellten und geprüften EWD keine Garantie für optimale Flugeigenschaften gegeben. Dafür sind die wechselseitigen flugmechanischen Abhängigkeiten, beispielsweise zwischen Schwerpunktlage und EWD, zu vielfältig, als das da die Einstellung eines einzelnen Parameters genügen würde. Da hilft nur sorgfältiges Einfliegen!**

Eine Excel-Hilfe für die EWD-Berechnung aus den gemessenen Abständen ist hier zu finden: <http://www.rc-network.de/magazin/trickkiste/trick05/trick05.html>

Also dann: Holm- und Rippenbruch!

◀ [magazin home](#)

© RC-Network Modellsport e.V. 2002-2009  
[Impressum](#)