AOPA GERMANY

SAFETY LETTER

Foto: © Piper Aircraft

ELEKTRONISCHE KOLLISIONS-VERMEIDUNG

Nr. 51, Oktober 2020

Über technische Möglichkeiten zur Kollisionsvermeidung in der Allgemeinen Luftfahrt wird schon seit langem viel diskutiert. Nicht nur, weil es immer wieder zu gefährlichen Beinahezusammenstößen und verheerenden Zusammenstößen in der Luft kommt, sondern auch wegen der Zunahme von Drohnenflügen und weil das Prinzip „Sehen und gesehen werden", nicht immer funktioniert bzw. nicht immer funktionieren kann.

Eine technische Möglichkeit könnte die konsequente Nutzung von ADS-B für alle Luftverkehrsteilnehmer sein.

Die AOPA engagiert sich schon seit vielen Jahren beim Thema ADS-B. Denn ADS-B ermöglicht bordseitig mit einem Luftlagebild einen viel größeren Nutzen, bei nur minimalem Zusatzaufwand für ein GPS mit einer Schnittstelle zum Transponder.

In den USA ist die AOPA schon einen wesentlichen Schritt weiter. Dort hat man sich zusammen mit der amerikanischen Luftfahrtbehörde FAA schon vor langer Zeit auf eine ADS-B Lösung, basierend auf Mode S und UAT, geeinigt. Das System funktioniert hervorragend; es bringt nicht nur Verkehrsinformationen, sondern auch Wetter und AIS-Daten ins Cockpit, und erhöht die Sicherheit enorm.

Auch in Europa kommt die Diskussion zum Thema ADS-B nun voran, auch wenn die Flugsicherungen kein gesteigertes Interesse daran haben, irgendwelche Zusatzausgaben in neue Technologien zu tätigen, die vorwiegend der Allgemeinen Luftfahrt nutzen.

Nicht nur die AOPA, sondern auch der Deutsche Aero Club (DAeC) engagiert sich beim Thema ADS-B und sieht hier eine Möglichkeit zur elektronischen Kollisionsvermeidung im Luftsport und in der Luftfahrt insgesamt und hat dazu ein umfangreiches Positionspapier mit dem Titel „Kollisionsvermeidung – Sense and Avoid in Europe – ADS-B in der Allgemeinen Luftfahrt" veröffentlicht.

Mit freundlicher Genehmigung des DAeC werden in diesem AOPA Safety Letter Auszüge (meist im Originaltext) aus diesem Positionspapier wiedergegeben.

KOLLISIONSVERMEIDUNG DER ZUKUNFT

Der freie und sichere Zugang zum Luftraum ist ein hohes Gut. Dass Freiheit und Sicherheit in einer immer turbulenteren Welt nicht einfach unter einen Hut zu bringen sind, hören wir jeden Tag in den Nachrichten. Doch nicht nur am Boden, sondern vor allem darüber, sind diese zwei Attribute seit jeher mit der Luftfahrt verbunden. Es gibt wohl kaum eine andere Branche, die es schon seit Jahrzehnten vollbringt, sich selbst beinahe global gültige Standards zu schaffen und das Luftfahrzeug zu einem der sichersten Verkehrsmittel zu entwickeln.

Luftfahrt verbindet Menschen und Länder und setzt dabei auch noch technologische Maßstäbe. Bei genau diesen Maßstäben drohen wir in der Allgemeinen Luftfahrt in Europa jedoch zu verlangsamen und uns in einem Labyrinth von technischen Möglichkeiten zu verlaufen.

Die EASA bringt es in ihren Unfallstatistiken ungeschönt auf den Punkt. In den letzten zehn Jahren ereigneten sich im EASA-Gebiet 61 tödliche Zusammenstöße in der Luft, bei denen 144 Menschen ihr Leben verloren haben.

Diese Unfälle sind alle mit dem Luftsport und der Allgemeinen Luftfahrt verbunden. Die meisten der Einzelereignisse forderten 1-2 Todesopfer; das größte Einzelereignis ereignete sich in Deutschland mit einem Zusammenstoß in der Luft (Mid-Air Collision) zwischen einer PA32 und einer DR400 mit 8 Todesopfern. Zu den tödlichen Unfällen kommt noch eine große Anzahl von Beinahe-Zusammenstößen, sogenannte AIRPROX, hinzu.

