

# Eye-Tracking – das Auge im Blick

In einer Kooperation mit der ETH Zürich studiert die SWISS die Augenbewegungen ihrer Piloten. Ziel ist es, Schwächen im systematischen Ablesen der Instrumente zu erkennen und so das Training gezielt anzupassen.

Interview: Dominik Haug

«Rundschau»: Es freut mich, dass Ihr beide die Zeit gefunden habt, der «Rundschau» für ein Interview Rede und Antwort zu stehen.

Die meisten Piloten der SWISS haben von der Eye-Tracking-Studie über die Kommunikationsplattformen der SWISS gehört. Was genau macht Ihr in dieser Studie?

**Benedikt Wagner:** Wir haben generell zwei verschiedene Ziele, da es sich um eine Kooperation zwischen der SWISS und der ETH Zürich handelt. Die SWISS möchte mit diesem Projekt untersuchen, wie ihre Piloten die Automatik eines modernen Verkehrsflugzeugs überwachen. Aufbauend auf dieses Wissen, sollen das Training angepasst und die gewonnenen Kenntnisse in die bestehenden Trainingsgefässe integriert werden.

**David Rudi:** Das Ziel der ETH ist es, ein Programm zu entwickeln, das den Instruktoressen bei der Ausbildung der Piloten hilft. Konkret arbeiten daran unser Lehrstuhl für Geoinformations-Engineering und das darin wirkende GeoGazeLab. Unser Team besteht aus Prof. Martin Raubal, Dr. Peter Kiefer und mir. Im Rahmen meiner Promotion, die mit diesem Projekt verbunden ist, möchten wir dem Instruktor helfen, etwaige Wahrnehmungslücken bei Simulatorflügen zu schliessen. Ausserdem soll der Instruktor den Grund für das Verhalten eines Piloten besser erkennen können.

Wie kam es zu der Idee, die Piloten und ihre Blickbewegungen zu verfolgen?

**Benedikt:** Die Idee, Eye-Tracking für Pilotentraining sichtbar zu machen, hatte der Head of Crew Training der SWISS, Christoph Ammann. Das war schon vor etwas über sechs Jahren. Die Idee war, mehr darüber zu lernen, was wir Piloten schon seit sehr langer Zeit als «Scanning» bezeichnen und auch trainieren. Bis zu diesem Projekt hatten wir kaum Daten darüber, was ein Pilot tatsächlich macht, wenn er «scannt». Die Idee wurde 2013 konkreter und mündete im Projekt mit der Beteiligung der SWISS, der ETH, der LAT, der NASA und der Universität in Eugene, Oregon. Loukia Loukopoulou, welche die meisten Piloten in Verbindung mit Fatigue kennen, war von Anfang an mit ihrem breiten flugpsychologischen Wissen dabei. Sie war es auch, welche die ursprüngliche Beschreibung im Gesuch für die Mitfinanzierung des BAZL geschrieben hat.

**David:** Als das Projekt innerhalb der SWISS mehr oder weniger klar umrissen war, kam die SWISS auf die ETH Zürich zu. Als eine weltweit führende Universität sind wir ein attraktiver Partner für ein solches Projekt. Insbesondere besitzt unser Lehrstuhl ein breites Wissen bei der Arbeit mit der Eye-Tracking-Technologie. Wir sind auch in den Bereichen der Mensch-Maschine-Interaktion, Cognitive Engineering und Raum-Zeit-Analysen gut aufgestellt. Für eine Zusammenarbeit war es wichtig, einen wissenschaftlichen Nutzen für die ETH zu formulieren, da das Pilotentraining als Produkt nicht im Fokus ste-

hen konnte. Als dieses Ziel formuliert war, stellten wir gemeinsam einen Antrag an das BAZL bezüglich einer Kostenbeteiligung innerhalb der Finanzierungen zu Massnahmen im Luftverkehr. Zudem stehen die amerikanischen Kollegen dem Projekt der SWISS und der ETH-Zürich heute immer noch beratend zur Seite.

**Benedikt:** Unser Antrag war erfolgreich, und das BAZL übernimmt ungefähr 40 Prozent der Kosten. Dazu gehören beispielsweise die komplette Eye-Tracking-Ausrüstung wie auch die Kosten für die Piloten, die durch ihren Einsatz im Projekt auf der Strecke fehlen. Die LAT stellt uns einen A320-Simulator zu vergünstigten Konditionen zur Verfügung, inklusive dem technischen Support, der bei der Installation des Eye-Tracking-Systems sehr hilfreich ist.

