

Maßgeschneidertes Simulatortraining Tailored simulator training concept

Bewertung & Training für die Allgemeine Luftfahrt Assessment & training for general aviation

Leitung des Vorhabens: Dr. Klaus Mehl, Universität Oldenburg
Fakultät I & Forschungszentrum Sicherheitskritische Systeme (Kontakt: klaus.mehl@uni-oldenburg.de)
in Kooperation mit: Ashampoo Air Service GmbH & Co. KG, AirShampoo Flight Academy Flugplatz Ganderkesee

Wenn Flugzeuge verunglücken, dann spielen die Handlungs- und Verhaltensweisen der Besatzung, wie die folgende Verteilung belegt, in über 50% der Ereignisse eine zentrale Rolle:

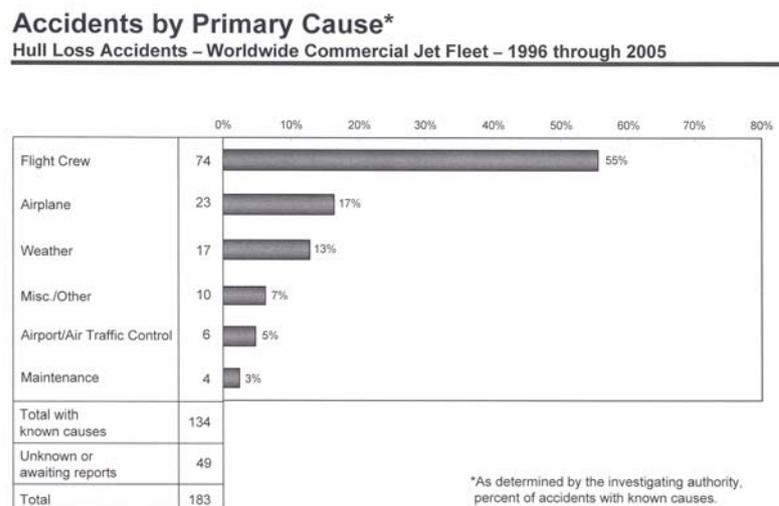


Abbildung 1: Boeing Report über die Ursachen von Flugunfällen im Bereich der kommerziellen Luftfahrt

Was die konkrete Gefährdung betrifft, so zeigen Statistiken, wie die des US-amerikanischen National Transportation Safety Board (NTSB, 2003), dass das Risiko bei einem (Mit-) Flug in der Allgemeinen Luftfahrt sehr gering ist (siehe Abbildung 2). Statistisch betrachtet müsste eine Person beispielsweise 114.000 mal von Ganderkesee oder Oldenburg auf die Insel Juist und zurück fliegen, um in einen Unfall verwickelt zu werden. Das hieße, ein 57jähriger Mensch müsste vom ersten Tag seiner Geburt an *jeden* Tag seines Lebens zweimal diese Strecke absolvieren. Zugleich liegen die Zahlen im Bereich der zivilen kommerziellen Luftfahrt niedriger – sicher nicht zuletzt aufgrund der dort regelmäßig durchgeführten, simulatorgestützten Schulungs- und Trainingsmaßnahmen für die Piloten.

