

KOOPERATION VON FORSCHUNG UND PRAXIS - WIE GEWINNE ICH PILOTEN FÜR MEINE VERSUCHE?

V. Schumacher M.Sc., Erster Offizier CRJ 900, Vereinigung Cockpit e.V., Arbeitsgruppe Konstruktion und Flugbetrieb, Unterschweinstiege 10, 60549 Frankfurt, Deutschland

Zusammenfassung

Forscher und Entwickler haben bei der Konstruktion neuer Technologien den Anspruch Systeme zu entwickeln, die in der Praxis die Umsetzung der zu Grunde liegenden Idee voll umfänglich ermöglichen. Piloten haben den Wunsch in einer Umgebung zu arbeiten, die intuitiv bedienbar ist, die ein angenehmes Arbeitsumfeld schafft und die es vor allem bewerkstelligt, dass der Arbeitsauftrag auf hohem Niveau erfüllt werden kann. Um in der Luftfahrtentwicklung die Ansprüche von Theorie und Praxis zusammenzubringen, werden Simulatorstudien mit Piloten als Teilnehmer benötigt. Die Problematik besteht darin, dass Studien in Simulatoren meistens sehr aufwändig, teuer und schwierig zu organisieren sind.

Der vorliegende Artikel gibt Hilfestellungen in Bezug auf die Gestaltung von Simulatorstudien, um realistische Flugszenarien aufzubauen und damit die Grundlage für die Sammlung repräsentativer Daten zu schaffen. Dabei ist zu beachten, dass es sich um Hinweise handelt, die auf die verschiedenen Studien individuell anzupassen sind und natürlich nicht bei jeder Studie Anwendung finden können.

Zudem werden Empfehlungen zur Organisation der Studien gegeben, die die Zahl der Rückmeldungen auf Einladungen zu Simulatorstudien erhöhen und die Teilnahme von Piloten an Studien vereinfachen sollen.

Die Vereinigung Cockpit sieht Neu- und Weiterentwicklungen von Flugzeugsystemen als ausschlaggebende Faktoren zur Erhöhung der Flugsicherheit und Verbesserung des Arbeitsumfeldes an. Daher besteht das Angebot der Vereinigung Cockpit Kontakte zu Piloten herzustellen, die bereits bei der Versuchskonstruktion Ihrer Studien mitwirken.

1. REALISTISCHE FLUGBEDINGUNG

Fragt man einen Piloten nach seinen Wünschen für die Gestaltung einer realistischen Simulatorstudie, bestehen diese höchst wahrscheinlich aus der Nutzung eines Full Flight Simulators seines geflogenen Flugzeugmodells, in dem alle von ihm gewohnten Systeme voll umfänglich zur Verfügung stehen. Das ist jedoch aus vielerlei Gründen nicht sinnvoll und nicht umsetzbar. Zum einen besteht häufig nicht der Zugriff auf einen Full Flight Simulator oder die dafür nötigen finanziellen Mittel. Zum anderen sind ein Großteil der Systeme für die eigentlichen Untersuchungen nicht relevant und es muss der Einfluss von Störvariablen reduziert werden. Wichtig ist vor allem, dass die Systeme, die für die Durchführung der Studie wichtig sind, einwandfrei funktionieren. Deshalb muss zunächst festgelegt werden, welche Systeme und Anzeigen die Piloten für die Erfüllung der jeweiligen Aufgabenstellung benötigen.

1.1. Anzeigen

Die wichtigsten Informationsquellen über Fluglage, Energie- und Systemzustand des Flugzeuges sind die Instrumente im Cockpit. Die zentrale Anzeige bildet dabei das Primary Flight Display (PFD) mit der Fluglageanzeige (künstlicher Horizont) und unter anderem Informationen über Höhe, Geschwindigkeit, Vertikalgeschwindigkeit, anliegendem Kurs etc. Grundsätzlich gilt, je komplexer die Aufgabenstellung ist, desto mehr Informationen benötigt der Pilot für die Steuerung des Flugzeuges.

