



## Wenn Traffic-Displays mitdenken

Eine unerschütterliche Gruppe luftfahrtbegeisterter Forscher an der TU-Graz arbeitet an einer Kollisionswarnung für Sichtflieger. Lesen Sie, was deren letzte Publikation enthüllt hat.

KLAUS FRÜHWIRTH IST AVIONIK-KONSULENT, LEIDENSCHAFTLICHER PILOT AUF UNTERSCHIEDLICHSTEN LUFTFAHRZEUGEN UND STV. UL-CHEFPRÜFER DES ÖAEC

Die Zeitschrift „Transactions on Human-Machine Systems“ des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), eines der weltweit größten technischen Berufsverbände, veröffentlichte in der Dezemberausgabe eine Studie der TU Graz über „mitdenkende“ Kollisionswarnsysteme für den Sichtflug. Grund genug auch für uns, einmal in die Studie von Thomas Haberkorn, Ioana Koglbauer und Reinhard Braunstingl hineinzulesen und zu sehen, welche neuen Arten der Verkehrsdarstellung für das Cockpit gerade erdacht und erprobt werden.

Als Referenzsystem wurde ein Traffic Advisory System (TAS) für die Verwendung im Sichtflug, quasi eine Kopie des Kollisionswarnsystem TCAS verwendet. Das TCAS-ähnliche System zeigt ausschließlich die Position von Flugzeugen innerhalb einer bestimmten Reichweite an (siehe Variante A in der Abbildung).

Um richtig und rechtzeitig agieren zu können, würden VFR-Piloten jedoch mehr Information benötigen, wie beispielsweise ob das angezeigte Flugzeug sich auf Kollisionskurs befindet, was für ein Flugzeugtyp es ist, und ob es Vorrang hat. Um die Verarbeitung dieser Information zu erleichtern, wurden vier weitere Anzeigevarianten konzipiert und als Prototypen realisiert.

Die Variante B zeigt die Kategorie und die Orientierung des anderen Luftfahrzeuges an. Die Variante C wurde um die vorausgesagte Bewegungsrichtung des Luftfahrzeuges ergänzt. Die Varianten D und E zeigen im Unterschied zu C die relative Annäherungsrichtung, den sogenannten „relative track“. Wenn sich ein anderes Flugzeug auf Kollisionskurs befindet, weist diese Annäherungsrichtung zum eigenen Flugzeug. Wenn nicht, geht der relative Track am eigenen Flugzeug vorbei. Zusätzlich berechnet und zeigt die Variante E eine Vorranglinie, die parallel zur Annäherungsrichtung gezeichnet wird, wenn das andere Flugzeug Vorrang hat. Die Berechnungsmethode verwendet Informationen über die Verkehrsgeometrie und die Luftverkehrsregeln und wurde in der Publikation beschrieben.

Ein Experiment mit 21 Piloten wurde durchgeführt, um diese fünf Displayvarianten zu vergleichen. Jedes Display wurde mit vier simulierten

Verkehrsszenarien, zwei mit und zwei ohne Kollisionen erprobt. Die Piloten sollten nun entscheiden, ob eine Kollisionsgefahr mit einem dieser Flugzeuge besteht. So wie das eigene Flugzeugsymbol bewegten sich auch die anderen auf geradlinigen Bahnen, sodass die Abschätzung der Kollisionsgefahr mit Fortdauer der Betrachtung möglich wurde. Die Frage war nun herauszufinden, welche Darstellungsvariante die Kollisionsgefahr am schnellsten erkennen lässt. Die Testpiloten haben auch ihre mentale Beanspruchung bei der Aufgabe sowie die Präferenzen für alle Displayvarianten auf eine Skala bewertet. Eine weitere Frage bezog sich auf die Kollisions- und Vorrangentscheidungen im Bezug auf die Darstellungsvariante.

Die Ergebnisse waren eindeutig und zeigten dass die Varianten D und E zu signifikant kürzeren Erkennungszeiten und niedrigerer mentaler Beanspruchung im Vergleich zu den anderen Versionen führten. Außerdem war die Erkennung von Konflikten nur bei den Varianten D und E fehlerfrei. Die Varianten D und E entsprachen auch am besten den Präferenzen.

Ein meines Erachtens bemerkenswertes Ergebnis ist, dass eine fehlerhafte Vorrangentscheidung nicht einmal mit der Variante E vermieden werden konnte. Die Autoren nahmen das zum Anlass, die Vorranglinie zu überarbeiten und sie besser hervorzuheben.

In weiterer Folge wurde die Studie mit 21 Versuchspersonen ohne Pilotenschein wiederholt. Die Ergebnisse blieben unverändert. Die Versuchspersonen benötigten mit der TCAS-ähnlichen Anzeige mehr Beobachtungszeit, um eine kollisionsvermeidende Entscheidung zu treffen. Diese heute übliche Anzeigevariante war mental am stärksten belastend und die letzte auf der Präferenz-Skala. Jede andere Displayvariante B, C, D und E hatte Vorteile im Vergleich zum TCAS-ähnlichen Display.

