

Einziehfahrwerk im Eigenbau

von Ingo Seibert

Diese Anleitung / Zeichnungen dürfen nur zum persönlichen Gebrauch verwendet werden, jegliche gewerbliche und/oder Serienfertigung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Autors!

Das Einziehfahrwerk soll folgende Merkmale aufweisen:

- Verriegelung im Ein- sowie ausgefahrenen Zustand, was durch eine „Überknieung“ erfolgt.
- Möglichst niedrige Betätigungskräfte
- Betriebssicher auch bei Verschmutzung, wie sie im Flugbetrieb nunmal vorkommt.
- Flexibel in Puncto Radgrößen, ohne das sofort ein Neubau vonnöten ist.
- Beliebig auf verschiedene Maßstäbe transferierbar.

Desweiteren sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Mit gutem Standardwerkzeug herzustellen
- Benötigtes Material soll einfach zu beschaffen sein.

Das sind die Vorgaben, und ich denke, diese wurden auch eingehalten. Im Folgenden, bevor es wirklich ans Eingemachte geht, ein paar grundsätzliche Arbeits-Hinweise:

Bei Aluminiumblechen darf die Biegekante sowie alle anderen Markierungen keinesfalls mit einer Reißnadel angezeichnet werden, da ansonsten die Gefahr besteht, das das Material an dieser Stelle beim kanten einfach reißt!

Scharfe Kanten und Grate an Metall und NE-Teilen können Verletzungen verursachen, deswegen vor der Weiterarbeit immer zuerst das Werkstück entgraten!

Beim Bohren, insbesondere aber beim Bohren von Blechen jeglicher Art das Werkstück festspannen! Das weiche Aluminium neigt dazu, den Bohrer ins Material „hineinzuziehen“, was bei ungesicherten Werkstücken zu schweren Handverletzungen führen kann. Also, bitte eine Tischbohrmaschine oder ein stabiles Gestell für eine Handbohrmaschine verwenden und die Werkstücke in einem fest montierten Schraubstock einspannen.

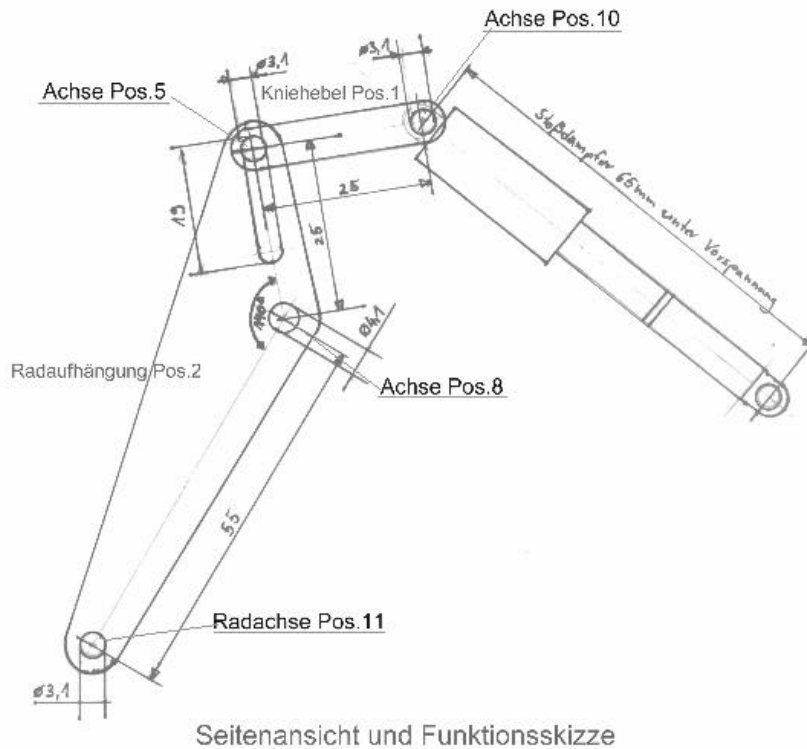
Bei jeglicher Zerspanungsarbeit ist grundsätzlich mit Schutzbrille und eng anliegender Kleidung zu arbeiten, keinesfalls dürfen aber bei Arbeiten an z.B. Bohrmaschinen Handschuhe getragen werden, da diese sich in der laufenden Maschine verhaken können!