Besteht das Szenario aus einer reinen Tracking Aufgabe (Folgen des Flight Directors), sind die Anzeige des

künstlichen Horizontes und des Flight Directors völlig ausreichend. Erweitert sich die Aufgabe um den Kurvenflug, benötigt der Pilot die Anzeige des anliegenden Kurses. Bei Höhenänderungen kommen Höhenanzeige und Vertikalgeschwindigkeit als weitere wichtigen Informationen dazu. Spielt die Geschwindigkeit eine Rolle, reicht die alleinige Anzeige des PFD nicht mehr aus. Ab diesem Moment braucht der Pilot Informationen über den anliegenden Schub und die Möglichkeit den Schub zu steuern. Bei der Durchführung eines Anfluges kommen zu dem die Anzeige der Ablage zum Sollflugweg hinzu, beispielsweise zum Localizer (Landekursender) und Glideslope (Gleitwegsender) und Informationen über Geschwindigkeit und Flugweg über Grund.

Im Fall des Instrumentenflugs wird erst bei der Landung eine Referenz zur Umgebung über die Außensicht hergestellt. Das bedeutet, dass erst bei der Durchführung einer Landung die Darstellung der Außensicht relevant wird. Somit ist die aufwändige Visualisierung der Flugzeugumgebung in den meisten Studien nicht notwendig.

1.1.1. Flight Director

Das zentrale Flugführungssystem bildet in der Verkehrsfliegerei der Flight Director (FD). Generell ist dieser immer dann aufgeschaltet, wenn der Autopilot das Flugzeug steuert. In den meisten Fällen benutzen die Piloten den FD aber auch dann, wenn sie das Flugzeug manuell fliegen. Wenn der FD in der Simulation zur Anwendung kommen soll, ist daher besonders darauf zu achten, dass er in gewohnter Weise zur Verfügung steht. Das bedeutet, dass nicht nur angezeigt werden muss, in welchem Modus sich der FD befindet und die Steuerung

der Modi möglich gemacht wird, sondern auch, dass das Verhalten des FD realitätsnah ist. Beispielsweise sollte der FD beim Einleiten eines Sinkfluges die Änderung der gewollten Neigung kontinuierlich ein und ausleiten. Ebenso sollte es beim Kurvenflug zwischen zwei Wegpunkten stattfinden. Der FD sollte den Flugweg zwischen den Wegpunkten interpolieren und somit das kontinuierliche Abfliegen der Kurve anzeigen und nicht zwischen den wechselnden Ablagen springen.

1.1.2. Anordnung der Informationen

Bei der realistischen Gestaltung einer Simulatorstudie spielt nicht nur die Zurverfügungstellung von Informationen und die präzise Funktion der ausgewählten Systeme eine wichtige Rolle, sondern auch die Anordnung der gegebenen Informationen. Im Laufe der Ausbildung entwickeln Piloten einen sogenannten Scan, bei dem in hochfrequenter Abfolge Soll- und Istzustand der einzelnen gegebenen Parameter abgeglichen werden. Stehen die Informationen nicht am gewohnten Platz wird dieser Scan gestört. Ein Großteil der mentalen Kapazität geht dadurch verloren, dass der Pilot nach den für die Flugdurchführung benötigten Informationen aktiv suchen muss. Auf Bild 1 und 2 sind das PFD einer MD11 und einer CRJ 900 zu sehen. Ein Großteil der Informationen ist identisch angeordnet (Geschwindigkeit, Fluglage, Höhe etc.). Bei der Darstellung beispielsweise der Vertikalgeschwindigkeit zeigt sich jedoch ein Unterschied. Bei der CRJ befindet sie sich unterhalb des Höhenbandes, bei der MD11 ist sie neben dem Höhenband angeordnet. Der Abstand zum Funkfeuer wird bei der CRJ links unterhalb des Geschwindigkeitsbandes dargestellt, bei der MD11 erhält der Pilot diese Information auf einem völlig anderen Display. Auch wenn die Veränderungen der Platzierung teilweise sehr gering zu sein scheinen, haben diese einen deutlichen Einfluss auf den Scan. Wenn demnach in der Studie nicht untersucht werden soll, wie schnell die Piloten dazu in der Lage sind, sich an eine veränderte Anordnung von Parametern einzustellen, soll, wenn möglich, auf die Benutzung von Anzeigen des jeweils geflogenen Modus zurückgegriffen werden. Verkleinert sich dadurch die Stichprobe zu sehr, muss zumindest die Anzahl an Veränderungen auf ein Minimum beschränkt werden. Zudem empfiehlt sich bei der statistischen Auswertung das geflogene Flugzeugmuster der Piloten als Störvariable zu betrachten.