Simpel betrachtet passieren diese Unfälle und Vorfälle alle in Zeiten, in denen wir unsere Haustiere per GPS-Halsband tracken können oder uns das Höhenprofil und die Strecke unserer letzten Jogging-Einheit auf dem neuen Smartphone anschauen.

Es muss uns auch in der Allgemeinen Luftfahrt jetzt endlich gelingen, mit modernen Technologien Zusammenstöße in der Luft zu vermeiden.

Dabei mangelt es, schaut man sich auf dem Avionikmarkt um, doch augenscheinlich gar nicht an Lösungsmöglichkeiten, an denen wir uns bedienen können. Die Unfälle könnten durch ein multimodulares System, in dem alle Verkehrsinformationen ausgetauscht werden, schon heute reduziert werden.

Bisher jedoch steht eine solche Technik in Europa nicht zur Verfügung. Vielmehr existieren nur einige bekannte Insellösungen für einzelne Kategorien von Luftfahrzeugen oder geschlossene Systeme wie beispielsweise TCAS oder FLARM.

In den USA ist mit der verpflichtenden Ausstattung von Luftfahrzeugen mit ADS-B Geräten seit diesem Jahr ein wichtiger Schritt getan worden. In Europa gilt eine ADS-B Pflicht ab 7. Dezember 2020 für große Luftfahrzeuge ab 5,7 t Abfluggewicht oder mehr als 250 kt im Reiseflug. Damit ist die Großluftfahrt vor Kollisionen untereinander gut geschützt – der Luftsport und die Allgemeine Luftfahrt sind dabei nicht berücksichtigt.

Natürlich kann man nicht jedes System, das aus den USA kommt, 1:1 auch in Europa übernehmen, da die Begleitumstände oft andere sind. Man kann diese Systeme und Ideen dennoch adaptieren und hier bei uns standardisiert nutzbar machen.

Selbstverständlich sollte neue Technik immer mit Bedacht eingeführt werden und der Nutzen im Luftfahrzeug auch garantiert sein, ohne gleich wieder neue Ausrüstungsverpflichtungen zu schaffen. Auch die zu erwartende Integration von Drohnen in den Mischflugverkehr im unteren Luftraum kann nur gelingen, wenn die elektronische Sichtbarkeit jedes relevanten Luftverkehrsteilnehmers für jeden anderen zu jedem Zeitpunkt gegeben ist.

Bereits 2004 hat eine vom damaligen Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen beauftragte Studie über die bessere Erkennbarkeit kleiner Luftfahrzeuge als Schutz vor Kollisionen auf Technologien zur Kollisionsvermeidung verwiesen und die entsprechende Ausrüstung von Luftfahrzeugen gefordert.

Passiert ist seitdem wenig – die Verkehrsluftfahrt fordert weiterhin immer ausgedehntere freigabepflichtige Lufträume, um sich räumlich von dem übrigen Verkehr zu separieren. Was hierbei allerdings verdrängt wird, ist das zurückbleibende, weit höhere Risiko von Kollisionen zweier unkontrollierter Luftfahrzeuge miteinander – an den Grenzen der freigabepflichtigen Lufträume durch Verdichtung der Verkehrsströme, sowie in der Nähe der unkontrollierten Verkehrs- und Sonderlandeplätze und Segelfluggelände.

Hier zeigt sich, wie dringend die Entwicklung und Einführung einer standardisierten elektronischen und

© Garmin Ltd.

Garmin GTN750 ADSB, mit Darstellung von Wetter und anderem Verkehr

interoperablen Kollisionsvermeidung für alle Luftfahrzeugkategorien ist, und dies insbesondere vor dem Hintergrund der Integration der unbemannten Luftfahrt in den Luftraum.

DIE HEUTIGEN SYSTEME

Immer wieder ist die Rede von einer grundsätzlich verpflichtenden Abstrahlung eines „klassischen" Transpondersignals im Mode-S Band als zertifizierte und somit realisierbare Lösung des Kollisionsproblems. Die Zukunftsfähigkeit dieser Technologie, insbesondere in der Allgemeinen Luftfahrt und im Luftsport, ist jedoch mehr als fraglich.

