



Marke Eigenbau: Die Geschichte zweier Flugsimulatoren

Ein eigenes Cockpit... Das ist die Königsklasse der simulierten Fliegerei und der Traum vieler virtueller Piloten. Einige davon leisten sich „große“ und in der Regel teure Airbus- oder Boeing-Cockpits und kaufen diese zumeist fertig konfektioniert von Cockpitbauern, die sie daheim einsatzbereit einrichten. Hannes Dobersberger und Andreas Patek aus Österreich haben sich für zwei „kleine“ Cessna 172-Cockpits entschieden und sie komplett selbst gebaut. Hier ist ihre Geschichte...

Durch Zufall kreuzten sich die Wege von Andreas Patek und mir, Hannes

Dobersberger. Beide stets begeistert vom Flugeschehen, fanden wir schnell eine gemeinsame Leidenschaft, welche wir von diesem Zeitpunkt an verfolgten: Beginnend mit dem Modellflug entwickelte sich unser Interesse immer mehr in Richtung Flugzeugtechnik, so dass wir bald eigene Modelle bauten.

Dies reichte in den letzten Jahren so weit, dass wir sogar eigene Modellstrahltriebwerke bauten. In dieser Zeit als unerfahrene Turbinenbauer mussten wir auf Fachwissen in diversen Foren zurückgreifen. Um uns bestmöglich zu positionieren, haben wir später

entschieden, eine eigene Webseite zu starten. An diesem Tag entstand die „Modellbau-Technik“ www.modellbau-technik.at. Ab diesem Zeitpunkt wurde uns die überwältigende Unterstützung von Modellbauexperten mit jahrzehntelanger Erfahrung zuteil. Dies brachte uns in zirka zehn Jahren den Großteil unserer Erfahrungen in diesem Bereich ein.

Parallel zur Aufrüstung unseres Wissens und dem mittlerweile nennenswerten Maschinenpark mit Schweißgeräten, 3D-Druckern, CNC- und Laser-Maschinen, beschlossen wir einmütig: Es muss ein Flugsimulator her!

Kurz darauf begannen wir eine Kabine zu bauen und diverse Instrumente und Steuerelemente zu bestellen. Es dauerte nicht lange, und wir hatten einen kompakten Simulator am Start. Wir konnten uns hineinsetzen und mit den Grundfunktionen eines einfachen Flugzeugs am Computer fliegen.

Das Problem war, dass wir fertig gekaufte Eingabegeräte einsetzten, die nicht besonders gut aussahen! Kurz darauf begannen die Planungen für zwei Simulatoren. Denn jeder von uns sollte einen im Keller haben.

Für uns war wichtig, dass es finanziell leistbar sein müsste, selbst wenn wir noch so lange daran schleifen und



Im „Vorraum“ des Cockpits dient ein Autositz als Sitzplatz für den virtuellen Piloten.

löten würden... Ein wichtiger Punkt war ein extrem präziser Yoke mit originalen Steuerwegen sowie Steuerkräften. Wir beschlossen, eine Cessna 172 nachzubauen. Ein weltweit genutztes Trainingsflugzeug, mit dem selbst kleine Flugplätze angefliegen werden können und mit der neben dem Sichtflug- (Visual Flight Rules – VFR) auch der Instrumentenflug (Instrument Flight Rules – IFR) betrieben werden kann. Andreas ist öfters in einer Cessna mitgeflogen.

Nach monatelangen Planungen und Visualisierungen begannen wir mit dem Bau der Kabine. Erfreulicherweise und Dank der eigenen CNC-Maschinen konnten wir relativ zügig das Gerüst für den Simulator herstellen.

Wesentlich komplizierter stellten sich die gesamten Ausstattungselemente dar. Sei es vom einfachen Kompass bis hin zu einem Doppel-Force-Feedback-Yoke oder einem Autopiloten, bei dem das Trimmrad mitläuft.

Nichtsdestotrotz haben wir mit Elektronik-Komponenten und eigens gefertigten Instrumenten, Knöpfen und CNC-gravierten Armaturen ein komplettes Cockpit einer Cessna 172 herstellen können, das mittlerweile zu 95 Prozent dem Original entspricht.

Das gesamte Projekt ist schwer zu beschreiben. Unsere Grundessenz ist jedoch, dass alles was möglich ist, selbst



Die Konsole mit Hauptschaltern, Schub-, Gemisch-, Klappen- und Fahrwerkhebel.

gebaut werden muss. Die einzigen Kaufelemente sind wenige Platinen, Schrauben, Stoff- und Ledermaterial.

