



## Summarischer Bericht

Bezüglich des vorliegenden schweren Vorfalles wurde eine summarische Untersuchung gemäss Artikel 45 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161) durchgeführt. Dieser Bericht wurde mit dem Ziel erstellt, dass aus dem vorliegenden Zwischenfall etwas gelernt werden kann.

<b>Ort</b>	0.8 NM west-südwestlich der Ortschaft Neuheim (ZG)		
<b>Koordinaten</b>	684 700 / 228 350 (Swiss Grid 1903) N 47° 12' 00" / E 008° 33' 25" (WGS <sup>1</sup> 84)		<b>Höhe</b> ca. 1600 m/M
<b>Datum und Zeit</b>	8. Mai 2020, 15:28 Uhr (LT <sup>2</sup> = UTC <sup>3</sup> + 2 h)		
<b>Art des schweren Vorfalles</b>	Airprox		
<b>Flugsicherungsstelle</b>	Keine		
<b>Luftraum</b>	Luftraumklasse Echo		
<b>Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge</b>	horizontal ca. 320 m (0.17 NM), vertikal ca. 60 m (195 ft)		
<b>Vorgeschriebene Mindeststaffelung</b>	Keine		
<b>Airprox-Kategorie</b>	ICAO <sup>4</sup> -Kategorie A		
<b>Luftfahrzeug 1</b>	Pilatus Aircraft PC-24	HB-VZZ	
<b>Halter</b>	Pilatus Flugzeugwerke AG, Postfach 992, 6371 Stans		
<b>Eigentümer</b>	Pilatus Flugzeugwerke AG, Postfach 992, 6371 Stans		
<b>Relevante Ausrüstung</b>	Transponder Mode-S, Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem ( <i>Traffic Alert and Collision Avoidance System – TCAS</i> )		
<b>Betriebsart</b>	Technischer Flug		
<b>Flugregeln</b>	Sichtflugregeln ( <i>Visual Flight Rules – VFR</i> )		
<b>Startort</b>	Flugplatz Buochs (LSZC)		
<b>Zielort</b>	Flugplatz Buochs (LSZC)		
<b>Flugphase</b>	Reiseflug		
<b>Pilot</b>	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1962		
<b>Ausweis</b>	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge ( <i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane – ATPL(A)</i> ) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit ( <i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i> ), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)		
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	8102 h	<b>während der letzten 90 Tage</b> 53 h
	<b>auf dem Vorfallmuster</b>	600 h	<b>während der letzten 90 Tage</b> 50 h

<sup>1</sup> WGS: *World Geodetic System*, geodätisches Referenzsystem: Der Standard WGS 84 wurde durch Beschluss der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) im Jahr 1989 für die Luftfahrt übernommen.

<sup>2</sup> LT: *Local Time*, Normalzeit

<sup>3</sup> UTC: *Universal Time Coordinated*, koordinierte Weltzeit

<sup>4</sup> ICAO: *International Civil Aviation Organization*, internationale Zivilluftfahrtorganisation

<b>Luftfahrzeug 2</b>	ASG 29E/18 m	D-KAVE		
<b>Halter</b>	SGKA Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern a/A			
<b>Eigentümer</b>	SGKA Segelfluggruppe Knonaueramt, Postfach, 8910 Affoltern a/A			
<b>Relevante Ausrüstung</b>	Transponder Mode-S, PowerFlarm Core Pure <sup>5</sup>			
<b>Betriebsart</b>	Privat			
<b>Flugregeln</b>	Sichtflugregeln ( <i>Visual Flight Rules</i> – VFR)			
<b>Startort</b>	Flugplatz Hausen a/A (LSZN)			
<b>Zielort</b>	Flugplatz Hausen a/A (LSZN)			
<b>Flugphase</b>	Reiseflug			
<b>Pilot</b>	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1960			
<b>Ausweis</b>	Pilotenlizenz für Segelflugzeuge ( <i>Sailplane Pilot Licence</i> – SPL) nach ICAO, ausgestellt durch das BAZL			
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	2147:58 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	59:05 h
	<b>auf dem Vorfallmuster</b>	149:14 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	33:03 h

## Sachverhalt

### Allgemeines

Für die Beschreibung des Hergangs wurden die Angaben der Besatzungsmitglieder, die Aufzeichnungen der Flugwegdaten aus dem bordeigenen Navigationssystem resp. aus dem Kollisionswarngerät PowerFlarm sowie eine Videoaufzeichnung im Cockpit der HB-VZZ verwendet. Die Kommunikation auf der Flugplatzfrequenz von Emmen (LSME) war ebenfalls aufgezeichnet.