Auch wenn die Flugsicherung vermehrt ADS-B nutzt, so benötigt sie in Deutschland sowie in vielen anderen Staaten weiterhin Daten von Primär- und Sekundärradaranlagen zur Ausübung der Flugverkehrskontrolle. Es gibt aber auch schon Staaten, u. a. Australien, USA und Großbritannien, die über "ADS-B only" Lufträume verfügen. In diesen Lufträumen wird die Flugverkehrskontrolle primär anhand der von den Luftfahrzeugen ausgesendeten ADS-B Informationen durchgeführt.

Mode-S-Transponder

Nachdem Anfang 2008 die Mode-S-Technologie für alle mit Transponder ausgestatteten Luftfahrzeuge Pflicht geworden war, sahen sich viele Luftfahrzeughalter einer weiteren erheblichen Investition ausgesetzt. Während der Pilot nahezu keine Vorteile für sich erkennen konnte, lagen diese klar auf der Seite der Flugsicherungen, schließlich wurde nun bei jedem Antwortimpuls u. a. auch die Kennung des Luftfahrzeugs mitgesendet, was zu einer besseren Identifizierbarkeit auf den Radarschirmen führte.

Dabei war die Technologie zum Zeitpunkt der Einführung in Europa bereits veraltet. Sie fußt auf dem in den 40er-Jahren des vorigen Jahrhunderts entwickelten Prinzip der Laufzeitmessung. Eine Bodenstation sendet einen Abfrageimpuls auf 1030 MHz, der vom Transponder auf 1090 MHz mitsamt aufmoduliertem "Squawk-Code" zurückgesendet wird. Da die möglichen 4.096 Codes im Luftraum über Europa bereits zu Engpässen führten, stellte die Mode-S-Technologie einen willkommenen Ausweg dar: nun konnten viele Luftfahrzeuge denselben Code nutzen und dennoch durch Übermittlung des Rufzeichens bzw. der Mode-S ID eindeutig identifizierbar bleiben.

Doch auch diese Technologie stößt an Kapazitätsgrenzen. Laut verschiedener Studien (u. a. DFS/Eurocontrol "CRISTAL") sei die Frequenzbelastung für den Fall, dass an einem sonnigen Wochenende alle Luftverkehrsteilnehmer in Deutschland einen Transponder betreiben würden, so hoch, dass es zu erheblichen Störungen im Mode-S Band käme. Das liegt zum einen an der dann sehr hohen Anzahl der aktiven Mode-S Transponder, zum anderen auch an der Vielzahl der abfragenden Radaranlagen.

Wenn diese Technologie nun aber in der Allgemeinen Luftfahrt zur Kollisionsvermeidung, z. B. durch TCAS, genutzt werden sollte, müsste jedes Luftfahrzeug nicht nur ein Antwortgerät (Transponder) mitführen, sondern ebenfalls auch noch ein aktives Abfragegerät (Interrogator), denn schließlich antwortet der Transponder nur auf eben diese Abfrageimpulse.

Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS)

TCAS ist ein in den 1980er Jahren eingeführtes Kollisionswarnsystem, das seit dem Jahr 2000 im Zuständigkeitsbereich von Eurocontrol stufenweise für bestimmte Luftfahrzeugkategorien verpflichtend wurde. Seit dem 1. Dezember 2015 müssen alle Luftfahrzeuge mit mehr als 19 Sitzen oder mehr als 5,7 t Abfluggewicht in Europa mit TCAS II ausgerüstet sein.

Das System ist in der Lage, eine Schutzzone rund um das Luftfahrzeug zu bilden und bei Eindringen anderer Luftfahrzeuge mit aktiver Mode-C/S Abstrahlung in den inneren Bereich verpflichtende Ausweichanweisungen (nur vertikal) an die Besatzung zu erteilen.

TCAS I ist eine, ursprünglich für die Allgemeine Luftfahrt entwickelte, Version von TCAS. Hierbei handelt es sich um ein aktives Kollisionswarnsystem, d. h. es werden Transponder anderer Luftfahrzeuge aktiv abgefragt. Damit lässt sich eine recht akkurate Positionsbestimmung und Flugwegvorhersage anderer Luftfahrzeuge im Umkreis bis zu 40 NM erreichen. Die benötigte Hardware benötigt einen festen Einbauplatz im Luftfahrzeug und eine externe Stromversorgung. Die Kosten für ein solches System liegen bei ca. 30.000 Euro pro Luftfahrzeug.