Lassen Sie sich Zeit, und messen Sie lieber zweimal, bevor ein Teil bearbeitet wird, denn nichts ist frustrierender, als nach vermeintlich getaner Arbeit vor einem nicht funktionierendem Fahrwerk zu stehen. Die Toleranzen nicht sonderlich eng, es sollte aber beachtet werden, das sich viele kleine Ungenauigkeiten rasch zu einer Großen addieren können.

Das Konzept für dieses Fahrwerk ist sehr flexibel gehalten, die Zeichnungen sind also als Bauskizze zu sehen, denn sobald eigene Ideen verwirklicht werden (was ja durchaus erwünscht ist), müssen die Bauteile entsprechend angepasst werden.

Alle Bohrungen sollten nach dem anzeichnen angekörrt werden, um ein verlaufen des Bohrers zu verhindern. Das geht, falls kein Körner zur Verfügung steht, auch mit einem kleinen Bohrer.

Falls Sie manche Teile nicht einwandfrei zuordnen können, nehmen Sie die folgende Funktionskizze zur Hand, damit sollte die Zuordnung kein Problem mehr darstellen.



- Ständerbohrmaschine oder Handbohrmaschine mit Bohrgestell.
- Flachfeile mittlerer Hieb (zum entgraten)
- Rundfeile mit 3mm Durchmesser (Schlüsselseife)
- Bohrer mit den Durchmessern 3,1mm, 3,2mm und 4,1mm (HSS Spiralbohrer)
-
- Meßschieber mit Nonius