Der Innenraum des Cockpits der Cessna 172 sollte so realistisch wie möglich sein. Von den Seitenverkleidungen aus Leder bis hin zu Armlehnen, Fenster- und Türgriffen, Audiobuchsen für die Headsets und Sonnenblenden wurde vieles realisiert. Um das gesamte Innenleben abzurunden, haben wir vorne und hinten im Cockpit ein Ambilight integriert, das die Lichteffekte vom Cockpit-Innenraum wiedergibt.

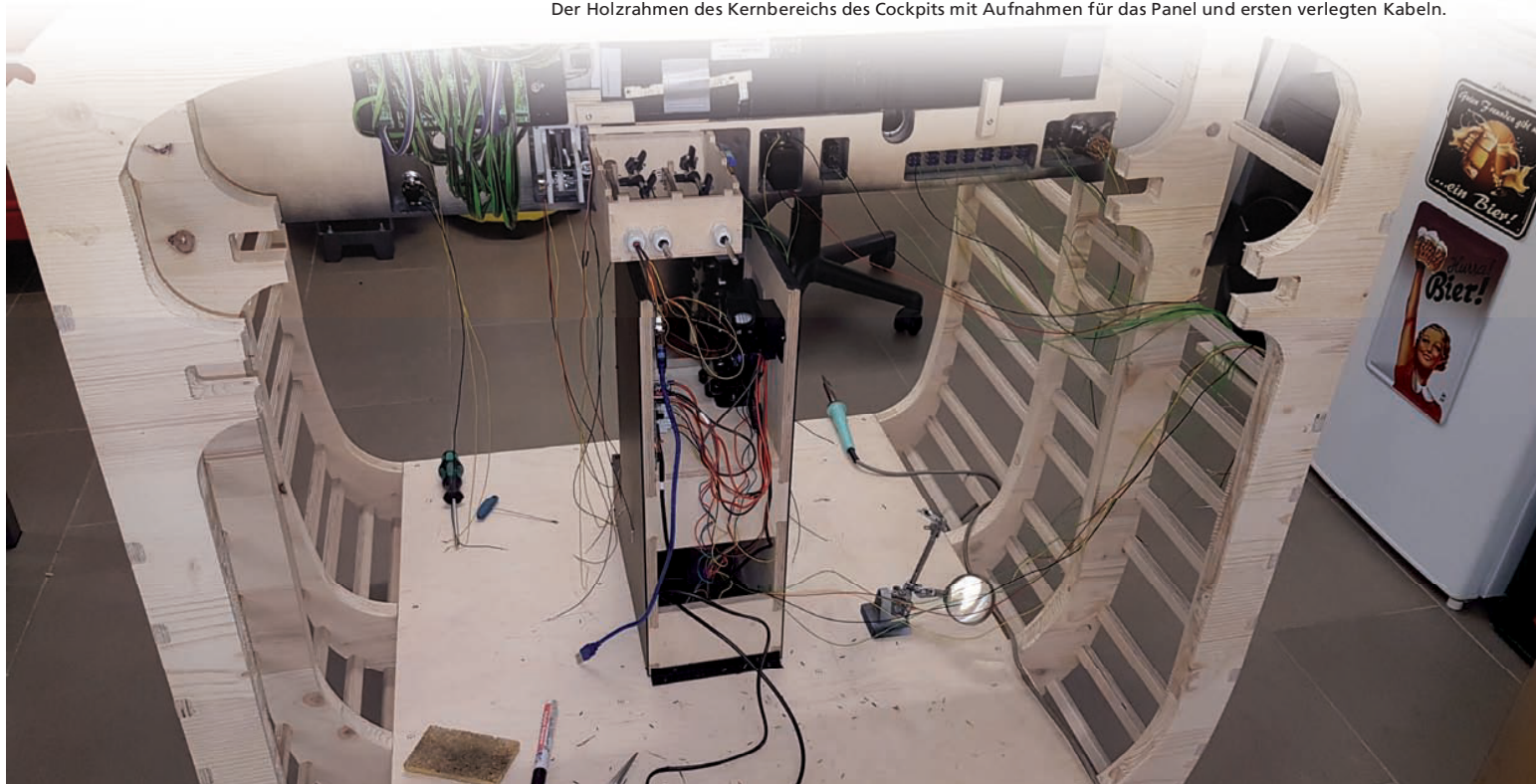
So ergab sich unser „Mega-Simulator-Projekt“, welches wir in zweifacher Ausführung gebaut und „so gut wie“ zum Abschluss gebracht haben.