TCAS II eignet sich systembedingt nicht für den Einsatz in niedrigen Flughöhen, wie sie in der VFR-Luftfahrt die Regel sind. So gibt TCAS II ab 1.000 ft GND (+/- 100 ft) keine Ausweichanweisungen mehr aus und gibt ab 500 ft GND auch keine akustischen Hinweise mehr über anderen Verkehr. Auch das Fehlen horizontaler Ausweichempfehlungen macht TCAS II nicht hinreichend nutzbar. Die technischen Voraussetzungen für ein TCAS II können in der Allgemeinen Luftfahrt und im Luftsport nicht geschaffen werden, da dieses System jeglichen annehmbaren Preisrahmen sprengt (bis zu 150.000 Euro) und zusätzliche Hardware, wie z. B. Radarhöhenmesser benötigt.

FLARM (FLight alARM)

Hierbei handelt es sich um ein von der Schweizer Firma FLARM Technology Ltd. ursprünglich für die Anwendung im Segelflug entwickeltes System, welches in einem frei zugänglichen Frequenzband (868,2 und 868,4 MHz) arbeitet. Dieses Band wird beispielsweise auch für diverse andere Anwendungen (z. B. Garagentoröffner und Alarmanlagen) genutzt. Laut Hersteller sind derzeit etwa 40.000 Geräte weltweit bei Luftfahrzeugen der Allgemeinen Luftfahrt und Luftsportgeräten sowie Drohnen im Einsatz. Dabei konzentriert sich die Verbreitung vor allem auf den europäischen Raum.

Der Vorteil von FLARM liegt darin begründet, dass es mit geringem Hardwareaufwand aktive Kollisionswarnung für den Luftsport Bord-zu-Bord ermöglicht, ohne einen Transponder und entsprechende Flugsicherungsinfrastruktur.

FLARM sendet mindestens sekündlich seine GPS-Position sowie weitere Daten wie die Geschwindigkeit aus. Befinden sich beispielsweise zwei Segelflugzeuge in derselben Aufwindzone, empfängt das FLARM-Gerät in beiden Luftfahrzeugen das jeweils andere Gerät und interpretiert die eingehenden Signale, vergleicht sie mit der eigenen GPS-Position und stellt das relevanteste Ziel durch Relativangaben dar.

Diese Positionsangabe ist für Luftfahrer besonders gut nutzbar, weil sie geeignet ist, um intuitiv den Kopf in Richtung der erwarteten Position des anderen Luftfahrzeugs zu drehen und den visuellen Kontakt herzustellen.

Durch die gute Nutzbarkeit im Nahbereich und den geringen Stromverbrauch (im Vergleich zum Transponder), sowie den durch Batteriebetrieb möglichen, mobilen Einsatz hat sich das System vor allem innerhalb Europas zügig insbesondere im Segelflugbereich durchsetzen können. Eine aktive Interoperabilität mit anderen Systemen ist bei FLARM jedoch nur begrenzt gegeben.

© FLARM Technology AG

FLARM Anzeige Air Avionics AG

NUTZUNG VON MOBILFUNK

Die künftigen Service Provider für den sogenannten U-Space (Luftraum für Drohnen) sehen die Grundlage für ihr Netzwerk, mit dem die Datenversorgung von unbemannten Luftfahrzeugen im Luftraum bis ca. 500 ft über Grund sichergestellt werden soll, auch in der Mobilfunktechnologie LTE. Daraus entstand der Gedanke, die Allgemeine Luftfahrt ebenfalls mit Informationen über das Mobilfunknetz zu versorgen. Dieser Ansatz greift für die bemannte Luftfahrt jedoch zu kurz, da die Mobilfunknetze dafür wortwörtlich nicht ausgerichtet sind.

Grundsätzlich ist das 4G-Mobilfunknetz nur auf die horizontale Ebene (Erdoberfläche), aber nicht auf die vertikale Ebene (Luftraum) ausgerichtet.

Im Rahmen des europäischen Projekts SESAR 2020 wurde von der DFS und der Deutschen Telekom die Machbarkeit einer vertikalen Ausrichtung des Funknetzes

untersucht: Eine flächendeckende Versorgung mit LTE bis ca. 10.000 ft Flughöhe wäre in Deutschland möglich, wenn Mobilfunkmasten in entsprechender Anzahl für die vertikale Abstrahlung ausgerüstet würden.

Selbst bei Realisierung eines solchen Systems würde eine Abdeckung bis 10.000 ft für eine interoperable Kollisionsvermeidung aller Luftfahrzeugkategorien nicht ausreichend sein und den bevorzugten Grundsatz der direkten Bord-zu-Bord Kommunikation außer Acht lassen.