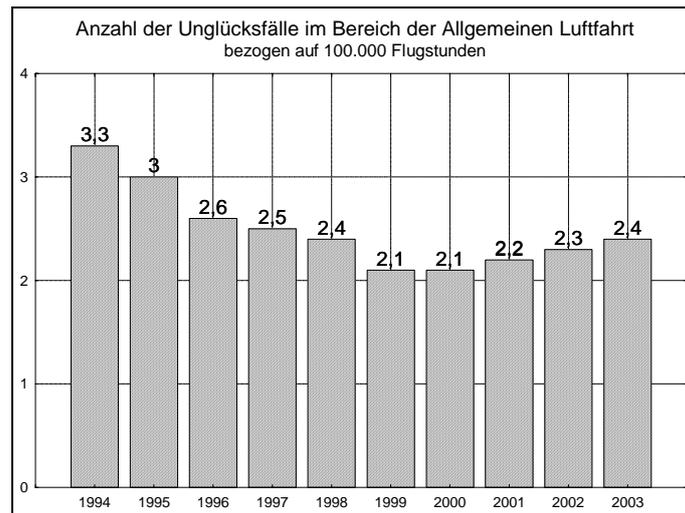


Abbildung 2: Statistische Auswertung von Unfällen im Bereich der Allgemeinen Luftfahrt des NTSB (2003): Unfallrate bezogen auf 100.000 Flugstunden

Wie gezeigt sind die Handlungs- und Verhaltensweisen der verantwortlichen Piloten die Hauptursache auftretender Unfälle. Fragt man weiter nach den tiefer liegenden Ursachen, dann ergibt sich folgendes Bild (siehe Abbildung 3): In einer breit angelegten Studie haben Wiegmann & Shappell (2003) insgesamt 14.200 Unfälle der sog. Allgemeinen Luftfahrt genauer nachanalysiert und gefunden, dass über 70% auf mangelhafte Fertigkeiten (skills) zurückgeführt werden müssen! An zweiter Stelle folgen Entscheidungsfehler (decision errors) mit einem Anteil von ca. 35%. Die Ergebnisse verweisen damit sehr deutlich auf einen defizitären Ausbildungs- und vermutlich vor allem Trainingsstand von Piloten der Allgemeinen Luftfahrt – ein Befund, der alle Piloten dieser Flugzeugklasse beunruhigen sollte.

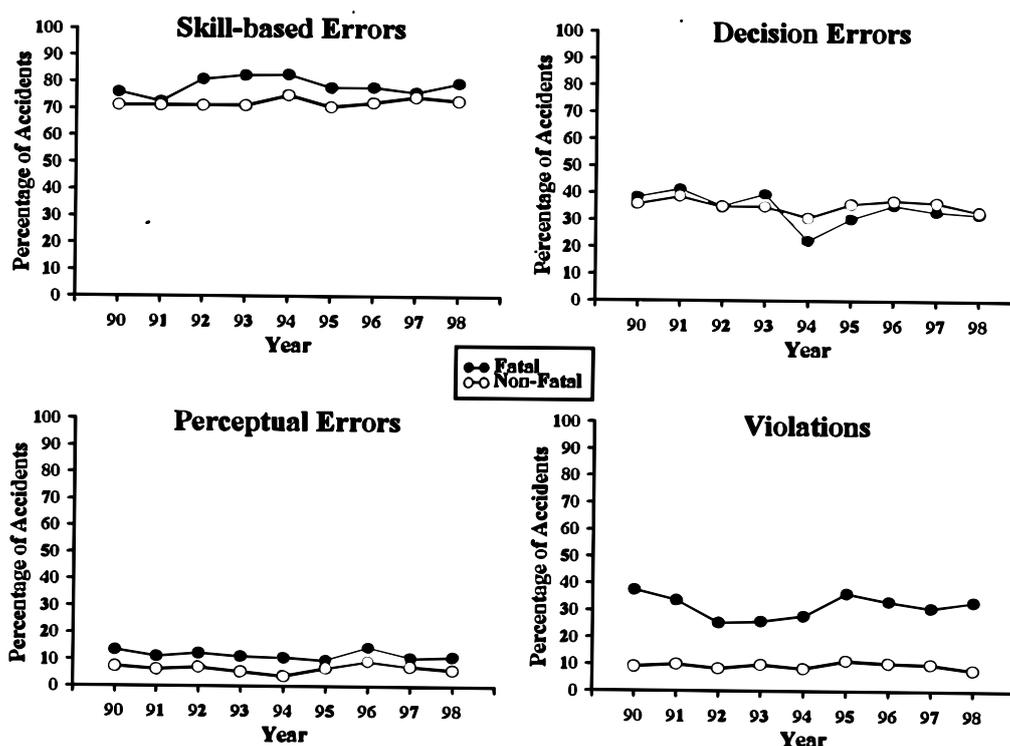


Abbildung 3: Verteilung der tiefer liegenden Ursachen von Unfällen im Bereich der Allgemeinen Luftfahrt