Zum Zeitpunkt und am Ort des schweren Vorfalls herrschte sonniges, wolkenloses Wetter mit einer Sicht von rund 40 km auf 5000 ft AMSL<sup>6</sup>.

### Vorgeschichte

Das einsitzige Hochleistungssegelflugzeug ASG 29E/18m, eingetragen als D-KAVE, startete um die Mittagszeit des 8. Mai 2020 auf dem Flugplatz Hausen a/A (LSZN) zu einem Streckenflug. Der Pilot flog zuerst in östliche Richtung bis zum Hohen Kasten im Säntisgebiet und anschliessend wieder in die Gegend von Hausen a/A zurück. Um 15:08 Uhr drehte das Segelflugzeug 1 NM westlich der Ortschaft Neuheim (AG) auf einer Flughöhe von rund 770 m/M nach links in einen Aufwind ein. In den nachfolgenden 15 Minuten stieg das Segelflugzeug in der Thermik kontinuierlich und erreichte um 15:23 Uhr eine Flughöhe von knapp 1600 m/M.

Am frühen Nachmittag desselben Tages führte die Besatzung des zweistrahligen Geschäftsreiseflugzeug Pilatus PC-24, eingetragen als HB-VZZ, einen Testflug (*Production Flight Test* – PFT) vom Flugplatz Buochs (LSZC) aus durch. Im Cockpit befanden sich der verantwortliche Pilot (*Pilot-In-Command* – PIC), der auf dem linken Sitz sass, und ein Flugerprobungsingenieur (*Flight Test Engineer* – FTE), der auf dem rechten Sitz Platz genommen hatte. Unter anderem sollte während des Fluges, der nach Sichtflugregeln stattfand, ein Anflug auf die Piste 22 des Militärflugplatzes Emmen (LSME) mit Hilfe des Instrumentenlandesystems ausgeführt werden. Zu diesem Zweck nahm die Flugbesatzung östlich des Zugersees auf 7200 ft AMSL fliegend um 15:23 Uhr mit der Flugverkehrsleitung von Emmen Funkkontakt auf. Die Flugverkehrsleiterin gab in der Folge mehrere Verkehrshinweise, welche die Flugbesatzung der HB-VZZ entweder visuell oder auf der Anzeige des TCAS identifizieren konnte. Ausserdem sollte die HB-VZZ