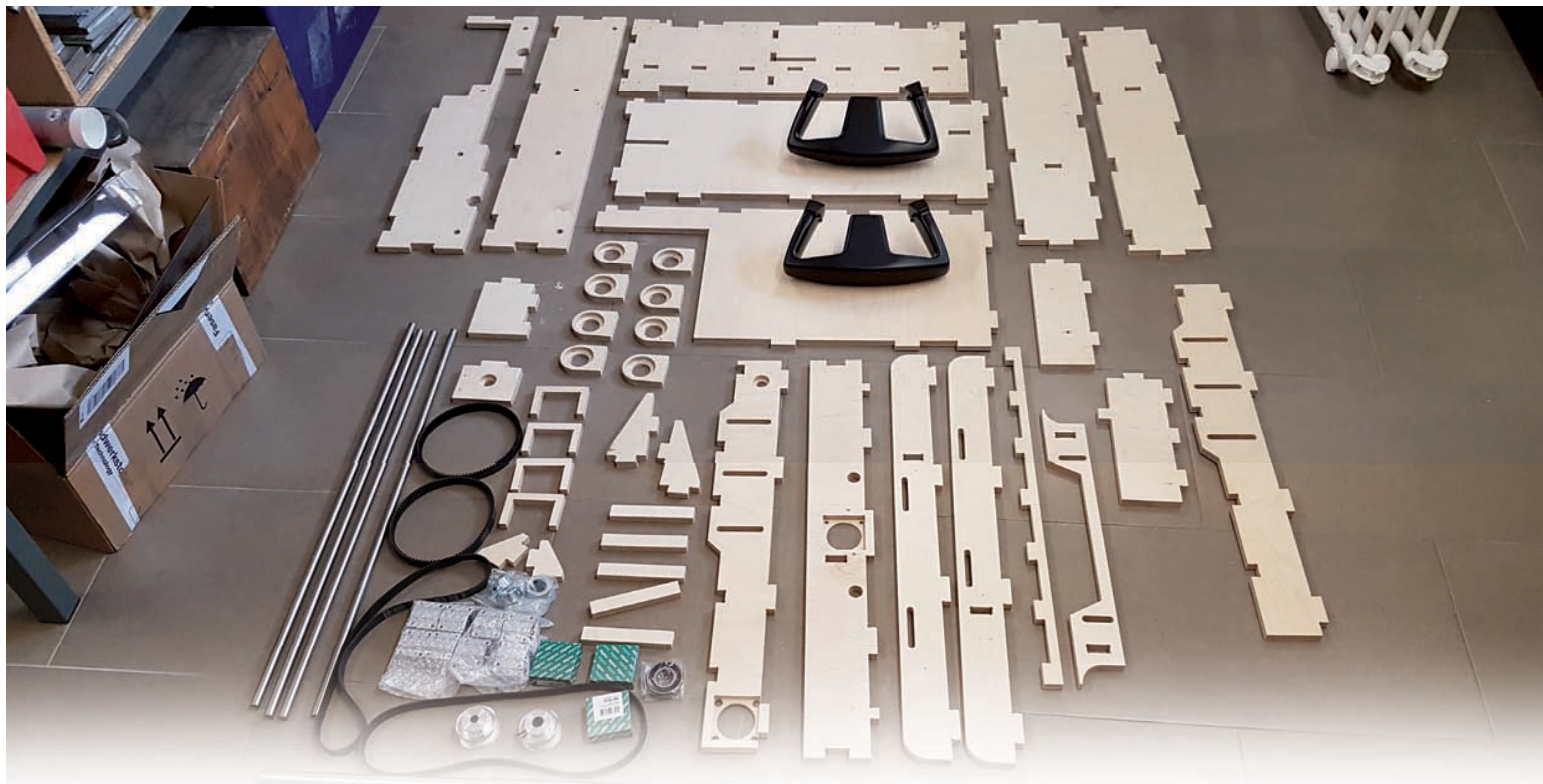
Aufbau des Flugsimulators

Um Euch den Aufbau unseres Flugsimulators näher zu bringen, teilen wir das Projekt in die Bereiche Kabinenkonstrukt, Elektronik, Yoke, Visuals und Interieur: Der Kabinenaufbau erfolgte mit Mehrschicht-Holzplatten. Wir haben den vorderen Teil des Rumpfes in Spanntenbauweise gefräst, zusammengestellt und Außen mit Aluminiumblech beplankt. Die Bauweise hat abseits der Stabilität den Vorteil, dass im Zwischenraum Platz für die Verkabelung vorhanden ist.