Doch während die Mehrzahl der Piloten den Ölstand des Motors vor dem Abflug sorgfältig zu kontrollieren pflegt, und einige auch die Druckwerte jedes einzelnen Zylinders ihres Motors nennen können, herrscht gegenüber den eigenen Kompetenzen und Fertigkeiten mehr optimistische Zuversicht als belastbares Wissen. Eine weit verbreitete Haltung lautet pointiert: „Bislang bin ich immer dort gelandet, wo ich es wollte; warum sollte dies nicht auch jetzt klappen?“

Das hier zu beschreibende Vorhaben stellt Pilotinnen und Piloten der Allgemeinen Luftfahrt ein Bewertungs- und Trainingsinstrument zur Verfügung, mit dem eigene Defizite erkannt und behoben werden können. Dazu stehen standardisierte Flugaufgaben bereit, die in einem modifizierten ELITE Sicht- und Instrumentenflugverfahrenstrainer absolviert werden. Das Konzept ist im Prinzip recht einfach: Zunächst werden bei standardisierten, also für alle Beteiligten stets gleichen, Flugaufgaben die Handhabungs- und Leistungsdaten einer möglichst großen Anzahl von Piloten unterschiedlichster Kompetenz und Qualifikation gesammelt. Die Abbildung 4 zeigt die Idee und die Schritte, die in dem Forschungsvorhaben abgearbeitet werden:

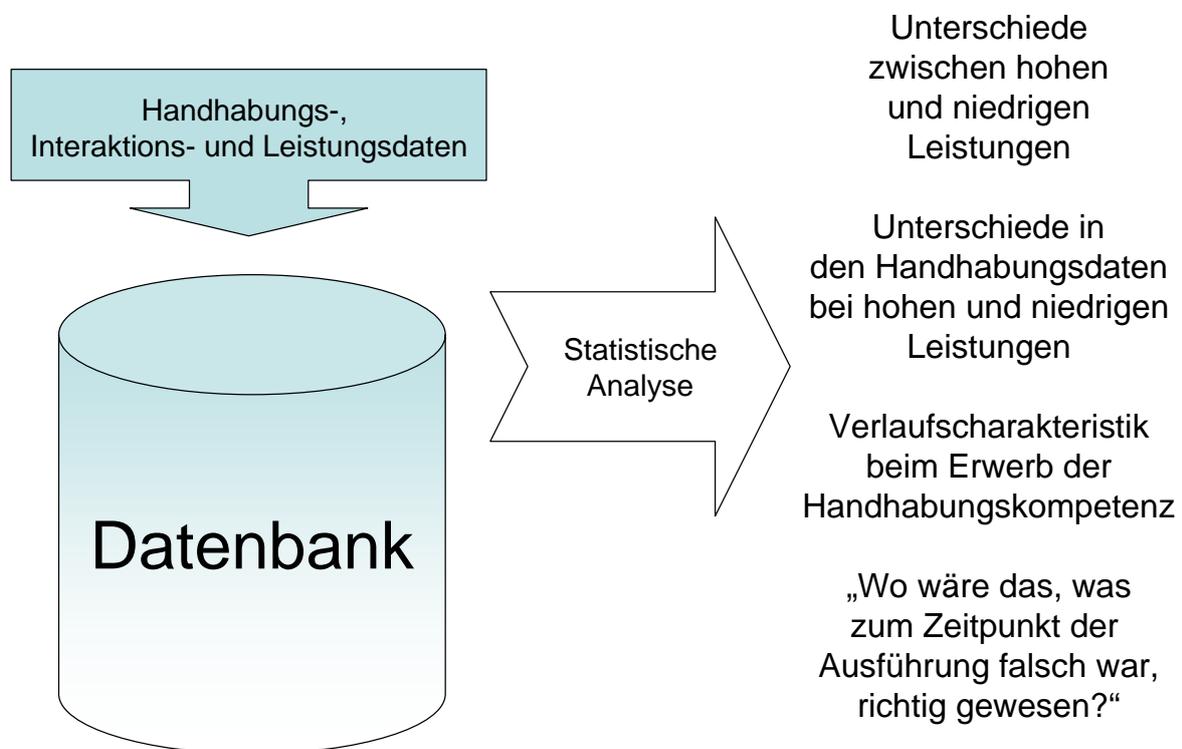


Abbildung 4: Schematische Darstellung der Arbeitsschritte des Forschungsvorhabens

Mit Hilfe eines Datenbanksystems werden mit einer Abtastrate von 60Hz wichtige Handhabungswerte (insgesamt ca. 130 Einzelparameter, wie bspw.: Höhe, Kurs, Eingaben in die Ruder, Powersetting etc.) aufgezeichnet. Daran schließt sich eine statistische Analyse an, die in einem elementaren ersten Schritt die Spannweite zwischen hohen und niedrigen Leistungen untersucht. Als Ergebnis wird auf einer ersten Stufe die Verteilungen von Leistungen sichtbar, wie in der Abbildung 5 exemplarisch dargestellt. Zu sehen sind in dieser Abbildung auf der senkrechten y-Achse die Abweichungen von einem vorgegebenen Steuerkurs (berücksichtigt sind dabei die Daten ca. 500 Piloten). Die waagerechte x-Achse zeigt die Abweichungen

von der vorgegebenen Flughöhe. Auf dieser Grundlage der Leistungen einer als repräsentativ zu betrachtenden Anzahl von Piloten können damit die Fragen beantwortet werden:

- Wo befinden sich die überhaupt erreichbaren Leistungsbereiche?
- Wo befindet sich der einzelne Pilot innerhalb dieses Leistungsspektrums?

Der durch einen Pfeil markierte Punkt hebt beispielhaft eine Einzelleistung hervor. Sie zeigt: Die erreichte Leistung liegt in einem „mittleren“ Bereich und ist verbesserungsfähig und sicher auch verbesserungsbedürftig. Doch auch anders ausgerichtete Fragen können auf dieser Grundlage beantwortet werden. Bspw. die nach dem Anteil der Piloten, die diese Leistung in einer bestimmten Ausbildungs- bzw. Trainingsstufe erreichen konnten, also die Frage nach der Eignung und dem „Talent“ einzelner Personen, die Führung eines Flugzeuges zu erlernen.