Eine mobilfunkbasierte Lösung muss immer auf einen Netzwerkknoten (Mobilfunkmast) zurückgreifen, um Daten zwischen mehreren Teilnehmern auszutauschen. Das bietet sich für die bemannte Luftfahrt jedoch nicht an, da die Kollisionsvermeidung auch bei fehlender Netzabdeckung funktionieren muss. Zudem erreichen auch in Deutschland motorisierte als auch nicht-motorisierte Luftfahrzeuge Höhen deutlich über 10.000 ft. Es ist auch nicht zu erwarten, dass ein solches System für die Großluftfahrt Realität werden könnte.

Kollisionsvermeidung in der Luft darf auch nicht Hersteller-, Nationalstaaten- oder Providerabhängig sein. Es liegt in der Natur der Sache, dass Luftfahrzeuge der Allgemeinen Luftfahrt hoch, schnell und weit fliegen. Das Kollisionswarngerät eines Motorflugzeugs muss auch beim Flug über Landesgrenzen hinweg funktionieren. Genauso wie es das bei Segelflugzeugen, die die Wintersaison sogar auf der Südhalbkugel verbringen, der Fall sein muss. Kurzum: Ein System muss in Europa, den USA und ebenso in Australien oder Südafrika funktionieren.

Ebenso wichtig wie die Interoperabilität, ist die zuverlässige und freie Verfügbarkeit der Daten. Eine Mobilfunklösung wäre aber nur über kostenpflichtige Abonnements zugänglich. Die Sicherheit im Flug darf aber keinesfalls von einer Monetarisierung der flugsicherheitsrelevanten Daten beeinträchtigt sein. Solch ein Modell würde daher die Verbreitung und Akzeptanz einschränken und auch der staatlichen Daseinsfürsorge für die Sicherheit im Luftverkehr widersprechen.

Ein solches Mobilfunksystem ist also technisch realisierbar, jedoch für die Allgemeine Luftfahrt nicht geeignet. Über ein mobilfunkbasiertes System könnte also eine weitere Insellösung entstehen, die nur sehr begrenzt Wirkung zeigen könnte.

ADS-B – MODERNE KOLLISIONSVERMEIDUNG FÜR DIE LUFTFAHRT

Die vielfach aufgeworfenen Probleme in der elektronischen Kollisionsvermeidung finden einen Lösungsansatz in dem schon seit langer Zeit in der Evolution befindlichen Standard ADS-B (Automatic Dependent Surveillance – Broadcast). Dieser neue Grundsatz in der Flugüberwachung setzt sich immer mehr durch und ist in Teilen schon als internationaler Standard gesetzt.

Bislang jedoch findet ADS-B in Europa keine ausreichende Verbreitung in der Allgemeinen Luftfahrt in Form eines einheitlichen und auf diese Nutzergruppe zugeschnittenen Standards. Zwar gilt im EASA-Gebiet eine Pflicht zur Ausrüstung mit ADS-B Technologie ab Ende 2020, jedoch nur für alle Flugzeuge schwerer als 5,7 t Abfluggewicht oder schneller als 250 kt Reisegeschwindigkeit.

Was bedeutet ADS-B?

Automatic
Automatische Abstrahlung der Informationen

Dependent
Das Signal benötigt eine zuverlässige GNSS Quelle im Luftfahrzeug

Surveillance
Präzise Flugüberwachung genauer als RADAR

Broadcast
Aussendung von Fluginformationen an andere entsprechende Luftfahrzeuge und Bodenstationen

Nahezu sämtlicher Sichtflugverkehr ist von dieser Ausrüstungspflicht folglich nicht betroffen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch den zukünftig vereinfachten Zugang zur Instrumentenflugberechtigung für Privatpiloten und der steigenden Anzahl von RNP-Verfahren an Verkehrs- und Sonderlandeplätzen, sich das Problem der VFR/IFR Konflikte auch innerhalb des Flugbetriebs der Allgemeinen Luftfahrt und im Luftsport vermehrt zeigen kann.

Extended Squitter (1090ES)
Der „Extended Squitter“ ist eine erweiterte Funktion eines klassischen Mode-S Transponders. Ein „Squitter“ ist vereinfacht ausgedrückt ein periodischer Sendezyklus eines Transponders, ohne zuvor durch einen Interrogator (Abfragesignal) abgefragt worden zu sein.