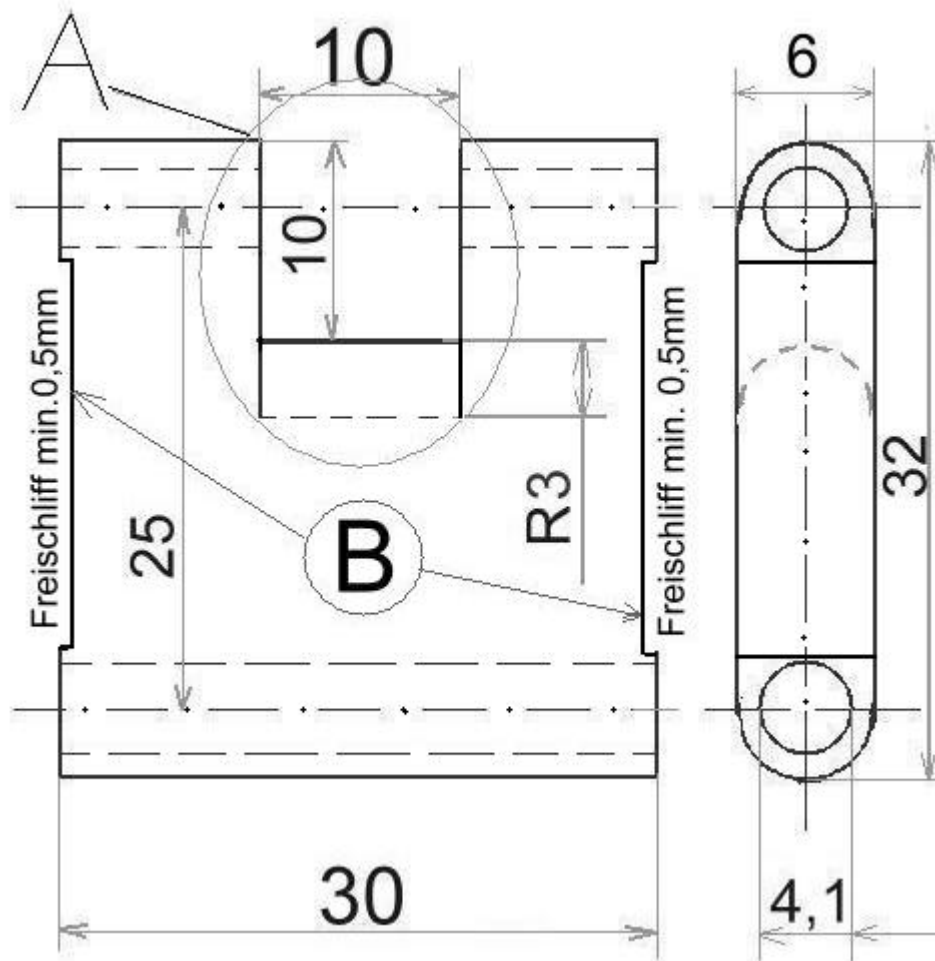
Die Verknüpfung

nur eine hakelige und wenig zuverlässige Angelegenheit wird, deswegen ist hier besondere Aufmerksamkeit und Genauigkeit angebracht!

Pos.1		1x
Pos.2	2x	
Pos.3		1x
Pos.5		1x
Pos.6		2x
Pos.10		1x

und bei zusätzlicher Federung:
Rahmen für Federung 1x

- Die Bohrungen sollten in einer Aufspannung in den Grundkörper eingebracht werden, um eine höchstmögliche Parallelität zu
- Die Freifräsung „A“ (10x10mm) ist nur beim Bau des gefederten Fahrwerkes erforderlich
- Die Freischliffe zwischen den Bohrungen (Detail „B“) nicht vergessen, sie verringern die Reibung und Schmutzanfälligkeit



Die Länge der Achse Pos.5 wird wie folgt errechnet:

Felgenbreite des Rades + 2 Stellringe (handelsüblich 5mm) + 2x Materialstärke Pos.2 - Spiel 0,5mm

Für ein 72er Graupner-Rad (Felge ~19,4mm), 4mm Aluminium für Pos.2, 2 Graupner-Steckringegehörige Spiel ergibt sich für das Beispielfahrwerk eine Achsenlänge von rund 38mm. An dieser Stelle ist eine Genauigkeit von $+0 / -0,5\text{mm}$ vollkommen ausreichend. Beim Lesen dieser Zeilen wird es deutlich, ein Meßschieber ist angeraten, obgleich dieses Fahrwerk auch schon durch „abschleifen bisset paßt“ gefertigt wurde...

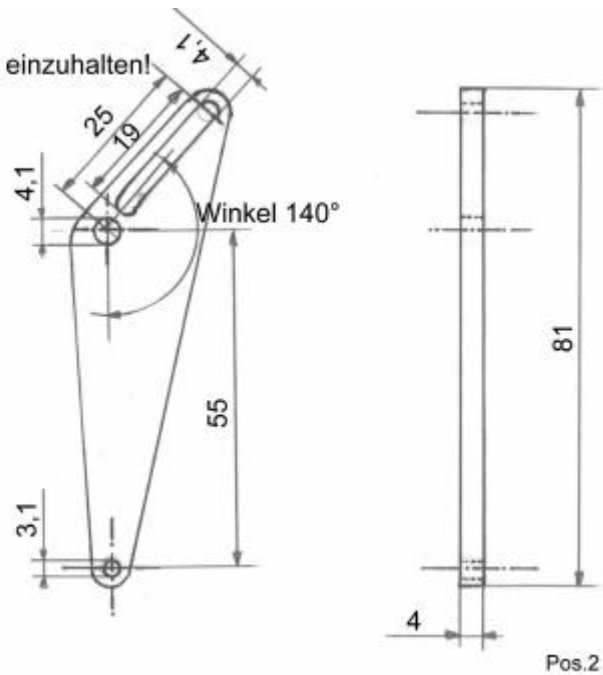
Die Bohrungen in den Radhalterungen Pos.2 wurden so gesetzt, das ein 100er Rad noch gut eingebaut werden kann, obgleich für diese Größe dann wiederum längere Seitenteile notwendig sind (einfach entsprechenden Betrag dazurechnen).