Streudiagramm Kurs- und Höhenabweichungen

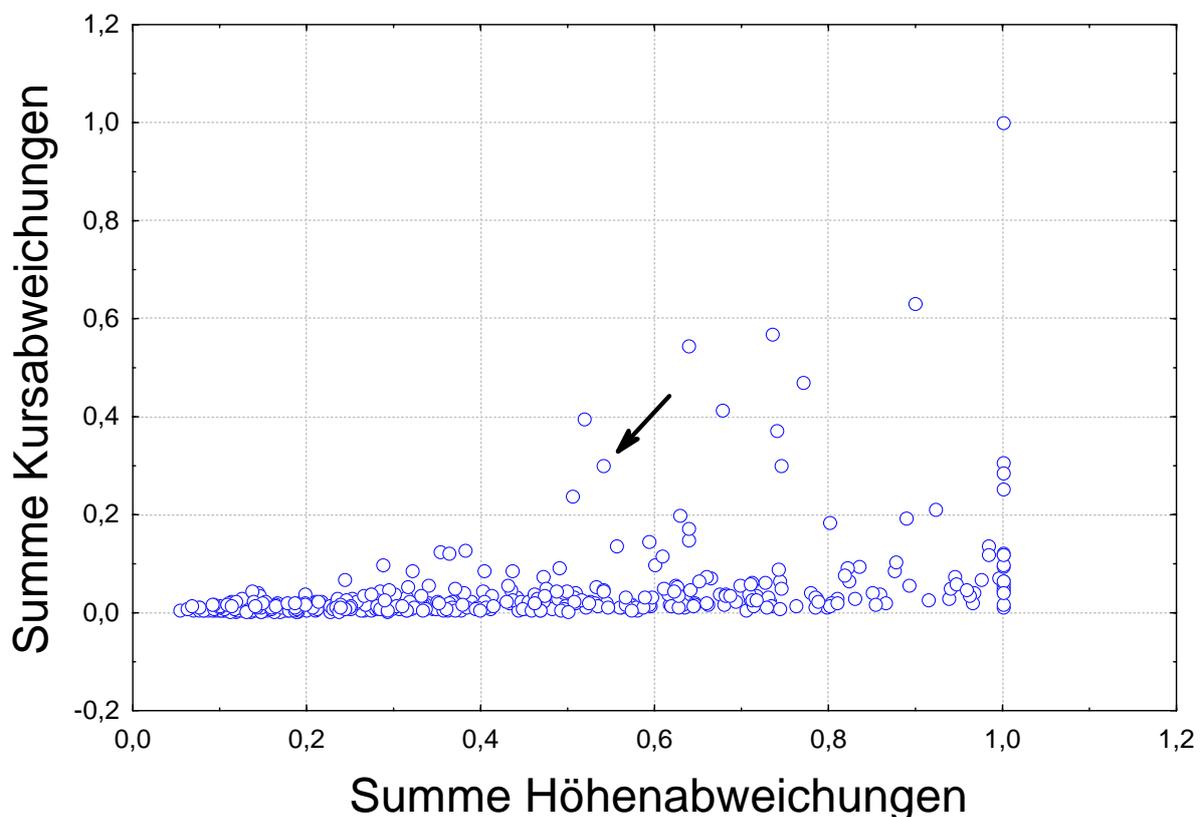


Abbildung 5: Sog. Streudiagramm über die Verteilung der Leistungen von ca. 500 Piloten

Betrachtet man nun nicht mehr alle Leistungen, sondern die einzelner Personen im Laufe jeder absolvierten Trainingssitzung, zeigen sich Bilder wie die in der folgenden Abbildung 6: Wieder sind wie in Abbildung 5 die Kurs- und Höhenabweichungen abgetragen, jedoch jeweils für eine einzelne Person (vp.). Die Nummerierung der einzelnen Leistungspunkte markiert die Anzahl und Reihenfolge der absolvierten Trainingssitzungen. Bei der vp.26 zeigt sich dabei bspw., dass sie in den beiden ersten Durchgängen 1 und 2 die Höhe etwas schlechter halten konnte; danach jedoch konstant recht gute Leistungswerte zeigte. Bei der vp. 30 zeigt sich ein eher umgekehrtes Bild: die ersten Durchgänge weisen durchgängig eine hohe Präzision

beim Einhalten der Höhe und des Steuerkurses auf, und erst die letzten Durchgänge 9, 14 und 15 zeigen leicht vergrößerte Abweichungen – vermutlich aufgrund von Ermüdungseffekten.