Die gekauften Teile beschränken sich im Wesentlichen auf die Platinen von Arduino <https://store.arduino.cc> und Kabeln. Jegliche Schalter, Hebel und

Der Holzrahmen des Kernbereichs des Cockpits mit Aufnahmen für das Panel und ersten verlegten Kabeln.





Die beiden Yokes des Cockpits mit den notwendigen Einbau- und Funktionsteilen.

Drehknöpfe wurden zum Teil aus Aluminium gefräst beziehungsweise mit einem 3D-Drucker produziert. Das Instrumentenbrett besteht ebenfalls aus einer lackierten Aluminiumplatte.

Die Ausschnitte wurden mit der CNC-Fräse erstellt und die Beschriftungen graviert.

Das Highlight des Instrumentenbrettes ist der Radio-Teil: Ein kompletter Rahmenaufbau aus Verbundplatten, Plexiglasscheiben, Einzeldisplaybausteinen und dementsprechend vielen Schaltern und Potentiometern.

Die Zeigerinstrumente selbst wurden in der Instrumentenplatte ausgefräst, als Instrumentenrahmen ein 3D-Druckteil eingesetzt und mit einer Echtglasscheibe im Hintergrund abgedeckt. Dann folgt ein 24 Zoll-Monitor, der über eine eigene Software die Instrumente visualisiert und steuert. Durch diesen Aufbau erhält man eine nahezu reale Optik.

Der Yoke war das aufwändigste Teil in der Planung. Die Anforderung war, dass er die realen Wege abfahren können muss. Beide Yokes sollten sich gleichermaßen simultan bewegen und die realen Steuerkräfte und selbstständigen Bewegungen wiedergeben. Er muss also beim Schub geben selbst herauskommen, weil der Propellerwind das Höhenruder dementsprechend anbläst und sich so hebt.

Beim Betrieb des Autopiloten müssen die Yokes die Steuerbewegungen mitmachen. Beide Yoke-Stangen sitzen auf einem gemeinsamen Schlitten für das Höhenruder. Für das Seitenruder sind die beiden mit einem Zahnriemensystem verbunden. Die Höhen- und Seitenachse besitzt je einen Servo-

motor, der bis zu 75 kg Stellkraft aufbringen kann. Per Software können nahezu unzählige Parameter definiert werden, die wir mit einem erfahrenen Cessna 172-Piloten eingestellt haben. Das Ergebnis ist der „Wahnsinn“, war allerdings zeitintensiv und aufwendig.

Das Trimmrad ist wie der Yoke mit einem Servomotor ausgestattet und arbeitet im Autopilot-Modus selbstständig mit.

Die Visuals wurden mit Monitoren realisiert. Die Kabine bekam die annähernd realen Ausschnitte und Fensterrahmen. Darauf wurde außen eine Glasscheibe montiert und darüber die Monitore. Dadurch ergibt sich eine halbwegs realistische Fensteroptik und es kann ohne Bedenken darüber gewischt werden.

Auf der Glasscheibe wurde ein Fenstergriff aus dem 3D-Drucker montiert und damit das Gesamtbild abgerundet. Das Visual für die beiden Fensterseiten sind 32 Zoll-Monitore und das Visual für die Frontscheibe ist ein 65 Zoll-Monitor. Für die Sicht nach vorne wurde zusätzlich ein umlaufender, verspiegelter Rahmen eingesetzt, damit sich diverse Lichtspiegelungen in der Kabine bemerkbar machen können.

Beim Interieur wurden die optischen Anbauteile alle CNC und gefräst entweder foliert oder mit Leder bespannt. Ein echtes Highlight für das Realismus-Ge-