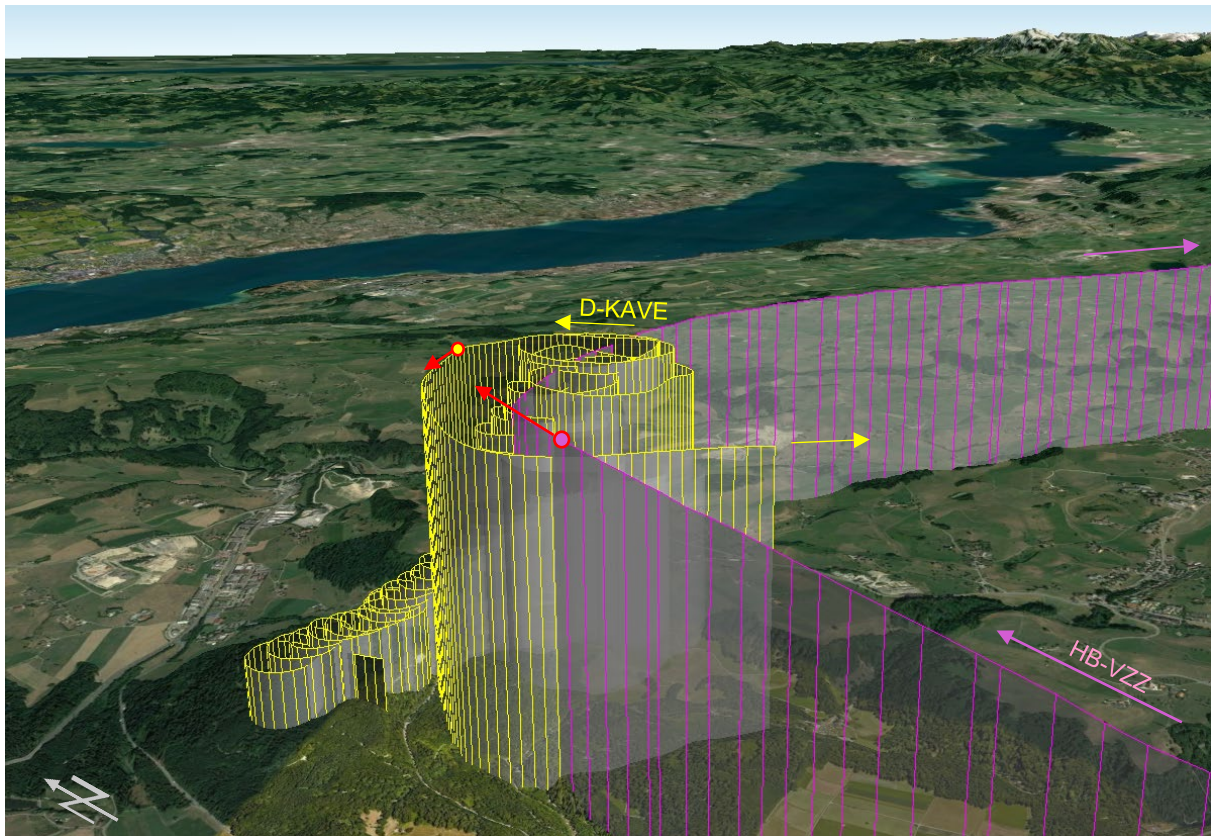
<sup>5</sup> Beim PowerFlarm handelt es sich um ein Verkehrsinformations- und Kollisionswarnsystem für die allgemeine Luftfahrt, das vor allem in Leicht- und Segelflugzeugen verwendet wird. Die Version «Core Pure» empfängt keine ADS-B- und Transponderdaten anderer Luftfahrzeuge. Das Gerät zeichnet zusätzlich den Flugweg auf.

<sup>6</sup> AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

östlich von Hausen a/A bleiben, da sich noch ein Kampfflugzeug im Anflug nach Emmen befand.

### Verlauf des schweren Vorfalls

Nachdem der Pilot des Segelflugzeuges während des Kreisens keinen verwertbaren Aufwind mehr finden konnte, reduzierte er kurz vor 15:28 Uhr die Querlage seines Flugzeuges und flog auf etwa gleichbleibender Höhe von rund 1600 m/M eine weite Linkskurve in westliche bis südwestliche Richtung (vgl. Abbildung 1, gelber Pfeil mit Label «D-KAVE»). Die Fluggeschwindigkeit über Grund (*Ground Speed – GS*) betrug rund 120 km/h (65 kt). Zu diesem Zeitpunkt befand sich die PC-24 mit nördlicher Flugrichtung und auf 1605 m/M über der Stadt Zug und bewegte sich mit einer GS von 200 kt (vgl. Abbildung 1, magentafarbener Pfeil mit Label «HB-VZZ»).