Die Bohrung für den Antrieb (Pos.6) der Verknieung sollte mit 4,1mm (bei 4mm-Achsen) gebohrt werden; die Verbindung zwischen Kniehebel und Antriebsachse wird anderweitig gelöst, und die Montage ist so weitaus einfacher. Wer die Möglichkeit hat, so genau zu arbeiten, kann natürlich auch eine Paßbohrung mit H7 / s8 einbringen, aber wie sagte mein alter Meister seinerzeit: „So einfach wie möglich, so genau wie nötig“, und daran sollten wir uns auch hier halten.

Die Radhalterungen mit der Pos.2 sind nicht so schwierig, wie es aussieht, an dieser Stelle aber auch hier ein paar Tips:

- Die Kontur der Teile ist relativ egal, je weniger Material aber am Gehäuse streifen kann, desto geringer ist auch die Reibung - logisch
- Es empfiehlt sich, die beiden Teile erst grob mit je einem Zentimeter Übermaß an beiden Seiten zuzusägen, die Rohlinge mittels zweier Schrauben zusammenzuspannen (Siehe Skizze 1), und dann alle Löcher sowie die Langlöcher gemeinsam zu bohren und zu feilen! Dadurch wird die höchstmögliche Genauigkeit erreicht.
- So man keine Fräsmaschine zur Verfügung hat (auch mit einem Miniwerkzeug á la Dremel und einer ruhigen Hand geht das), kann man auch entlang der Langloch-Mittellinie ein Loch ans andere setzen und den Rest mit einer kleinen Schlüsselfeile von Hand nacharbeiten.
- Die Länge des Langloches zur Lagerachse (Pos.8) hin ist ziemlich egal, Hauptsache, die Verknieung arbeitet leichtgängig; Die Löcher sind 1mm zu lang? Macht auch nix...Das Maß auf der gegenüberliegenden Seite ist aber genau einzuhalten, ansonsten funktioniert die Verriegelung bzw „Überknieung“ des Fahrwerkes im ausgefahrenen Zustand nicht und es gibt Getriebealat!

Diese Maße sind genau einzuhalten!



Die Radachse (Pos.11) kann auf verschiedene Art und Weise gefertigt werden:

- Drehen (lassen) nach Zeichnung : Die eleganteste Lösung, keine Schrauben nötig, das Fahrwerk bleibt schmal.
- Gewindestange: Man nehme eine handelsübliche M3-Gewindestange, schiebe ein passendes Messingröhrchen (Innendurchmesser 3,1, Außendurchmesser nach Radfelge) in der richtigen Länge darüber und verschraube das Ganze mit zwei Muttern von außen. Einfach, schnell zu demontieren, aber das Fahrwerk wird runde 8mm breiter!!
- Man schneidet M3-Gewinde in die Seitenteile (Achtung! Bohrungs-Durchmesser dann 2,5mm!!) und verschraubt die Achse direkt. In meinen Augen zuviel „Gefummel“, aber auch eine praktikable Lösung und so schmal wie Version 1.

Nun ist das Herzstück fertig (die gefederte Version ist prinzipiell gleich, Besonderheiten folgen zum Schluß), und es geht schon auf zum Endspurt, den