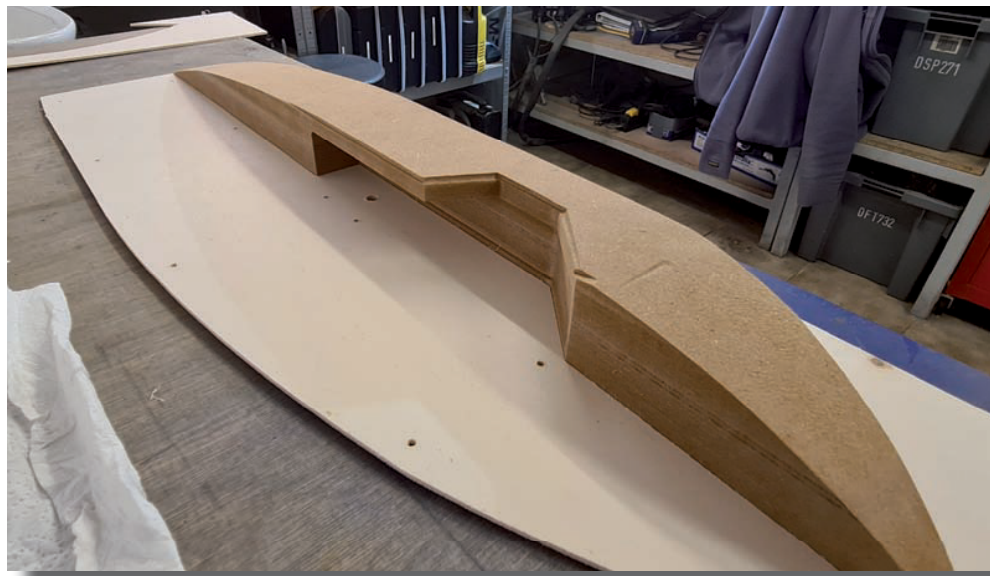
Der Fahrwerkhebel vor dem Einbau.

fühl ist unser Ambilight-System, welches die gesamten Licht- und Schatten-Reflexionen im Inneren des Cockpits wiedergeben. Dazu wurde umlaufend um den Frontview und um die Kabine im hinteren Teil je ein LED-Band installiert. Es lässt sich mittels Arduino für jeden Lichtpunkt einzeln ansteuern und ist so programmiert, dass es gegen gleich zur Anzeige der Visuals im Cockpit arbeitet.

Wenn zum Beispiel links die Sonne in das Cockpit blendet, wird die rechte Seite im Inneren des Cockpits dementsprechend heller. Der Vorteil: Es ist bei Tag fast taghell in der Kabine und man braucht nicht das Panel-Licht einzuschalten. Bei einem Gewitter bekommt man beinahe Angst, so realistisch wirkt es!

Wäre das noch nicht genug, haben wir auch das Zuluft-System mit den innen verstellbaren Düsen eingebaut. Das Gebläse ist mit dem Cockpitsystem so verbunden, das beim Start des Motors das Gebläse auf eine Fixdrehzahl anläuft. Je nachdem wie viel Gas man gibt, erhöht oder senkt sich die Gebläse-Drehzahl. Damit bekommt man wieder ein Stück zusätzlichen Realismus.

Die beiden Cockpit-Sitze sind mit Vibratoren ausgestattet, die jeweils nur die Motor- und Kabinenvibrationen übertragen. Als letzten Schritt werden wir den Sitz des Piloten mit einem 2DOF Motion System ansteuern. Hier geht es



Der Handlauf und das Einpassteil für die Türe sollen später mit Stoff und Leder bespannt werden.

uns hauptsächlich um die Simulation der Höhenachse. Der Sitz soll sich in Summe dann um etwa zehn Zentimeter bewegen können, was ausreicht.

Flugsimulatoren für Flugsimulatoren

Eingesetzt werden können mit beiden Cockpits wahlweise der FS X, MSFS, und Prepar3D.

Fazit

Die Mühe und der zeitliche wie finanzielle Aufwand haben sich gelohnt! Wir haben einen Betriebsstundenzähler eingebaut, der wie bei dem echten Flieger die Motorlaufzeit aufzeichnet! Und die stehen jetzt jeweils bei über beachtlichen 300 Stunden!

Sicher sind nicht alle Flugsimulanten technisch versiert. Jeder kann sich, entsprechendes Interesse und einen gewissen langen Atem vorausgesetzt, allerdings in diversen Fachforen im Internet viel Wissen aneignen und dort erfahrene Bastler treffen, die gerne helfen. Versucht es doch mal...

Hannes Dobersberger
Andreas Patek
redaktion@fsmagazin.de

Andreas ist in der Metallverarbeitung tätig und Hannes in der Energietechnik. Die Modellflieger betreiben die Flugsimulation seit den 1990er und den 2010er Jahren.

Nach einigen Monaten Arbeit ist das kompakte, 1,5 Meter breite, zwei Meter lange und 1,9 Meter hohe Cockpit einsatzbereit.