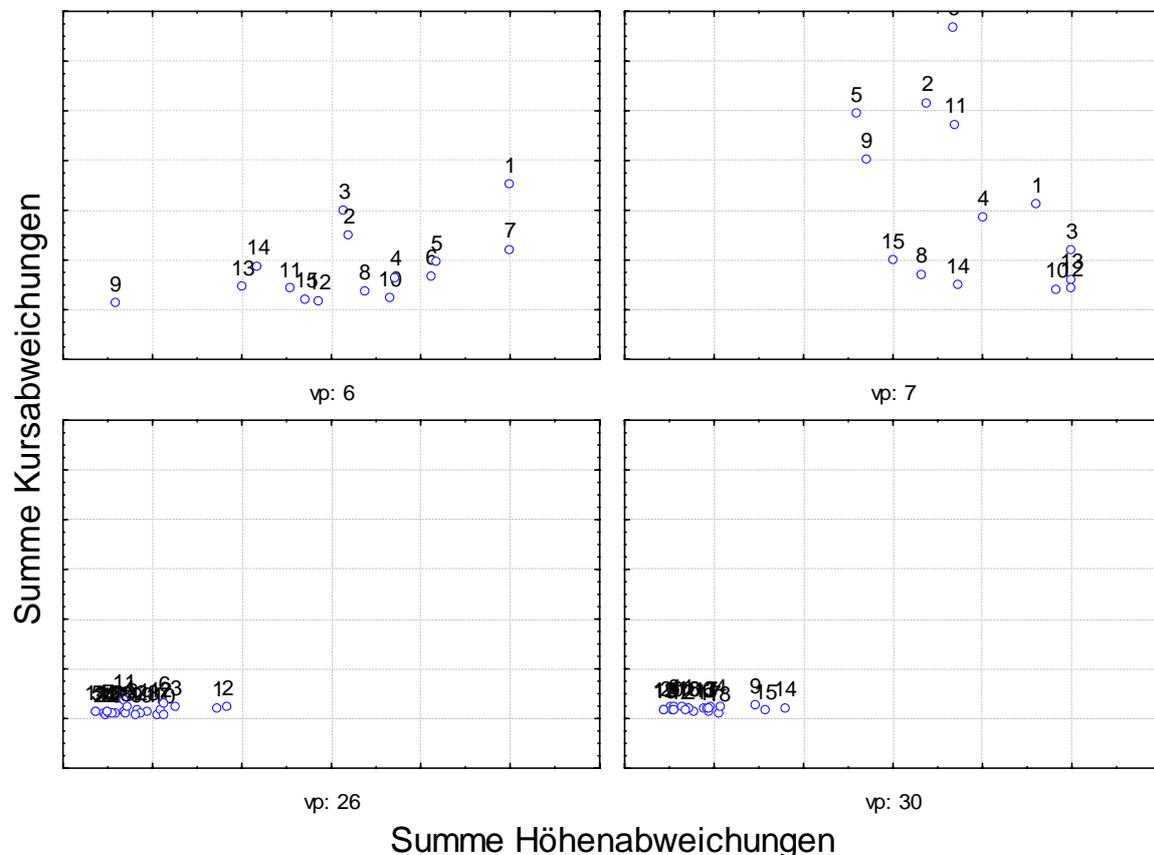


Abbildung 6: Sog. Streudiagramm wie Abb. 5, jedoch sind hier die Einzelleistungen in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt

Ganz anders hingegen die Trainingsteilnehmer 6 und 7. Hier sind kaum Fortschritte bzw. Leistungsverbesserungen erkennbar. Die Trainierenden stagnieren auf einem eher niedrigen Leistungsniveau, was die Frage nach den Ursachen stellt.

Um dieser Frage nachzugehen muss die Richtung der Analysen verändert werden. Bislang wurden lediglich unterschiedliche Leistungen in den Blick genommen, ohne dabei der Frage nachzugehen, warum bzw. wodurch sich eine gute von einer weniger guten Leistung eigentlich unterscheidet. Trainer und Schüler wollen jedoch neben dieser Information über den Stand ihres Könnens vor allem wissen, was sie genauer verändern müssen, um die Leistungen zu steigern. Um an diese Informationen zu gelangen sind komplexe statistische Analysen notwendig. Genutzt werden dazu vor allem Methoden des sog. Data-Mining. Vereinfacht lässt sich das Prinzip dieser Analysen so beschreiben: Es werden zwei Gruppen von Datensätzen gebildet, und zwar eine mit „guten“ Leistungen und eine andere mit „weniger guten“ Leistungen. Dann werden unterschiedlichste Handhabungsmerkmale auf ihre Fähigkeit hin untersucht, wie gut sich mit ihrer Hilfe diese beiden Datensätze unterscheiden lassen. Es geht also anders gesprochen um das Auffinden der Handhabungsmerkmale, die in den beiden voneinander unterschiedenen Datengruppen möglichst unterschiedlich ausgeprägt sind. Dies stellen, so die theoretische Annahme – die dann noch kritisch zu prüfen ist –, die entscheidenden Merkmale dar, die eine