Rahmenteilen Pos. 7

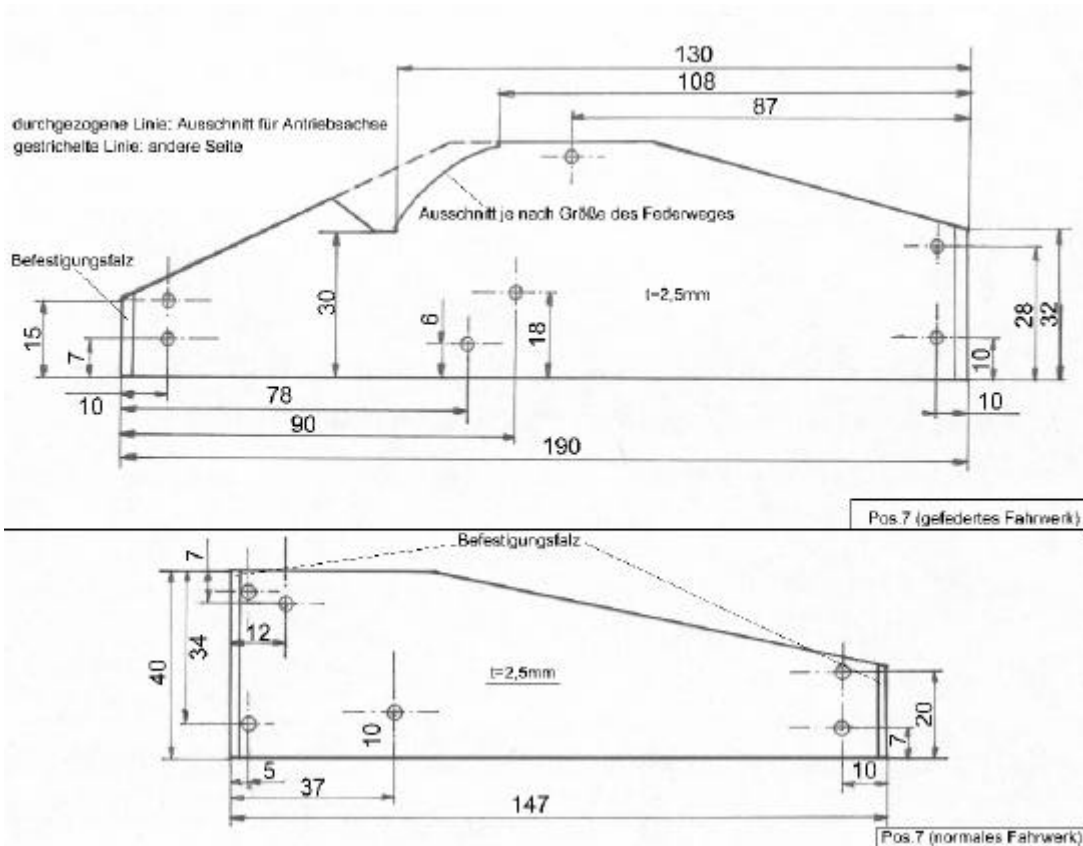
Bevor diese in Angriff genommen werden, müssen folgende Maße bekannt sein:

- maximale Breite des Fahrwerkes im Rumpfes
- maximale Länge des Fahrwerkes im Rumpf

und man sollte sich spätestens jetzt über folgendes im Klaren sein:

- mit oder ohne Federung
- Befestigung an Halbspanten oder auf Leisten
- Maximale Radgröße

Als praktikabel haben sich Lochabstände des Kniehebels von 20mm bis 30mm (bei Radgrößen über 100mm) herausgestellt, mein Favorit in Bezug auf Baugröße und Festigkeit ist ein Abstand von 25mm, wie er auch bei dem hier gezeigten Fahrwerk Verwendung findet.



Meine Rahmenteile bestehen durchweg aus 3mm Aluminium-Blech, das zum einen noch gut mit einer Stichsäge gesägt werden kann (zur Not auch mit der Laubsäge), und auch beim Abkanten keine Schwerkantbank erfordert, zum anderen von der Stabilität aber mehr als ausreichend ist.

Als erstes werden die Blechteile zugeschnitten und entgratet.

Auch hier ist ein Zuschneiden mit Übermaß und anschließendem Zusammenspannen für die weitere Verarbeitung angeraten (Siehe Hilfsskizze Nr1 zu Seitenteile Pos. 2), ebenso muß das Aufmaß für die Befestigungslaschen selber dazugerechnet werden, je nachdem, ob das Fahrwerk von oben oder an den Stirnseiten verschraubt werden soll!