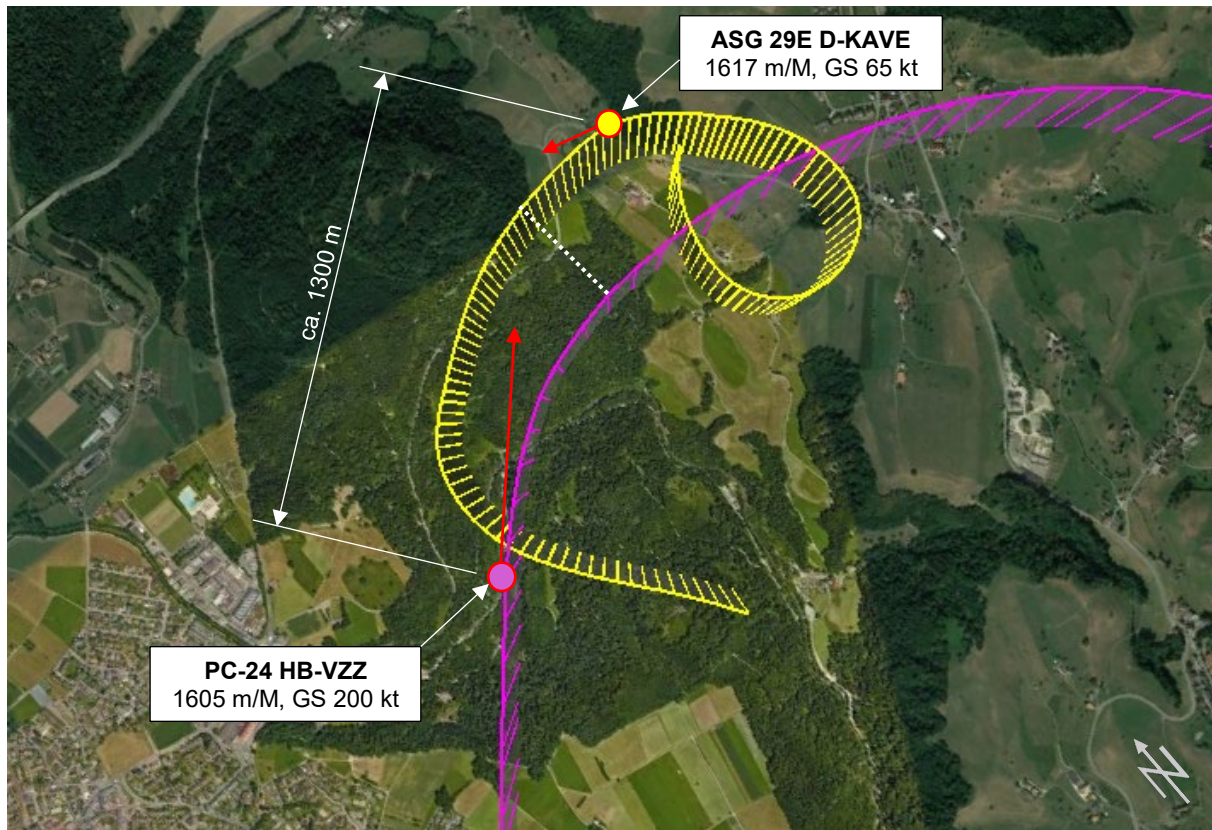


**Abbildung 1:** Flugwege der PC-24 HB-VZZ (magenta) und des Segelflugzeuges D-KAVE (gelb) im Bereich der gefährlichen Annäherung mit nordöstlicher Blickrichtung und dem Zürichsee im Hintergrund, dargestellt in Google Earth. Die rot umrandeten Punkte kennzeichnen die Positionen der beiden Flugzeuge zum Zeitpunkt 15:28:02 Uhr, als die Besatzung der PC-24 das Segelflugzeug visuell erblickte.

Um 15:28:02 Uhr erblickte der Flugerprobungsingenieur der PC-24 ein Segelflugzeug, das sich vor ihnen genau in Flugrichtung auf gleicher Flughöhe und in einer Entfernung von 1300 m befand. Es handelte sich dabei um die D-KAVE. Er teilte dies über Bordfunk (*intercom*) dem Piloten mit («*glider, same altitude, twelve o'clock*»), der sofort den Autopiloten ausschaltete und manuell ein kontrolliertes Ausweichmanöver nach rechts unten einleitete (vgl. Abbildung 2). Die PC-24 nahm dabei innerhalb von 5 Sekunden eine Querlage nach rechts von rund 60 Grad und eine Längsneigung von 5 Grad nach unten (*nose down*) ein.

Um 15:28:11 Uhr trat die geringste Annäherung zwischen beiden Luftfahrzeugen auf. Diese betrug horizontal rund 320 m und vertikal etwa 60 m.

In der Folge führten beide Besatzungen die Flüge wie geplant fort und landeten später ereignislos wieder in Buochs resp. Hausen a/A.



**Abbildung 2:** Flugwege der PC-24 HB-VZZ (magenta) und des Segelflugzeuges D-KAVE (gelb), dargestellt in Google Earth. Die rot umrandeten Punkte kennzeichnen die Positionen der beiden Flugzeuge zum Zeitpunkt 15:28:02 Uhr, als die Besatzung der PC-24 das Segelflugzeug visuell erblickte. Der geringste Abstand zwischen den beiden Flugzeugen (weiss gepunktete Linie) trat um 15:28:11 Uhr auf und betrug rund 325 m.