gute bzw. schlechte Bewältigung der Aufgabe bewirken. Folglich gilt es in den Trainingssitzungen die Verhaltensmerkmale, die eine schlechte Leistung bewirken zu reduzieren und die, die mit einer guten Leistung verbunden sind, zu steigern. Die Abbildung 7 zeigt diesen Zusammenhang exemplarisch anhand eines solchen Merkmals. Tatsächlich beruhen die Leistungsunterschiede jedoch in aller Regel auf einer ganzen Reihe von Merkmalen – ein Aspekt, auf den hier jedoch nicht weiter eingegangen werden kann. In dem gezeigten Beispiel handelt es sich um Reaktionszeiten der Piloten, wobei die Zeit gemessen wird, die zwischen dem Beginn der Abweichung von einer Führungsgröße und dem Ende dieser Abweichung, also dem Beginn der Korrektur, vergeht. Wie erkennbar markieren die kleinen Quadrate den Median

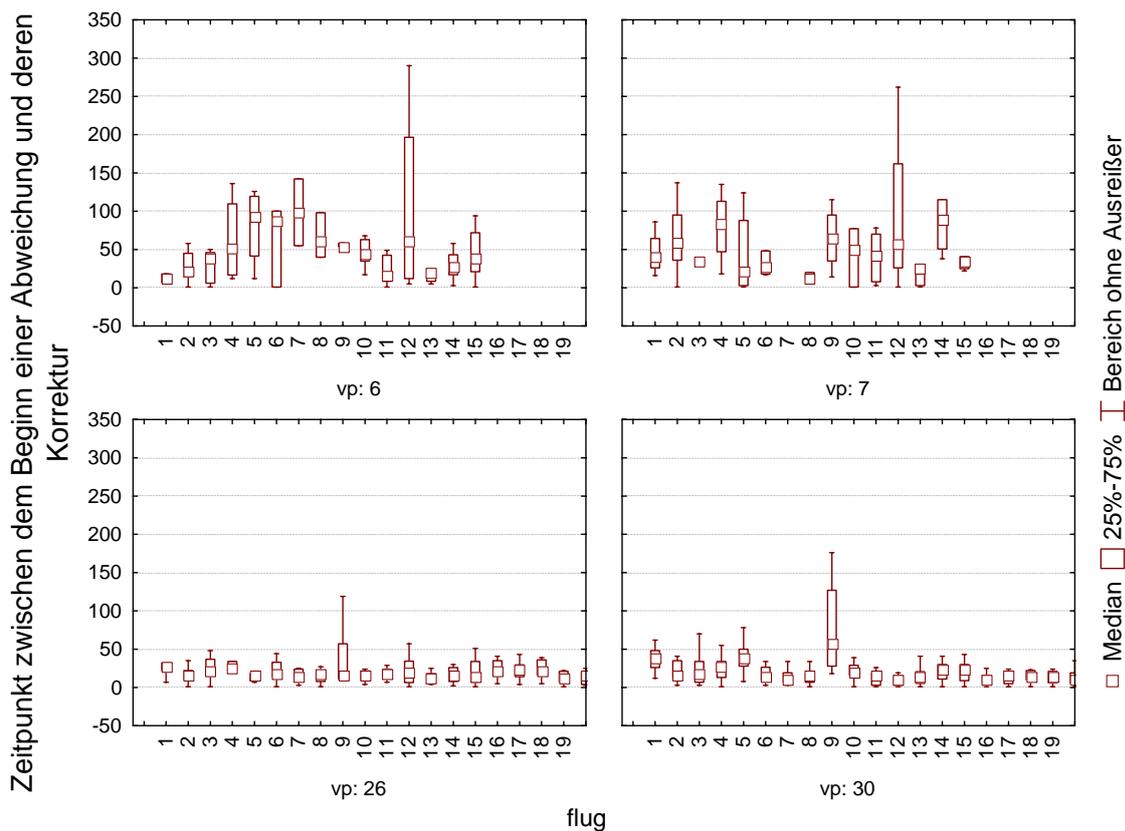


Abbildung 7: Sog. Box-Plots der Reaktionszeiten einzelner Trainingsdurchläufe bei vier Versuchsteilnehmern (vp.)

dieser Zeiten für die bereits in den Abbildungen 5 und 6 betrachteten Flüge. Die kleinen Rechtecke zeigen die Wertebereiche zwischen 25% und 75%. Erkennbar wird dabei zunächst, dass die beiden „guten“ Piloten 26 und 30 deutlich schnellere Reaktionen zeigen. Um hier nur einen der auffälligen Punkte herauszugreifen: Die Reaktionszeiten des Fluges 9 der vp. 30 fallen deutlich aus dem ansonsten gezeigten Bereich heraus. Ein vergleichender Blick auf die Abbildung 6 zeigt, dass dieser Flug auch hinsichtlich seiner Güte auffällt, der Reaktionsschnelligkeit in diesem Fall also eine Bedeutung zukommt. Gleichzeitig wird der schon angesprochene Umstand erkennbar, dass mehr als nur ein Handlungsmerkmal für das Zustandekommen „guter“ oder „schlechter“ Leistungen verantwortlich ist: Auch die Reaktionszeiten des Fluges 8 der vp. 26 fallen aus dem Rahmen, ohne dass dies erkennbare Auswirkungen auf die Qualität der Flugführung hat (vgl. Abbildung 7 und 6).