Die Bohrungen werden mittels Höhenmesser oder sonstigem Meßwerkzeug auf das Blech übertragen und nochmals kontrolliert. Sollen für die Abstandshalter (Pos.8) 4mm-Achsen mit M3-Gewinden verwendet werden, so sind die 2 Bohrungen für die Verknüpfung sowie die 4 (ungefedert) bzw. 6 (gedert) Bohrungen für die Abstandhalter mit 3,2mm zu bohren. Dieses Maß ist ein guter Kompromiß zwischen Paßgenauigkeit und Montagefreundlichkeit. Sind alle Löcher gebohrt, werden die Schrauben, die zum Zusammenspannen der Rohlinge benutzt wurden entfernt und die Teile auf Kontur gebracht (sägen, feilen, Opa´s Gebiss etc..). Um die Befestigungslaschen abzukanten eignet sich ein mittelprächtiger Schraubstock, in den die Rahmenteile nach vorherigem anzeichnen der Biegekante senkrecht eingespannt werden.

Mit einem Hammer mit Hartgummiaufsatz oder einem zwischengelegtem Holzstück werden die Seitenteile nun durch gleichmäßige Schläge entlang der Biegelinie abgekantet. Soll das Fahrwerk von oben auf Leisten geschraubt werden, müssen die langen Seiten abgekantet werden, was einen weitaus stabileren Schraubstock erfordert.

Nicht vergessen! Die Materialzugabe für die Befestigungslaschen muß nach eigenem Ermessen erfolgen, meist sollten aber 12mm ausreichen (2mm Radius-Zugabe + 10mm Befestigungslasche) !

Als letztes sind noch die Abstandhalter (Pos. 8) anzufertigen, diese sollten möglichst gleich lang sein; die Länge der Achsen berechnet sich aus

Breite Fahrwerksmechanik (Pos.2+Pos.3) + 0,5mm Spiel + 2 Unterlegscheiben 0,2mm (+ eventuelle Federungsmechanik Pos.4)

Beim ungefederten Beispielfahrwerk sind das 38,5mm, beim gefederten Fahrwerk ergeben sich hier 44mm. Auch hier ist wieder zu sagen, das eine Abweichung von +0,2mm / - 0,1mm als irrelevant anzusehen ist. Wer will, kann auch auf Fischertechnik-Achsen mit Gewinde oder Teile aus dem Wedico / Conrad-Electronic Sortiment zurückgreifen, hier findet man fast alle erdenklichen Längen und Arten von Achsen, Stangen, Achsen mit Gewinde an beiden Seiten etc. Eine ebenfalls probate und sehr einfache Lösung besteht darin, die bereits oben zur Anwendung kommenden M3-Gewindestangen zu nehmen und passende Hülsen in Form eines dickeren Messingrohres (z.B. Rest von Pos.3) darüberzustülpen. Die Röhchen können mittels einer fest installierten Bohrmaschine und einer Feile nach dem vorsägen auf die passende Länge gebracht werden .

Der Zusammenbau

gestaltet sich denkbar einfach, am besten ist, man verschraubt die Abstandhalter (Pos.8) mittels Stopmuttern (Pos.10) zuerst auf einer Seite mit dem jeweiligen Seitenteil (Pos.7), steckt eine der Unterlegscheiben (Pos.9) sowie eine Radhalterung (Pos.2 richtig herum, der lange Schenkel zeigt nach oben) auf die Mittelachse (Pos.5) und das Distanzstück (Pos.3) und der vorher gut entfettete Kniehebel (Pos.1) samt der kleinen Achse (Pos.6) bzw. muß (je nach Ausführung der Radachse) bereits das Rad montiert werden. Es folgt die zweite Radhalterung und die zweite Unterlegscheibe. Der nächste Schritt ist ein wenig knifflig, da gleichzeitig alle Achsen in das zweite Seitenteil eingefädelt werden müssen. Ist dieses aber geschafft, können alle Schrauben angesetzt und das Fahrwerk mit den restlichen Stopmuttern (Pos. 10) verschraubt werden.