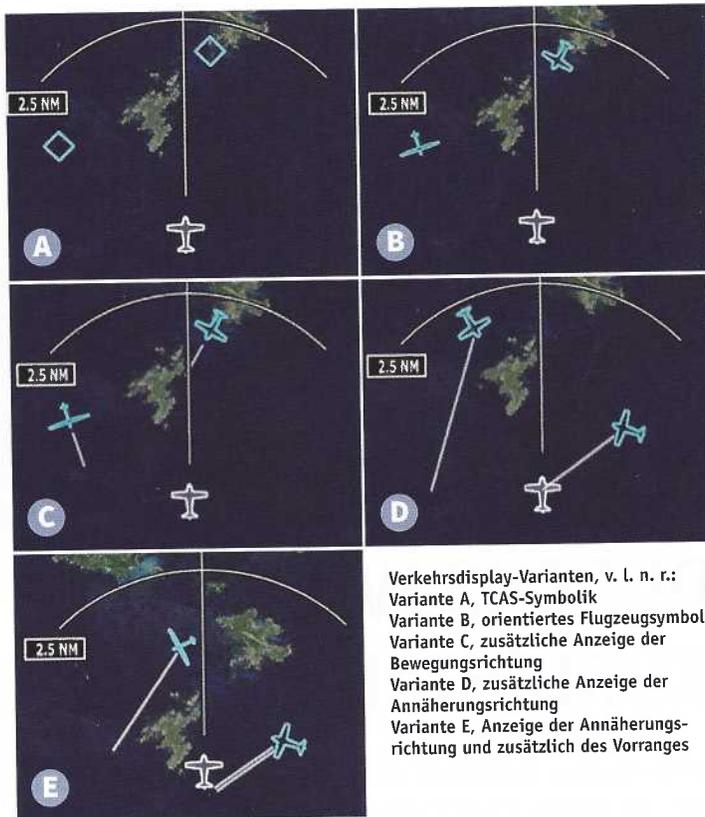
Könnten und sollten diese neue Anzeigen sofort von Traffic Advisory Systemen für den Sichtflug umgesetzt werden? Für mich persönlich ist diese Frage eindeutig mit Ja zu beantworten, die Autoren sind hier etwas vorsichtiger und betonen, dass weitere Forschungsarbeiten notwendig wären. Die neuen Displayvarianten sollten auch im simulierten

und realen Flug bei vertikalen und horizontalen Kollisionsgeometrien erprobt werden. Auch die Kopplung bzw. Verbindung der neuen Displayvarianten mit einem Warnkonzept benötigt weitere Arbeiten. Man kann aber optimistisch sein, was künftige Neuerungen im Bereich der Traffic Advisory Systemen bringen werden.

TCAS basiert auf Transponderortung und bestimmt Abstand, Winkel und Annäherungsgeschwindigkeit und errechnet daraus die Kollisionsgefahr und zeigt diese an. Das etwas modernere TCAS II kann darüberhinaus auch einfache Ausweichrouten berechnen und sogenannte „Traffic Advisory“ vorgeben. Das für mich entscheidende Merkmal dieser Systeme ist jedoch die komplexe und teure Architektur: Neben einem „Interrogator“, einem System, welches den Transponder der anderen Luftfahrzeuge abfragt, ist eine aufwendige Antennenanordnung und Peilvorrichtung nötig. Solche Systeme haben gut und gerne den Gegenwert eines kleinen Sportflugzeuges und werden es daher kaum an Bord eines solchen schaffen.

Die Systeme, die in der Studie der TU Graz erdacht und beschrieben wurden, basieren auf Daten aus dem ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast) Protokoll. ADS-B ermöglicht solche Features, weil es neben Positions- und Geschwindigkeitsdaten auch die Flugzeugkategorie zur Verfügung stellen kann. Viele Sportflugzeuge sind heute bereits mit einem Mode-S-Transponder ausgerüstet und haben damit meist die Möglichkeit ADS-B-Daten auszusenden. Gerade dieser Umstand gibt mir Hoffnung, dass die Erhöhung der Flugsicherheit damit nicht mit Investitionen im Bereich mehrerer zehntausend Euro verbunden sein muss.

Erwähnenswert ist auch, dass diese Studie ohne Finanzierung durch Drittmittel durchgeführt wurde. Solche Forschung ohne zusätzliche Finanzierung zu betreiben ist nur dann möglich, wenn viele Leute von der Idee überzeugt sind und sie tatkräftig un-



Verkehrsdarstellungsvarianten, v. l. n. r.:  
 Variante A, TCAS-Symbolik  
 Variante B, orientiertes Flugzeugsymbol  
 Variante C, zusätzliche Anzeige der Bewegungsrichtung  
 Variante D, zusätzliche Anzeige der Annäherungsrichtung  
 Variante E, Anzeige der Annäherungsrichtung und zusätzlich des Vorranges

terstützen. Besonderer Dank gilt den freiwilligen und anonymen Piloten und Testpersonen, die sich ohne Aufwandsentschädigung auf dem Weg zum Institut für Mechanik der TU Graz gemacht und am Experiment teilgenommen haben. Jeder kann sich an solchen Tests beteiligen und zur Schaffung neuen Wissens und besserer Technologien beitragen. Die Forscher der TU Graz suchen laufend freiwillige Piloten für die Erprobung neuer Cockpit-Technologien und machen die Ergebnisse durch Veröffentlichungen allgemein zugänglich. ■

## Fit für die Zukunft - Funkgeräte, Transponder und Verkehrsanzeige aus einer Hand!

*Funkwerk Avionics  
 ist jetzt  
 f.u.n.k.e. AVIONICS!*

**f.u.n.k.e.**  
 AVIONICS GMBH

f.u.n.k.e. AVIONICS GmbH

Heinz-Strachowitz-Str. 4  
 D-86807 Buchloe  
 Germany

Phone: +49 8241 80066-0  
 Fax: +49 8241 80066-99  
 info@funkeavionics.de  
 www.funkeavionics.de



**TRT800A**  
 Mode A/C/S  
 + ADS-B

**ATR833A**  
 8,33kHz/25kHz



**TM250**  
 ADS-B/FLARM®/Mode S