Für die Piloten 6 und 7 gilt jedoch als ein Zwischenziel: schnellere Reaktionen üben!

Ein weiterer Aspekt des Vorhabens: Die Frage nach den Ursachen von Pilotenfehlern und Unfällen

Mit der geschilderten Vorgehensweise soll jedoch nicht nur ein Beitrag zu einem „rational use of simulation“ (Salas, Bowers & Rhodenizer 1998) für Ausbildungs- und Trainingszwecke geleistet, sondern auch ein besonderer Zugang der Analyse von Handlungsfehlern und Unfällen im Bereich der Aviatik eröffnet werden. Wenn man sich von der vermeintlichen Erklärung „menschliches Versagen“ löst und danach fragt, was im Fehlerfalle den eigentlich statt des Geforderten und Erwünschten getan wurde, dann sind Trainingssimulatoren ein vorzügliches Analyseinstrument. Auch im Ausbildungs- und Trainingsbetrieb treten Handlungsfehler auf und ereignen sich virtuelle Unfälle. Anders als unter realen Bedingungen können im Simulator die abweichenden Handlungen jedoch sehr genau erfasst und mit den dokumentierten Handhabungsdaten (wie oben geschildert) während der Ausbildungs- und Trainingsphase verglichen werden. Dadurch entsteht die Möglichkeit, einigen aus handlungspsychologischer Perspektive zentralen Fragen nachzugehen wie bspw.:

- Gibt es in einem strengen Sinne überhaupt fehlerhafte Handlungen, verstanden als Handlungen, denen etwas fehlt, die einen „Schaden“ aufweisen, oder zeigen sich in Handlungsfehlern falsches Handeln, Handlungen die lediglich an falscher Stelle ausgeführt werden, damit falsch platziert und an sich völlig fehlerfrei sind?
- Durch welche systematisch hergestellten situativen Bedingungen lässt sich das Auftreten von Handlungsfehlern im Sinne einer synthetischen Vorgehensweise gezielt herbeiführen?