Zum ersten Probelauf muß nun noch die Antriebsachse (Pos.6), die ja noch lose auf unserem Arbeitstisch liegt, eingebaut werden. Wenn sich soweit alles leichtgängig zeigt und auch keine Grate an der Mechanik zu entdecken sind, wird die Achse wie folgt vorbereitet:

Zuerst wird alles gut entfettet, rund um die Achse werden auf einer Seite (im Abstand von ca. 1,5mm) einige Körnerpunkte mittels einer Bohrer Spitze oder eines Körners aufgebracht. Bitte nur ganz minimal ankörnen, das reicht in jedem Falle! Sodann wird die Achse vorsichtig mit einem kleinen Hammer oder Holzstück in die vorgesehene Bohrung eingetrieben. Bei der gefederten Version ist darauf zu achten, das noch ein gewisses Spiel zwischen dem Seitenteil und der Achsspitze verbleibt!! Ist die Antriebsachse an der richtigen Stelle, und alles funktioniert einwandfrei leichtgängig, läßt man zur Sicherung einen Tropfen dünnflüssigen Sekundenkleber in die Bohrung laufen. Bitte wirklich nur einen Tropfen, sonst ist das ganze nie wieder zu demontieren! Eine andere Möglichkeit, die jedoch eine ruhige Hand erfordert, ist, durch den Kniehebel und die Achse ein 1mm-Loch zu bohren und ein Stück Federstahl einzutreiben. Das hält dann für immer und ewig, nur ist es relativ schwer, ein sauberes Loch in zwei unterschiedlich harte Werkstoffe zu bohren.

Fertig!!

Jetzt kann man an der Antriebsachse den gewünschten Hebel montieren und das Servo entweder, wie auf dem Bild zu sehen, direkt auf das Fahrwerk schrauben, oder aber ein schönes Plätzchen im Rumpf suchen.

Achtung! Beim Bau der gefederten Version muß das Servo auf dem Rahmen (Pos.4) befestigt werden (siehe Bild)!

Die gefederte Version

Zum Bau des gefederten Fahrwerkes gelten die gleichen Maße für die Verknieung, allerdings muß das Teil Pos.4 noch angefertigt werden. Dafür ist in jedem Falle eine genaue Kantbank erforderlich, da jede größere Ungenauigkeit einen schwergängigen Lauf des Fahrwerkes zur Folge haben kann! Ich bin dazu übergegangen, diesen Halterahmen aus massiven Aluminium zu fertigen, da sich die erforderliche (bzw gewünschte) Genauigkeit mit Aluminiumblech nur schwer erreichen ließ.

Zuerst wird der Rohling auf die Außenmaße gefräst, dann die zwei Löcher in einer Aufspannung senkrecht gebohrt und zuletzt in der Mitte alles nach Zeichnung mit einem Schlichtfräser (Je glatter die Oberfläche, um so weniger Reibung) ausgefräst. Statt zu fräsen kann man das Ganze natürlich auch sägen und später beifeilen, dauert nur länger...

Ist der Rahmen fertiggestellt, kann der Kniehebel mit der Ausfräsung „A“ für den Stoßdämpfer hergestellt werden. Auch hier bitte die Freiflächen „Detail B“ nicht vergessen!

Bei der Herstellung der Seitenteile ist auf die Länge des verwendeten Stoßdämpfers zu achten, dieser sollte eine (leichte) Vorspannung erhalten. Die Seitenteile werden also um diesen Betrag (im vorliegenden Falle 65mm bei einem Conrad-Stoßdämpfer aus dem Car-Bereich) verlängert und zusätzlich die beiden Bohrungen für den Endanschlag (siehe Bild) mitgebohrt. Bei größeren Modellen (ab ca.5Kg) empfiehlt sich die Verwendung zweier Stoßdämpfer, was aber durch Abändern der Freifräsung „Detail A“ (zwei Ausfräsungen in entsprechendem Abstand) sowie kürzen der Abstandshülsen (Pos.12) erreicht werden kann. Auch hier ist die Flexibilität des Fahrwerkes zu erkennen, denn außer neuen Abstandshülsen muß nichts neu angefertigt werden.