Bevor ich mit der Studie in Berührung kam, kannte ich Eye-Tracking-Geräte nur in Brillenform. Ihr benutzt aber fest installierte Kameras im Simulator.

**David:** Es gibt tatsächlich zweierlei Arten von Eye-Tracking-Geräten, mobile und remote: die von Dir angesprochenen Brillen und fest installierte Kameras. Beim Beginn der Studie haben wir einige Tests durchgeführt



**David Rudi** ist Teil des GeoGazeLabs, das wiederum Teil des Lehrstuhls für Geoinformations-Engineering an der ETH Zürich ist. David schreibt seine Dissertation zum Thema «Enhancing Spatial Awareness in Cockpits» und wird seine Forschungsfragen im Rahmen des vorgestellten Projekts beant-

worten. Als Ausgleich zur Arbeit geht er gerne am Zürichsee angeln oder verbringt Zeit mit seiner Frau und Tochter.

Lehrstuhl für Geoinformations-Engineering:

[www.gis.ethz.ch](http://www.gis.ethz.ch)

GeoGazeLab: [www.geogaze.org](http://www.geogaze.org)



**Benedikt Wagner** ist seit einem Jahr First Officer auf der Boeing 777 und flog vorher sechs Jahre auf der Airbus-320-Flotte. Dort war er seit 2013 als Instruktor tätig und betreut seit 2015 das Eye-Tracking-Projekt sowie weitere Kollaborationen zwischen der SWISS und der ETH Zürich.

Benedikt kommt ursprünglich aus Bonn und lebt in Kloten, wo er im Sommer eigentlich jeden Tag in der Badi auf dem Beachvolleyballfeld zu finden ist.

und festgestellt, dass die mobilen Geräte Probleme mit den Lichtverhältnissen im Simulator hatten. Darüber hinaus empfanden unsere Piloten diese Brillen als störend. Insbesondere, da diese Piloten sonst keine Brille trugen. Für Brillenträger wäre es noch komplizierter geworden. Daher haben wir uns entschieden, verschiedene Kameras im Simulator zu installieren. Die Kameras wurden jeweils neu für jeden Piloten kalibriert. Das ist natürlich mit einem ziemlichen Aufwand verbunden. Wir erreichten damit aber deutlich bessere Ergebnisse, und der Aufwand war somit gerechtfertigt.

### Wie sieht das Programm aus, mit dem Ihr die Daten erhoben habt?

**David:** Insgesamt haben 43 Teilnehmer zuzüglich Instruktoren an der Studie teilgenommen. Wie in jedem wissenschaftlichen Experiment haben wir eine Experimentalgruppe und eine Kontrollgruppe gehabt. Beide Gruppen flogen das gleiche Szenario im Simulator ab. Die Experimentalgruppe hatte vorgängig zum Simulator ein CBT absolviert, in dem es um «anticipatory scanning» ging.

**Benedikt:** In diesem CBT stellten wir den Piloten eine Möglichkeit vor, das Scanning zu verbessern. Hierbei ging es darum, den Piloten für Wechsel im FMA zu sensibilisieren. Der Pilot soll diese Wechsel antizipieren und das entsprechende FMA-Feld vermehrt ins Scanning aufnehmen, bevor dort ein Wechsel passiert. Dadurch nimmt der Pilot falsche Wechsel bewusster und schneller wahr. Das setzt ein bestimmtes Wissen voraus. Wir kennen diese Strategie auch als «be ahead of the aircraft».

**David:** Damit die Teilnehmer nicht wussten, in welcher Gruppe sie sich befanden, schaute sich auch die Kontrollgruppe ein CBT an. Hierbei ging es aber um relativ belanglose Dinge.

**Benedikt:** Ausserdem hatten wir zwei verschiedene Simulator Sessions konstruiert. Dadurch wollten wir ausschliessen, dass der Aufbau der Session einen Einfluss auf die Leistung der Piloten hatte. Die Experimentalgruppe absolvierte zuerst Session A und die Kontrollgruppe Session B. Im zweiten Durchgang wurde der Ablauf umgekehrt. Beide Sessions waren zwar unterschiedlich, beinhalteten aber ähnliche Herausforderungen. Für den Entwurf der Sessions habe ich die Flight Safety Reviews der letzten Jahren nach einem roten Faden durchsucht. Ich wollte herausfinden, wo die Herausforderungen beim Überwachen der Automatik lauern. Zusätzlich schöpfte ich aus meiner Erfahrung aus den Simulatorübungen im Type Rating. Hier kristallisierten sich vor allem der Glideslope Intercept von oben, tiefe Höhen für den Missed Approach und Glideslope/Localizer Fehler heraus. Daher fiel die Wahl auf Amsterdam und Stockholm. Beide sind Flugplätze, auf denen solche Szenarien durchaus realistisch sind.

### Hattet Ihr eine Hypothese im Vorfeld zur Studie?

**Benedikt:** Als Pilot hatte ich erwartet, dass das Studium des CBT besonders bei den unerfahreneren Piloten einen grösseren Schulungseffekt haben würde. Erfahrene Airbus-Piloten kennen die zu erwartenden FMA-Wechsel ohne zusätzliche Schulung. Ob die Anzahl der Flugstunden einen proportionalen Effekt hat oder ob nach einer bestimmten Anzahl an Flugstunden das Maximum erreicht ist, können wir nicht abschliessend sagen. Es ist auch möglich, dass sich das Maximum von Pilot zu Pilot unterscheidet. Sehr gerne hätten wir die Studie auch auf Flugschüler im MCC oder IC ausgeweitet, um den Faktor Erfahrung noch genauer untersuchen zu können.

The screenshot displays the iASSYST software interface. At the top, there are window controls and a user profile dropdown. Below this, there are checkboxes for 'Hide Configuration Segment' and 'Hide Video Segment'. The main area is divided into three sections:

- Diagram:** A schematic layout of the cockpit instrument panel. It includes sections for 'Out the window', 'Upper Dashboard' (with SPD/HDG, AP, ALT/VS, EFIS F/O, and Warning/Caution), 'Lower Dashboard' (with E/W/D, LG/Clock Area, ND, PFD, and HDG), and 'Center Console' (with MCDU). A 'Screen Clock' is also indicated.
- Video Feed:** A live view of a pilot in the simulator cockpit, timestamped '27 Jun 2017 14:43:40:302'.
- Parameters Table:** A list of flight data:

Ground Speed (GS)	139.00
Indicated Airspeed (IAS)	166.54
Inertial Vertical Speed	2,850.04
Pitch Attitude	15.45
Roll Attitude	2.75
Altitude	318.33
Magnetic Heading	73.09

To the right of the parameters table is a close-up image of the cockpit's Primary Flight Display (PFD) and Engine/Warning Display (EWD).

In verschiedenen Szenarien im A320-Simulator wurden die Augenbewegungen und damit das Scanning aufgezeichnet.

**David:** Aus wissenschaftlicher Sicht war es auch schwierig, die Performanz zu messen. Wir mussten mithilfe des Eye-Tracking-Systems messen, wo der Pilot in welcher Flugphase hinschaut. Schaut ein Pilot schon auf das entsprechende FMA-Feld, bevor dort der Wechsel stattfindet, ist er sich bewusst, was das Flugzeug und die Automatik als Nächstes machen wird. Allerdings garantiert alleine die Tatsache, dass ein Pilot auf eine gewisse Stelle schaut, noch nicht, dass er auch versteht, was dort geschieht. Das kann man nur anhand der Reaktion des Piloten ableiten und nicht allein mit Eye-Tracking erfassen.

**Konnte Eure Studie bereits belegen, dass das CBT vor allem bei unerfahrenen Piloten einen Effekt hat? Gibt es Fälle, in denen ein jüngerer Kollege besser abschneidet als ein älterer?**

**David:** Es gibt erste Indizien, die diese Hypothese bestätigen. Allerdings ist es noch zu früh, um konkrete Schlüsse zu ziehen.

**Benedikt:** Wir haben beobachtet, dass es manchmal vorkommen kann, dass die Erfahrung eines Piloten seine Wahrnehmung überlistet. Konkret heisst das, dass der Pilot etwas ausruft, was er erwartet, anstatt auszurufen, was wirklich dargestellt wird. Der Pilot nimmt die Änderung am FMA gar nicht wahr, sondern agiert ausschliesslich aus seiner Erfahrung.