1.1.3. Pitch und Power

Ähnlich wie bei der Anordnung der Parameter verhält es sich bei den Werten von Neigungswinkel und Schub (Pitch und Power). Dabei handelt es sich um die zentralen Informationen für die Piloten darüber, ob der jeweils angestrebte Flugzustand erreicht wird. Aus einer gewissen Energiezufuhr und einer bestimmten Fluglage ergibt sich im Normalfall immer derselbe Flugzustand. Die Werte können bei unterschiedlichen Flugzeugtypen jedoch stark variieren. Auf beiden PFDs in Bild 1 und 2 wird in etwa die gleiche Situation abgebildet. Das Flugzeug befindet sich im Geradeausflug in einer Linie mit der verlängerten Landebahn. Um dem für den Anflug gewünschten Gleitweg zu folgen, muss in wenigen Momenten der Sinkflug eingeleitet werden. Die für diese Situation typische Klappenkonfiguration ist gesetzt. Um die gegebenen Parameter zu halten, liegt bei der MD11 eine

ungefähre Pitch von 8° an. Im Fall der CRJ würde eine Pitch von 8° (Sollzustand in etwa 1°) zu einem völlig destabilisierten Anflug führen. Dem CRJ Piloten liegen beim Fliegen mit einer MD11 Simulation damit Werte vor, die dem über die Erfahrung entwickelten mentalen Modell widersprechen. Der antrainierte Scan funktioniert mit dem gewohnten Aufwand an mentaler Kapazität demnach nicht, da die gewohnten Werte nicht zum gewünschten Flugzustand führen. Daher empfiehlt es sich bei der Simulation auf die auf dem geflogenen Flugzeugmuster gewohnten Pitch und Power Werte zurückzugreifen.



BILD 1. Primary Flight Display MD11



BILD 2. Primary Flight Display CRJ 900

1.2. Steuerung

Auch im Bereich der Steuerung ist möglichst darauf zu achten, dass dem Flugzeugmuster entsprechend zur Studie eingeladen wird. So kann es zum unterschiedlichen Verhalten bei der Steuerung kommen, wenn ein Pilot normalerweise mit Steuerhorn fliegt und in der Studie ein Sidestick verwendet wird oder umgekehrt.

Grundsätzlich muss auch in diesem Bereich ein realistisches Verhalten erreicht werden. Wenn die

Sensitivität der Steuerung vom Gewohnten zu stark abweicht, hat dies einen Einfluss auf die Steuerung bei der Simulation. So sollte beispielsweise eine Änderung der Schubhebelstellung um 1cm nicht gleich eine Änderung der Drehzahl um 30% zur Folge haben. Das Ganze benötigt ein realistisches Ausmaß und sollte möglichst dem entsprechen, was der Pilot aus seinem Arbeitsumfeld gewohnt ist.

1.2.1. Zusammenfassung realistische Flugbedingungen

Zusammenfassend sollte bei der Gestaltung der Anzeigen folgendes beachtet werden:

- Beschränkung der Anzeigen und Systeme auf diejenigen, die für die Flugdurchführung relevant sind. Dabei gilt: je komplexer die Aufgabenstellung, desto mehr Informationen und Systeme werden benötigt. Außer bei der Landung ist eine Referenz zur Umgebung meist überflüssig.
- Alle genutzten Systeme und Anzeigen müssen präzise funktionieren.
- Genutzte Anzeigen, Pitch und Power Werte, sowie das Verhalten der Steuerung sollten dem von den Piloten geflogenen Flugzeugmuster entsprechen. Falls das nicht umsetzbar ist, sollten so wenig Änderungen wie möglich vorgenommen werden. Die Abweichung des Flugzeugmusters sollte als Störvariable bei der statistischen Auswertung einfließen.

In jedem Fall muss ein umfangreiches Einfliegen stattfinden. Um ein Gefühl für das Verhalten der Simulation und die Anordnung der Parameter zu erhalten, reicht es nicht aus, den Piloten vereinzelt Kurven fliegen zu lassen. Wenn der Anflug ein Teil der Aufgabe ist, sollte das Training mindestens aus fünf Anflügen bestehen, um den Einfluss eines Lerneffektes zu verhindern. Eine einfache Lösung, um den Piloten die Verinnerlichung der Pitch- und Powerwerte zu erleichtern, bildet eine Liste, in der der Ablauf des Szenarios mit den dazugehörigen Pitch- und Powerwerten zur Vorbereitung des Versuches zur Verfügung gestellt wird.