Während ein Mode-C Transponder nur 3 Parameter während eines Sendeintervalls übertragen konnte, waren es bereits 7 beim Mode-S Transponder. Der Extended Squitter sendet 49 Parameter in derselben Zeit.

Damit kann ein entsprechend befähigter Transponder auf der Frequenz 1090 MHz („1090ES") neben den bisherigen Parametern wie Luftfahrzeugkennung, Druckhöhe usw. jetzt erstmals auch seine GPS-Position und Flugrichtung sowie -geschwindigkeit übertragen. Somit wird auch das Laufzeitmessungs-Prinzip von Radar prinzipiell obsolet und ein aktives Abfragen durch einen Interrogator oder bodengebundene SSR-Stationen kann unterbleiben. Jeder, der nun eine geeignete Antenne betreibt, kann die Position des aussendenden Luftfahrzeugs unmittelbar und nahezu in Echtzeit zur Anzeige bringen.

Dies stellte eine Neuerung dar, da zur Anzeige eines Luftlagebildes erstmals kein Datenstrom von Seiten einer umfangreichen Radar Sensorik betreibenden Flugsicherungsorganisation mehr erforderlich war.

Leider sind nicht alle der in Kleinflugzeugen ab 2008 eingerüsteten Mode-S Transponder mit einer ES-Schnittstelle ausgestattet und damit nicht ADS-B-fähig oder müssen einem entsprechenden Upgrade unterzogen werden. Dabei ist die nötige zuverlässige Positionsdatenquelle (GNSS) ein nicht zu unterschätzender Faktor, falls diese nicht bereits in der Avionik vorhanden ist.

© Garmin Ltd.

Garmin ADS-B Target Technology

Eine Neueinrüstung eines solchen Transponders schlägt mit einigen Tausend Euro Beschaffungs- und weiteren Installationskosten zu Buche und kommt daher meist nur in Einzelfällen in Betracht. Da auch diese Geräte auf der Frequenz 1090 MHz mit vergleichsweise hoher Leistung senden, würde eine größere Verbreitung weiter zur Verschärfung der Frequenzbelastung in Europa führen und in nicht motorisierten Luftfahrzeugen nach wie vor eine zusätzliche Stromversorgung notwendig machen.

ADS-B In
bezeichnet den Empfang und die Auswertung von ADS-B Signalen.

ADS-B Out
sendet Informationen des eigenen Luftfahrzeugs an andere Luftverkehrsteilnehmer und Bodenstationen.

Universal Access Transceiver (UAT)
Da die sehr hohen Anforderungen an die Zertifizierung eines 1090ES Transponders, vor allem in der VFR-Luftfahrt, nicht überall benötigt werden und sich nicht alle günstigen und älteren Transponder auf "Extended Squitter" aufrüsten lassen, stehen als Alternative die Universal Access Transceiver (UAT) bereit. Diese universalen Sende-/Empfangsgeräte übernehmen anstelle des 1090ES Transponders die ADS-B (In & Out) Funktion. Über einen UAT lassen sich also ADS-B Dienste empfangen, sowie die Informationen über das eigene Luftfahrzeug senden.

ADS-B und Radarinfrastruktur
Um den maximalen Nutzen aus ADS-B ziehen zu können, ist die Errichtung einer flächendeckenden Bodeninfrastruktur mittelfristig unumgänglich. Die Infrastruktur der Flugsicherungen wird bereits allmählich auf ADS-B aufgerüstet. Allerdings möchte man in Europa bisher auch langfristig nicht auf die Abdeckung durch Sekundärradar verzichten.

Der Vorteil des Sekundärradars (SSR) besteht darin, dass das Luftfahrzeug keine externe Datenquelle (GNSS) zur Positionsbestimmung zur Verfügung stellen muss. Diese recht simple Art der Ortung bringt allerdings auch weitere bekannte Nachteile mit sich: So können Luftfahrzeuge nur im Bereich der „Radarkeule" erfasst werden. Außer-

halb dieses eng begrenzten Erfassungsbereichs können Luftfahrzeuge im Schweigekegel, Radarschatten oder unter dem Radarhorizont nicht erfasst werden.