### Feststellungen

Die Flugverkehrsleiterin von Emmen, mit der die Besatzung der PC-24 in Kontakt stand, hatte keine Kenntnis vom Segelflugzeug. Dieses war nicht auf dem Radarbildschirm dargestellt.

Das TCAS der PC-24 gab während der gefährlichen Annäherung weder einen Verkehrshinweis noch eine Ausweichempfehlung betreffend das Segelflugzeug aus.

Der Segelfluggpilot nahm die PC-24 zu keinem Zeitpunkt wahr. Das PowerFlarm Core Pure des Segelflugzeuges gab keine akustischen Warnmeldungen aus. Im Segelflugzeug war ein Transponder eingebaut, aber nicht eingeschaltet. Dies war nicht vorgeschrieben.

Die gefährliche Annäherung zwischen den beiden Luftfahrzeugen trat im kontrollierten Luftraum der Luftraumklasse Echo auf. In diesem Luftraum sind die Flugbesatzungen für die Verhinderung von gefährlichen Annäherungen oder Kollisionen zwischen einzelnen Luftfahrzeugen verantwortlich. Eine Freigabe durch die Flugverkehrsleitung oder der Sprechfunkkontakt zu einer zugehörigen Bodenfunkstelle sind nicht erforderlich.

### Analyse

Es herrschten sehr gute Sichtflugwetterbedingungen mit wolkenfreiem Himmel und Sichtwerten um 40 km. Daraus kann geschlossen werden, dass das Wetter keinen Einfluss auf die Entstehung des schweren Vorfalls hatte.

Der Flugerprobungsingenieur erkannte in der Region von Neuheim (ZG) das auf etwa gleicher Flughöhe fliegende Segelflugzeug, da er den Piloten aktiv bei der Luftraumüberwachung unter-

stützte. Er teilte dies dem Piloten über Bordfunk in konziser Art und Weise mit. Diese Aufgabenteilung und klare Kommunikationsweise waren sinnvoll und zielführend. Sie stellten die Grundvoraussetzungen dar, dass sich die Kollision mit dem Segelflugzeug vermeiden liess.

Der Pilot der PC-24 führte das Ausweichmanöver ohne Verzögerung und mit einer deutlichen Fluglageänderung sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung aus. Aufgrund dieser der Situation angepassten, zweckmässigen und schnellen Reaktion konnte die gefährliche Situation entschärft werden.

Der Pilot des Segelflugzeuges nahm die sich annähernde PC-24 nicht wahr. Es ist deshalb naheliegend, dass die Luftraumüberwachung des Piloten primär in Flugrichtung erfolgte. Das Geschäftsreiseflugzeug befand sich aber zu keinem Zeitpunkt, zu dem es visuell erfassbar war, in der Flugrichtung des Segelflugzeuges.

Die gefährliche Annäherung zwischen der PC-24 und dem Segelflugzeug trat im Luftraum auf, in dem «*see and avoid*» als Grundprinzip für die Vermeidung von Kollisionen zur Anwendung kommt. Dieses Prinzip, bei dem sich Luftverkehrsteilnehmer visuell erkennen und entsprechend ausweichen, stösst aber aufgrund unterschiedlicher Faktoren, wie beispielsweise den Limitationen des menschlichen Wahrnehmungsvermögens, häufig an seine Grenzen.

Insbesondere Segelflugzeuge sind aufgrund ihrer schlanken Form und geringen Querschnittsflächen visuell schwierig erkennbar<sup>7</sup>. Im Kurvenflug, in dem sich Segelflugzeuge zur Auswertung von thermischen Aufwinden zu einem grossen Teil des Fluges befinden, liegt die beste Sichtbarkeit nur dann vor, wenn Seitenruder, Rumpf und Flächentiefe das einfallende Sonnenlicht reflektieren. Diese gut sichtbare Perspektive des Segelflugzeuges besteht bei einer Kreiszeit von ca. 20 bis 30 Sekunden nur während rund 5 Sekunden. Im vorliegenden Fall erkannte die Flugbesatzung der PC-24 das Segelflugzeug genau in dem Moment, als sich dieses von der Seite, mit leichter Querlage und im direkten Sonnenlicht beleuchtet vor ihr präsentierte.