**Die ETH hat das Ziel, ein Programm für die Instruktoren zu erstellen. Wie ist der Stand in dieser Entwicklung?**

**David:** Wir haben ein Programm entwickelt, das iAssyst heisst. Mit diesem Programm kann der Instruktor die gesamte Session auf Video anschauen. Ebenso kann man alle Gespräche aus dem Simulator hören. Mit einem Teil der Instruktoren haben wir iAssyst schon testen können. Die Rückmeldung der Instruktoren war durchweg sehr positiv. In iAssyst ist sowohl das Cockpit samt aller Instrumente sichtbar als auch eine schematische Abbildung des Cockpits. Darin lässt sich visualisieren, wohin der Pilot schaut. Sobald ein Pilot länger auf eine Stelle schaut, erkennt das Programm das als Fixation.

**Benedikt:** Für einen Instruktor, der eine schwierigere Situation im Simulator zu bewerten hat, ist iAssyst eine sehr grosse Hilfe. Er kann diese Situation nochmals gezielt anschauen. Selbstverständlich ist es nicht vorgesehen, dass die gesamte Simulatorübung nochmals angeschaut wird. Aber man kann zu den Schlüsselstellen der Übung springen und sie nochmals genauer anschauen. Der Instruktor kann überprüfen, ob seine Wahrnehmung korrekt war oder ob er dem Trainee unter Umständen Unrecht tut. Man kann also die spezifische Ursache eines Fehlers finden. Während man bisher dem Trainee in manchen Situationen nur sagen konnte, was er falsch gemacht hat, kann man in Zukunft die Ursachen für den Fehler aufzeigen. Damit ist der Trainee in der Ursachenforschung nicht mehr auf sich alleine gestellt. Gelingt beispielsweise ein RDI-Approach nicht wie gewünscht, ist es ohne Eye-Tracking schwierig zu sagen, wie das Scanning verbessert werden kann. Mit Eye-Tracking kann man erkennen, dass zum Beispiel die Geschwindigkeit zu wenig überwacht wurde. Vor allem in der Grundausbildung kann hier eine Lücke geschlossen werden. Aber ob etwas nur gesehen oder auch wahrgenommen und verstanden worden ist, kann man auch mit Eye-Tracking



*Mit dem Programm iAssyst können Pilot und Instruktor die Augenbewegungen des Piloten nachvollziehen.*

kaum erfassen. Daher kann Eye-Tracking den Instruktor auch niemals ersetzen, sondern nur ergänzen.

**Ist iAssyst schon einsatzbereit? Wie seht Ihr die Verwendung des Programms später im Training?**

**David:** iAssyst ist bereits fertig programmiert. Wir haben die Instruktoren bei Designfragen hinzugezogen und damit hoffentlich eine Darstellung gefunden, die den meisten Instruktoren zusagt.

**Benedikt:** Das Programm kann einerseits als Ad-hoc-Tool oder andererseits als Post-hoc-Tool verwendet werden. Im Debriefing, also ad hoc, stellen wir uns eine gemeinsame Betrachtung der Schlüsselstellen vor. Der Lernerfolg ist grösser, wenn man das eigene Verhalten sehen kann und nicht bloss mit den Beobachtungen des Instruktors arbeiten muss. Als Post-hoc-Nutzung überlegen wir, ob man das komplette Video der Session dem Piloten zur Verfügung stellen kann. Hier handelt es sich jedoch um recht grosse Datenmengen. Man könnte dann auf freiwilliger Basis die Simulatorübung nochmals zu Hause nachvollziehen und in den Schlüsselstellen auch das Scanning beobachten. Auch in der Trainingsvorbereitung könnte es sinnvoll sein, eine vorherige Übung nochmals anzuschauen. Wir wollen mit iAssyst langfristig auch überprüfen, ob unsere Scanning-Reihenfolge funktioniert. Das Training zur Verbesserung des Scannings wollen wir ebenfalls überprüfen und feststellen, ob es einen Fortschritt bringt. Bis es so weit ist, wird es allerdings noch ein wenig dauern. Denn allein die Schulung der Instruktoren ist mit einem erheblichen zeitlichen Aufwand verbunden.

**Dieses Projekt läuft nun schon einige Jahre, und das Ende ist langsam absehbar. Gibt es weitere Kooperationen zwischen der ETH und der SWISS?**

**David:** Im Intranet war vor ein paar Wochen eine Umfrage zu 3D Significant Weather Charts (SWC). Auch das ist eine solche Kooperation, die in Zukunft weitergeführt wird.

**Benedikt:** Die Ergebnisse dieser Studie waren sehr vielversprechend. Deshalb befinden wir uns nun mit Lufthansa Systems und LIDO im Gespräch, um eines Tages etwas für den Alltag machen zu können. Wir halten Euch auf dem Laufenden.

**Vielen Dank für das ausführliche Gespräch!**