Der Vorteil von ADS-B im Vergleich liegt in der zyklischen automatischen Abstrahlung von Luftfahrzeuginformationen. Somit ist nicht nur ein Livebild der Luftlage mit exakter lateraler GNSS-basierter Positionsbestimmung möglich. Da eine ADS-B Bodenstation im Wesentlichen nur aus Stabantennen und einem Server besteht, ist dieses Konstrukt auch wesentlich weniger anfällig gegenüber extremen Wetterbedingungen.

Darüber hinaus sind ADS-B Bodenstationen wesentlich kostengünstiger zu errichten und zu betreiben als Radaranlagen. Gleichwohl sind die Flugsicherungsdienstleister primär an einer zuverlässigen ADS-B Abdeckung im Bereich der IFR-Flugführung interessiert. Das schließt den unteren Luftraum bis mindestens 2.000 ft GND in weiten Teilen aus.

Um eine effektive Kollisionsvermeidung in der Allgemeinen Luftfahrt und im Luftsport zu erreichen, ist auch ein lückenloser ADS-B-Empfang unterhalb 2.000 ft GND unbedingt erforderlich, da sich ein bedeutender Teil des VFR-Flugbetriebs dort abspielt. In diesem Höhenbereich findet der Platzrundenbetrieb an Flugplätzen statt, operieren Luftfahrzeuge von Rettungsdiensten, Polizei sowie Militär und auch Reise- und Rundflüge.

Eine ausreichende Versorgung allein durch die Flugsicherungsdienstleister ist in diesem Bereich nicht zu erwarten. Daher müssen weitere Datenquellen erschlossen werden, die bereits jetzt potenziell verfügbar sind.

Erste Betreiber halten bereits Multi-Sensorsysteme vor, um ein präzises Verkehrslagebild rund um ihre Windkraftanlagen zu erzeugen. Sie nutzen hierzu neben der Auswertung von Mode-S Transpondersignalen u. a. auch ADS-B Signale. Als Nebeneffekt kann dadurch ein weit gespanntes Netz an bodengebunden Transceivern entstehen und sich damit hervorragend als zuverlässige komplementäre Datenquelle eignen. Das gilt insbesondere für den unteren Luftraum, der für eine flächendeckende Versorgung mit ADS-B ein weit verzweigtes Netz benötigt. Da diese Windkraftanlagen auch in exponierten Lagen zu finden sind (z. B. Bergkämme) können mit den Transceivern selbst Radarhorizonte oder Abschattungen überbrückt werden. So könnte selbst die Luftfahrt, aus der oftmals nicht ganz unproblematischen Koexistenz mit den Windkraftanlagen, einen großen Nutzen ziehen.

Neben den Windkraftanlagen eignen sich potenziell auch Verkehrs- und Sonderlandeplätze als ADS-B Infrastruktur. In Großbritannien wurden ADS-B Stationen an Flugplätzen der Allgemeinen Luftfahrt bereits umfangreich getestet.

ELEKTRONISCHER VERKEHRS- UND FLUGINFORMATIONSDIENST

Einhergehend mit der verpflichtenden Ausrüstung von Luftfahrzeugen mit ASD-B und der Nutzung von UAT stehen in den USA zwei neue Dienste, TIS-B und FIS-B, zur Verfügung, die einen wesentlichen Schritt in Richtung von mehr Sicherheit, vor allem für die Allgemeine Luftfahrt, bedeuten.

Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)
Mit TIS-B stehen Information über anderen Luftverkehr in der Umgebung um das eigene Luftfahrzeug jedem kostenlos zur Verfügung. Dabei erhält der Empfänger Verkehrsdaten aus unterschiedlichen Quellen zu einem Gesamtlagebild zusammengestellt. Die Informationen zu Zielen werden bedarfsgerecht in einem Radius von 15 NM und einem relativen Höhenbereich von +/-3500 ft hoch gesendet, so dass es einerseits nicht zu einer übermäßigen Belastung der Frequenz kommt und andererseits sämtlicher relevanter Verkehr auch auf dem Display des Piloten erscheint.

Nicht trivial ist die Tatsache, dass hierzu nicht nur die konventionellen Transponderfrequenzen im Mode-S Band verwendet werden, sondern auch die UAT-Frequenz 978 MHz flächendeckend von Grund bis Flugfläche 240 ausgesandt wird. Somit stehen diese Informationen auch der Allgemeinen Luftfahrt zur Verfügung, ohne in neue Transponder investieren zu müssen.

Flight Information Services – Broadcast (FIS-B)
Ebenfalls gebührenfrei werden in den USA und teilweise auch schon bei Feldversuchen in Europa aktuelle Wetterinformationen und luftraumrelevante Meldungen, wie z. B. NOTAMs ausgestrahlt. Den aktuellen Stand eines Beschränkungsgebiets bekommen Piloten ebenso auf den Displays im Cockpit eingeblendet wie ein Wetterradar-Overlay oder auch Höhenwinde.

Dieser, FIS-B genannte Anteil, würde höchstwahrscheinlich die Anzahl der Luftraumverletzungen besonders bei temporären Flugbeschränkungen weiter reduzieren.

Durch die Live Wetterdaten im Cockpit lassen sich auch andere Vorkommnisse reduzieren, die noch immer viel zu oft in den Unfallstatistiken zu finden sind. Das betrifft u. a. den VFR-Einflug in Instrumentenflugbedingungen (VFR in IMC) und den kontrollierten Flug ins Gelände (Controlled Flight into Terrain, CFIT), insbesondere in bergigen Regionen, Vereisungsregionen und Gebiete mit schweren Turbulenzen.

ADS-B – WEITERE ENTWICKLUNG

Die amerikanische Luftfahrtbehörde FAA begleitete die Einführung von ADS-B für die Allgemeine Luftfahrt mit einer breiten Kampagne, lobte für die ersten 20.000 Luftfahrzeugeigner eine Prämie in Höhe von je 500 USD aus, wenn die Signalintegrität des UAT-Senders durch einen sogenannten "validation flight" nachgewiesen wurde.

Die FAA beschreibt in ihrem Konzept NextGen die ADS-B Technology wie folgt:

"ADS-B is an environmentally friendly technology that enhances safety and efficiency, and directly benefits pilots, controllers, airports, airlines, and the public. It forms the foundation for NextGen by moving from ground radar and navigational aids to precise tracking using satellite signals. […] ADS-B also provides greater coverage since ground stations are so much easier to place than radar. […] The improved accuracy, integrity and reliability of satellite signals over radar means controllers eventually will be able to safely reduce the minimum separation distance between aircraft and increase capacity in the nation's skies."

Nach Untersuchungen der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH zeigt sich, dass Deutschland flächendeckend in einem Höhenband ab 3.000 ft GND mit 23 Stationen redundant zu versorgen wäre, von denen viele an einem schon jetzt von der DFS betriebenen Standort errichtet werden können. Nimmt man nun noch andere mögliche Standorte wie die schon beschriebenen Windkraftanlagen oder auch Sendemasten hinzu, wäre es möglich, ein entsprechendes Netzwerk auch im Luftraum darunter aufzubauen.

Somit wäre erstmals bei einer europaweit denkbaren Ausrüstung von unbemannten Luftfahrzeugen, sowie Luftsportgeräten als auch der Klein- und Großluftfahrt mit ADS-B ein durchgängiges System verfügbar.

Weil „Jeder" sendet und empfängt, kann auch jeder sehen – und wird gesehen! Der Gedanke, nur der Lotse „sieht" das gesamte Verkehrsbild, während der Pilot als "last line of response" auf das Prinzip "see and avoid" zurückfällt, ist schlichtweg überholt.

Hier setzt ADS-B an: durch direkten Empfang der Signale anderen Verkehrs, abgestützt durch TIS-B, wird der Pilot in die Lage versetzt, rechtzeitig taktische Ausweichentscheidungen treffen zu können.

Autor:
Die Texte stammen von der u. a. Quelle und wurden von Jürgen Mies zusammengestellt.

Bilder:
Garmin Deutschland GmbH, FLARM Technology AG

Quellen:
„Kollisionsvermeidung – Sense and Avoid in Europe – ADS-B in der Allgemeinen Luftfahrt",
Deutscher Aero Club (DAeC) e.V., 2020, https://www.daec.de/news-details/ads-b-elektronische-kollisionsvermeidung/

Haftungsausschluss:
Die Informationen und Daten in diesem AOPA Safety Letter sind vom Autor und der AOPA-Germany sorgfältig erwogen und geprüft. Dennoch kann eine Garantie für Richtigkeit und Vollständigkeit nicht übernommen werden. Eine Haftung des Autors bzw. von AOPA-Germany und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

HERAUSGEBER
AOPA-Germany e.V.
Flugplatz, Haus 10
63329 Egelsbach

www.aopa.de