Die Reihenfolge des Zusammenbaus bleibt wie oben beschrieben, allerdings ist es notwendig nach Aufstecken der Unterlegscheibe (Pos.9) den Rahmen (Pos.4), das Seitenteil (Pos.2), Kniehebel (Pos.1) mit Achse (Pos.5), das Distanzstück (Pos.3) und das zweite Seitenteil gleichzeitig aufzusetzen. Nein, ich will niemanden veralbern, das geht wirklich und ohne Fingerbrüche!! Auf dem Bild

ist gut zu erkennen, was gemeint ist.

Gratuliere! Soeben haben Sie ihr erstes selbstgebautes Einziehfahrwerk fertiggestellt!

Ein geübter Metalller dürfte für die Herstellung nicht mehr als 4 Stunden benötigen, aber auch wenn es zwei Wochen dauert: Die Materialkosten liegen bei 10-20 DM, und für die Ersparnis im Gegensatz zu einem käuflichen Fahrwerk feilt man doch gerne etwas länger, oder?

Sollten doch noch Fragen offen sein oder einige Teile absolut nicht zu besorgen sein, helfe ich gerne weiter. Bitte haben Sie Verständnis dafür, das ich keine Teile oder Fahrwerke im Fertigungszustand anbieten kann, aber wenn es um Fragen zu Zeichnungen etc. geht, helfe ich gerne!(Für die Internet-begeisterten habe ich zudem unter <http://www.fluggeil.de/fahrwerk.html/> die gesammelten Zeichnungen und die Beschreibung abgelegt.). Blicke noch zu erwähnen, das ein gewerblicher Nachbau der hier vorgestellten Fahrwerke oder die Anfertigung von Kopien zu gewerblichen Zwecken der ausdrücklichen Genehmigung des Modellsport-Verlages GmbH und des Autors bedarf...

In diesem Sinne,

Ingo Seibert

Stückliste:

Teil	Anz.	Bezeichnung	Werkstoff	Rohteilmaße	Bezug
Pos.17	1	Antriebshebel f. 4mm Achsen	Fertigteil	z.B. für Bugrad	Modellbaufachhandel
Pos.16	1	Servo mit min.3Kg Stellkraft	Fertigteil	<i>nach Wunsch</i>	Modellbaufachhandel
Pos.15	2	Stellring	MS/ST	5x8x6mm	Modellbaufachhandel
Pos.14	1	Rad (Vollgummi empfohlen)	Fertigteil	<i>nach Wunsch</i>	Modellbaufachhandel
Pos.13	1/2	Stoßdämpfer, ölgefüllt ca. 65mm	Fertigteil	<i>siehe Text</i>	Modellbaufachhandel
Pos.12	2	Distanzstück für Stoßdämpfer	Messingrohr	<i>siehe Text</i>	Modellbaufachhandel
Pos.11	1	Radachse	Feder- /Silberstahl	<i>siehe Text</i>	Metallfachhandel
Pos.10	1	2/8 Stopmutter M3	Stahl	Normteil M3	Modellbaufachhandel
Pos.9	4	Unterlegscheibe für M4	Messing	M3x0,2mm	Metallfachhandel
Pos.8	6/4	Distanzstück / Abstandshalter	Feder- /Silberstahl	4x58mm	Metallfachhandel
Pos.7	2	Rahmenteile	Aluminiumblech	<i>siehe Text</i>	Metallfachhandel
Pos.6	1	Antriebsachse	Feder- /Silberstahl	4x60mm	Modellbaufachhandel
Pos.5	1	Achse für Verknüpfung	Feder- /Silberstahl	4x40mm	Modellbaufachhandel
Pos.4	1	Rahmen für Federungsmechanik	Aluminium	50x35x4mm	Metallfachhandel
Pos.3	1	Distanzstück	Messingrohr	6x4,1x40mm	Modellbaufachhandel
Pos.2	2	Seitenteil und Radhalterung	Aluminium	100x40x4mm	Metallfachhandel
Pos.1	1	Kniehebel	Alu oder ST-37	35x35x6mm	Metallfachhandel