Um den Unzulänglichkeiten von «*see and avoid*» zu begegnen, erweisen sich Kollisionswarnsysteme als wertvoll. Die PC-24 war mit einem TCAS ausgerüstet, das Transpondersignale von anderen Flugzeugen empfängt und dem Piloten frühzeitige Verkehrswarnungen und Ausweichbefehle ausgibt. Das Segelflugzeug verfügte zwar über einen solchen Transponder, dessen Einsatz aber im betreffenden Luftraum nicht vorgeschrieben war und den der Pilot ausgeschaltet liess. Er gab an, dass es durchaus sinnvoll sei, den Transponder aufgrund einer limitierenden Batteriekapazität nur dann einzuschalten, wenn dessen Betrieb vorgeschrieben ist. Dies war nicht sicherheitsbewusst und trug unmittelbar zur Entstehung des schweren Vorfalls bei. Zudem verdeutlicht der vorliegende Fall, dass eine generelle und ausnahmslose Transponderpflicht die Sicherheit fördern würde, da damit ein zusätzliches Sicherheitsnetz für die Kollisionsvermeidung geschaffen wird.

Umgekehrt war nur das Segelflugzeug mit einem PowerFlarm-Kollisionswarngerät ausgestattet. Dieses kann von der Technologie her je nach Version auch Transpondersignale empfangen. Die im Segelflugzeug verwendete Version «Core Pure» konnte allerdings keine Transpondersignale verarbeiten, weshalb es nicht zu einer akustischen Warnung vor der herannahenden PC-24 kommen konnte. Die Flarm-Technologie wurde grundsätzlich für die Verwendung in Leichtflugzeugen, Hubschaubern, Segelflugzeugen, Hängegleitern, Gleitschirmen und Drohnen entwickelt, also für Luftfahrzeuge mit relativ geringen Fluggeschwindigkeiten. Bei Luftfahrzeugen mit höheren Fluggeschwindigkeiten wie beispielsweise Geschäftsreise- oder Verkehrsflugzeugen sind Flarm-Kollisionswarngeräte nur bedingt wirksam.

Die SUST hat in der Vergangenheit auf den Nutzen einer Transponderpflicht (vgl. beispielsweise die Schlussberichte [Nr. 2208](#), [Nr. 2218](#), [Nr. 2288](#), [Nr. 2321](#), [Nr. 2350](#) bzw. die summi-

---

<sup>7</sup> In einer Studie zur «Erkennbarkeit von Segelflugzeugen und kleinen motorisierten Luftfahrzeugen», Forschungsbericht FE-Nummer L-6/2002-50.0300/2002, Deutsches Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn 2004, wird auf die schlechte Sichtbarkeit von Segelflugzeugen und auf die hohe Kollisionsgefahr, die von Segelflugzeugen ausgeht, hingewiesen.

schen Berichte [HB-JWA D-KAHZ](#), [HB-JBA D-KUHN](#)) hingewiesen und mehrere Sicherheitsempfehlungen (vgl. beispielsweise Sicherheitsempfehlungen [Nr. 466](#), [Nr. 518](#), [Nr. 519](#)) und zusätzlich den Sicherheitshinweis Nr. 24 (vgl. Schlussbericht [Nr. 2350](#)) ausgesprochen. Bezüglich der Kompatibilität von Kollisionswarnsystemen wurde im Rahmen der Untersuchung einer Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug (vgl. Schlussbericht [Nr. 2238](#)) die Sicherheitsempfehlung [Nr. 499](#) ausgesprochen. Diese Sicherheitsempfehlungen wurden bisher nicht umgesetzt.