2. ORGANISATORISCHE HINWEISE

Wenn keine eigene fliegerische Erfahrung vorliegt, ist es sehr schwierig ein realistisches Szenario für Versuche zu entwickeln. Die frühzeitige Einbindung von Piloten bereits bei der Versuchskonstruktion, spätestens bei Vortests, gibt Auskunft über die Wirklichkeitstreue des Versuchsaufbaus. Unter anderem erhält man Rückmeldung über:

- Gestaltung der Arbeitsabläufe: Zu welchem Zeitpunkt wird beispielsweise welche Geschwindigkeit geflogen, wann werden im Anflug Klappen und Fahrwerk gefahren etc.?
- Welche Systeme und Anzeigen werden benötigt?
- Wie verhält sich die Steuerung?
- Wie verhält sich das Arbeitsumfeld und welche Möglichkeiten zur Gestaltung von Sekundaraufgaben ergeben sich dadurch (z.B. Funk, Frequenzänderungen, Kommunikation mit der Kabinenbesatzung, Programmierung des

FMS etc.)?

Eine rechtzeitige Einbindung reicht jedoch nicht aus. Wichtig ist zudem eine rechtzeitige Einladung der Piloten. Diese haben eine begrenzte Möglichkeit abhängig vom jeweiligen Flugbetrieb Ihre Dienstpläne zu beeinflussen. Grundsätzlich gilt jedoch, dass oft eine Vorlaufzeit von drei Monaten benötigt wird. Danach ist eine Beeinflussung nicht mehr möglich und es muss darauf gehofft werden, dass die Termine in den Dienstplan integriert werden können. Erschwerend kommt hinzu, dass häufig erst bei Dienstplanveröffentlichung die Möglichkeit zur Terminbestätigung besteht. Diese findet jeweils zum Ende des Vormonats statt.

Im Fall eines transportfähigen Versuchsaufbaus sollten die Versuche möglichst in Flughafennähe stattfinden. Somit kann die Teilnahme an der Studie vom Piloten einfacher mit einem geplanten Einsatz kombiniert und damit der Aufwand für die Teilnahme reduziert werden. Falls dies nicht möglich ist, sollten schon bei der Beantragung von Forschungsgeldern Reisekosten mit veranschlagt werden.

2.1. Auswahl der Stichprobe

Die Zusammenarbeit mit einer Fluggesellschaft, bei der die Teilnahme an einem Versuch in den Dienstplan integriert wird, stellt sicherlich den Optimalfall für die Randomisierung der Stichprobe dar. Bereits eine freiwillige Teilnahme kann schon die Aussagekraft der gesammelten Daten beeinflussen. Es besteht jedoch selten die Möglichkeit für die Kooperation mit einem Flugbetrieb. Zudem ist es bei geringen Stichprobengrößen fraglich, ob der dafür notwendige Aufwand im Verhältnis steht. Nichtsdestotrotz ist bei der Auswahl der Piloten darauf zu achten, nicht zu unkritisch zu sein. Piloten ohne Instrumentenflugerfahrung sind eventuell nicht für die Teilnahme an jedem Versuch geeignet. Häufig besteht Kontakt zu Piloten mit Zusatzfunktionen im Airlinemanagement. Auch diese Gruppe stellt auf Grund der geringeren Flugroutine nicht immer den durchschnittlichen Linienspiloten dar. Genauso verhält es sich beispielsweise bei Piloten, die sich ehrenamtlich mit Simulatorstudien befassen, wie es oft bei Aktiven der Vereinigung Cockpit der Fall ist. Diese Pilotengruppe eignet sich vielmehr dazu schon bei den Vorversuchen oder der Versuchskonstruktion mitzuwirken, da bereits einige Erfahrungen mit Simulatorstudien bestehen.

2.2. Kooperation mit der Vereinigung Cockpit

Die Vereinigung Cockpit sieht Neu- und Weiterentwicklungen von Flugzeugsystemen als ausschlaggebende Faktoren zur Erhöhung der Flugsicherheit und Verbesserung des Arbeitsumfeldes an. Daher besteht das Angebot der Vereinigung Cockpit (VC) Kontakte zu Piloten herzustellen. Es hat sich über die ehrenamtliche Tätigkeit in den unterschiedlichen Arbeitsgruppen der VC ein großer Expertenpool angesammelt, der bei Bedarf und Kapazität gerne bei der Versuchskonstruktion und den Vortests unterstützt. Bei Bedarf kann über folgende Emailadresse Kontakt aufgenommen werden:

LeitungAGADO@VCockpit.de