Aktuell ist geplant, auf eine ausnahmslose Transponderpflicht zu verzichten und stattdessen eine lokale Transponderpflicht mittels Schaffung von neuen *Transponder Mandatory Zones* (TMZ) einzuführen. Eine der Begründungen für den Verzicht auf ein flächendeckendes Transponder-Obligatorium fusst auf der weitverbreiteten Annahme, der zusätzliche Energiebedarf des Transponders würde die Flugdauer bei Segelflugzeugen reduzieren. In Segelflugzeugen verbaute Transponder weisen einen Stromverbrauch auf, der vergleichbar ist zu einem handelsüblichen Funkgerät und der geringer ausfällt als derjenige eines modernen Segelflug-Systemrechners. Ein solcher Rechner ist in den meisten Segelflugzeugen eingebaut und bleibt während des gesamten Fluges eingeschaltet. Der bei einem längeren Überlandflug benötigte Energiebedarf kann deshalb mit den heute verfügbaren leistungsstarken und gleichzeitig leichten Batterien auch bei einem permanenten Betrieb des Transponders problemlos gedeckt werden.<sup>8</sup>

Die TMZ sollen dabei primär an Orten errichtet werden, wo ein erhöhtes Risiko von gefährlichen Annäherungen zwischen IFR<sup>9</sup>- und VFR-Verkehr, sogenanntem Mischverkehr, besteht. Die Planung sah vor, dass am 25. März 2021 eine erste TMZ in der Nordostschweiz um den Flughafen St. Gallen-Altenrhein angelegt werden sollte und in den Folgejahren, basierend auf vorgesehenen Risikoanalysen, möglicherweise weitere TMZ folgen würden. Dieser Plan für die Einführung einer TMZ Nordostschweiz wurde auf das Jahr 2022 vertagt. Der vorliegende schwere Vorfall zeigt auf, dass sich die gefährlichen Annäherungen nicht nur auf Mischverkehr und bestimmte Lufträume beschränken, sondern auch zwischen VFR- und VFR-Verkehr und im gesamten Luftraum über der Schweiz auftreten. Deshalb würde eine generelle und ausnahmslose Nutzung von Transpondern in allen Luftfahrzeugen gesamtheitlich die Sicherheit erhöhen.

Die EASA hält entsprechend in den standardisierten Europäischen Luftverkehrsregeln fest, dass Piloten von nicht motorisierten Luftfahrzeugen dazu angehalten werden, den Transponder während des Fluges auch in Luftraum zu betreiben, in dem keine Transponderpflicht besteht (GM1 SERA.13001(c))<sup>10</sup>.

## Schlussfolgerungen

Beim schweren Vorfall handelte es sich um eine gefährliche Annäherung zwischen einem Geschäftsreiseflugzeug und einem Segelflugzeug, die beide unter Sichtflugregeln und im Luftraum der Luftraumklasse E betrieben wurden. Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die beiden Flugbesatzungen das jeweils andere Flugzeug erst zu einem späten Zeitpunkt resp. gar nicht visuell erfassten. Dies lässt sich auf die Unzulänglichkeiten des Prinzips «see and avoid» zurückführen.

---

<sup>8</sup> Beispielhafter durchschnittlicher Strombedarf: Funkgerät ca. 400 mA, Transponder Level 2 ca. 450 mA, Segelflug-Systemrechner ca. 680 mA, Variometer ca. 180 mA, Flarm ca. 250 mA, weitere Verbraucher (Wölbklappensensor, Fernbedienung, Kompassmodul, etc.) ca. 200 mA, Der daraus resultierende Kapazitätsbedarf der Batterie beträgt bei einem Überlandflug von 8 h demnach rund 17 Ah und liegt damit etwa 30% höher als bei ausgeschaltetem Transponder.

<sup>9</sup> IFR: *Instrument Flight Rules*, Instrumentenflugregeln

<sup>10</sup> "GM1 SERA.13001(c) Operation of an SSR transponder (ED Decision 2016/023/R) Pilots of non-powered aircraft are also encouraged to operate the transponder during flight outside airspace where carriage and operation of SSR transponder is mandatory."

Als beitragender Faktor wurde ermittelt, dass der Transponder des Segelflugzeuges nicht eingeschaltet war, was zwar nicht vorgeschrieben ist, aber hier zu einer gefährlichen Situation geführt hat.

Das in dieser Untersuchung erkannte Sicherheitsdefizit ist mit den erwähnten, publizierten Sicherheitsempfehlungen bereits adressiert worden. Die SUST spricht deshalb keine neue Sicherheitsempfehlung aus und schliesst gestützt auf Art. 45 Abs. 1 der VSZV die Untersuchung mit diesem summarischen Bericht ab.

Bern, 22. April 2021

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle