



## Summarischer Bericht

Bezüglich des vorliegenden schweren Vorfalls wurde eine summarische Untersuchung gemäss Artikel 46 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. Februar 2015 (SR 742.161) durchgeführt. Der alleinige Zweck der Untersuchung eines Unfalls oder eines schweren Vorfalls ist die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Es ist ausdrücklich nicht Zweck der Sicherheitsuntersuchung und dieses Berichts, Schuld oder Haftung festzustellen. Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

<b>Ort</b>	1 km nordöstlich von Sursee (LU)		
<b>Koordinaten</b>	651 111 / 225 835 (Swiss Grid 1903) N 47° 10' 53" / E 008° 06' 47" (WGS <sup>1</sup> 84)	<b>Höhe</b>	rund 6200 ft AMSL <sup>2</sup>
<b>Datum und Zeit</b>	24. Januar 2021, 14:22 Uhr (LT <sup>3</sup> = UTC <sup>4</sup> + 1 h)		
<b>Art des schweren Vorfalls</b>	Fastkollision		
<b>Flugsicherungsstelle</b>	Fluginformationszentrale ( <i>Flight Information Centre – FIC</i> ) Zurich Information		
<b>Luftraum</b>	Kontrolliert, Luftraumklasse E		
<b>Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge</b>	rund 270 m horizontal und 300 ft vertikal		
<b>Vorgeschriebene Mindeststaffelung</b>	keine		
<b>Airprox-Kategorie</b>	ICAO <sup>5</sup> -Kategorie A		
<b>Luftfahrzeug 1</b>	PA-28-181	HB-PRM	
<b>Halter</b>	Motorfluggruppe Basel, 4000 Basel		
<b>Eigentümer</b>	Motorfluggruppe Basel, 4000 Basel		
<b>Relevante Ausrüstung</b>	Kollisionswarngerät PowerFlarm, Transponder Mode-S		
<b>Betriebsart</b>	Privat		
<b>Flugregeln</b>	Sichtflugregeln ( <i>Visual Flight Rules – VFR</i> )		
<b>Startort</b>	Flughafen Basel Mulhouse (LFSB)		
<b>Zielort</b>	Flughafen Basel Mulhouse (LFSB)		
<b>Flugphase</b>	Reiseflug		

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

<sup>3</sup> LT: *Local Time*, Normalzeit

<sup>4</sup> UTC: *Universal Time Coordinated*, koordinierte Weltzeit

<sup>5</sup> ICAO: *International Civil Aviation Organization*, internationale Zivilluftfahrtorganisation

<b>Pilot</b>	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 2002			
<b>Ausweis</b>	Privatpilotenlizenz für Flugzeuge ( <i>Private Pilot Licence Aeroplane</i> – PPL(A)) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit ( <i>European Union Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	84:43 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	28:10 h
	<b>auf dem Vorfallmuster</b>	13:04 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	13:04 h
<b>Luftfahrzeug 2</b>	DA 42		HB-SDM	
<b>Halter</b>	Twin Star Aviation, Reussblick 10, 6331 Hünenberg			
<b>Eigentümer</b>	Twin Star Aviation, Reussblick 10, 6331 Hünenberg			
<b>Relevante Ausrüstung</b>	Verkehrshinweissystem ( <i>Traffic Awareness System</i> – TAS) <sup>6</sup> , Transponder Mode-S			
<b>Betriebsart</b>	Privat			
<b>Flugregeln</b>	VFR			
<b>Startort</b>	Flugplatz Lausanne (LSGL)			
<b>Zielort</b>	Flugplatz Birrfeld (LSZF)			
<b>Flugphase</b>	Reiseflug			
<b>Pilot</b>	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1968			
<b>Ausweis</b>	PPL(A) nach EASA, ausgestellt durch BAZL			
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	1 233:08 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	4:31 h
	<b>auf dem Vorfallmuster</b>	626:25 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	4:31 h

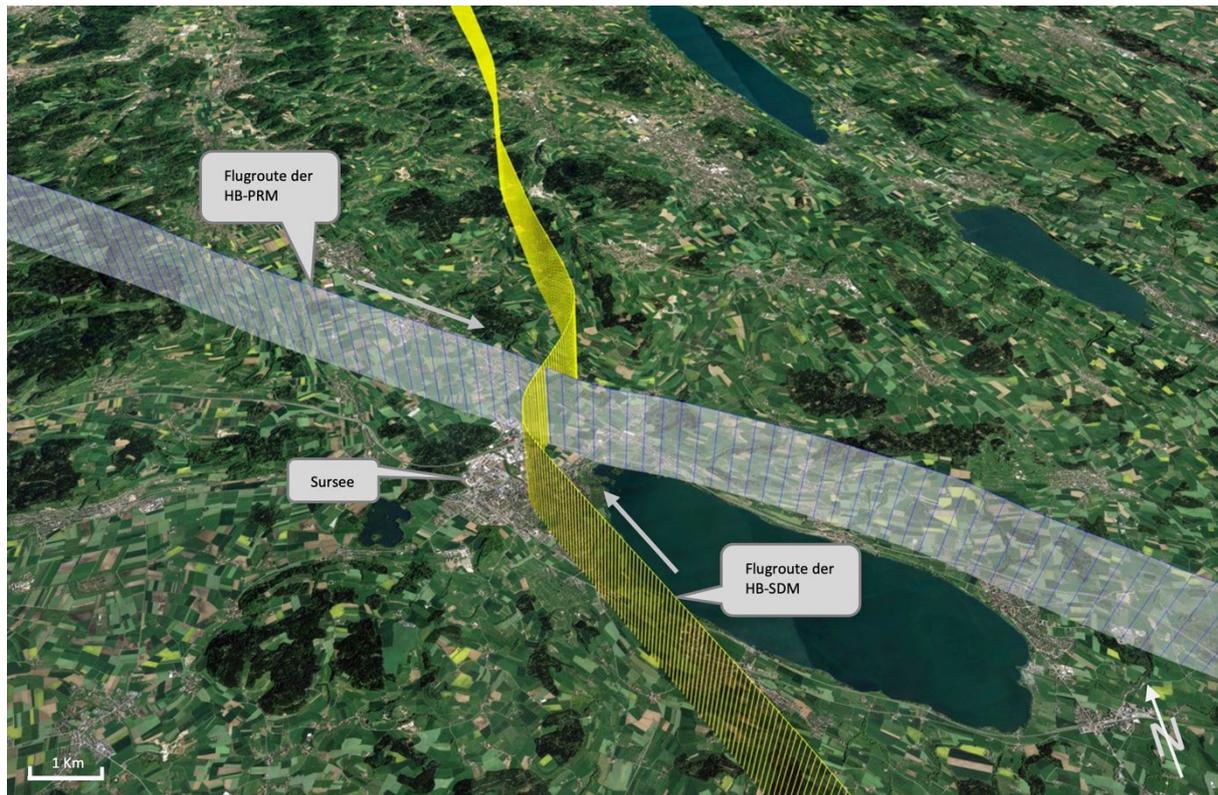
## Sachverhalt

### Verlauf des schweren Vorfalles

Am 24. Januar 2021 flog das zweimotorige Flugzeug des Musters Diamond Aircraft Industries DA 42, eingetragen als HB-SDM, von einem Alpenrundflug herkommend in Richtung Birrfeld (LSZF). Der Pilot stand mit der Fluginformationszentrale (*Flight Information Center* – FIC) *Zurich Information* in Verbindung. Um 14:22 Uhr befand sich die HB-SDM südöstlich von Sursee auf einer Flughöhe von rund 6400 ft AMSL und flog in einem Sinkflug mit einer Geschwindigkeit über Grund (*Ground Speed* – GS) von rund 165 kt in nordwestlicher Richtung (vgl. Abbildung 1).

Das einmotorige Flugzeug des Musters Piper Archer II PA-28-181, eingetragen als HB-PRM, war für einen Rundflug vom Flughafen Basel Mulhouse (LFSB) gestartet und flog in Richtung Mittelland. Nach Verlassen der Kontrollzone (*Control Zone* – CTR) Basel meldete sich der Pilot beim FIC *Zurich Information* und teilte mit, dass seine Flugroute via Sursee in Richtung CTR Emmen führen und er auf 6500 ft AMSL steigen werde. Um 14:22 Uhr befand sich die HB-PRM nordwestlich von Sursee auf einer Flughöhe von rund 6100 ft AMSL und flog mit einer GS von rund 133 kt in südöstlicher Richtung (vgl. Abbildung 1).

<sup>6</sup> Beim TAS der HB-SDM handelt es sich um ein sogenanntes «passives» TAS, das nicht über einen eigenen *interrogator* verfügt. Es empfängt deshalb nur Signale von Transpondern anderer Luftfahrzeuge, die durch einen Bodenradar resp. einen anderen *interrogator* erfasst werden. Die Reichweite beträgt rund 5 NM.



**Abbildung 1:** Ansicht der Flugwege der DA 42 (HB-SDM, in Gelb) und der PA-28 (HB-PRM, in Blau). Quelle der Karte Google Earth.

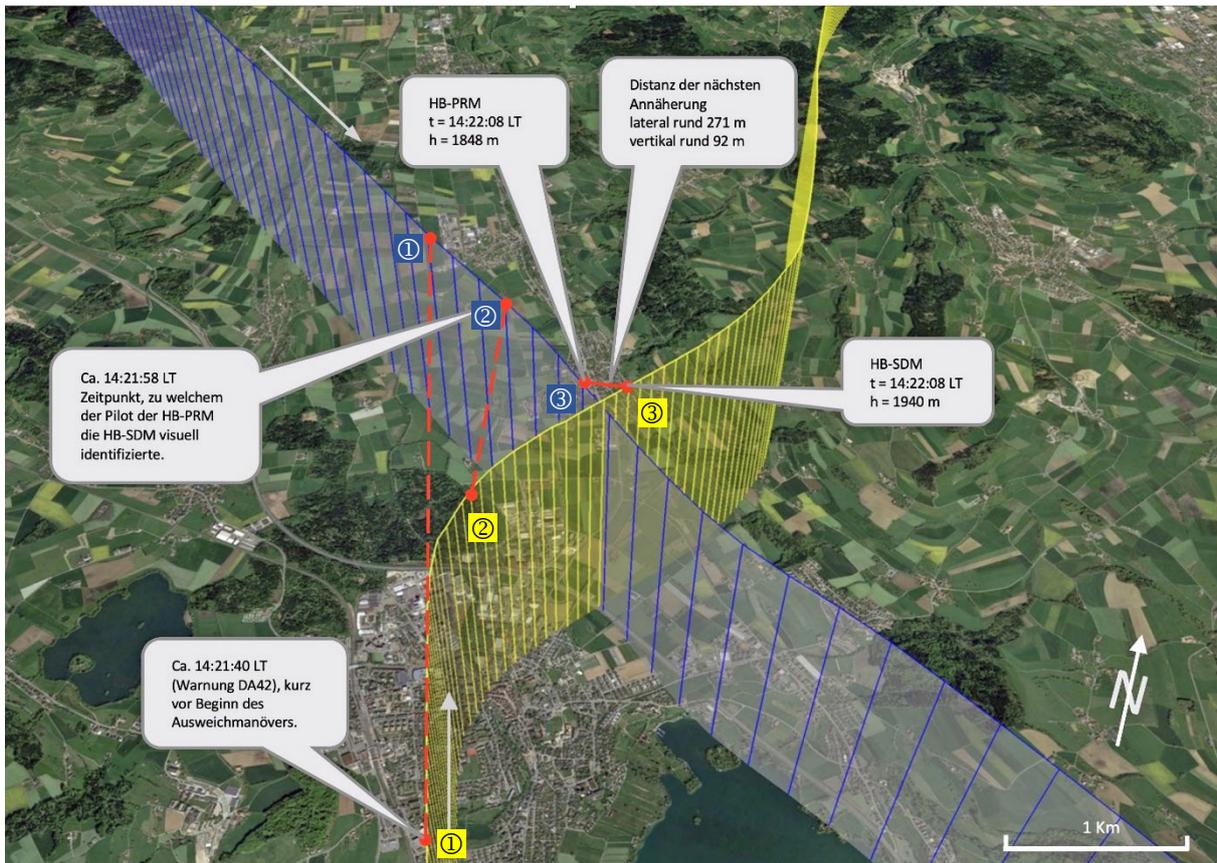
Der Pilot der DA 42 hörte in dieser Phase vom eingebauten Verkehrshinweissystem TAS eine Warnung, die ihn auf ein leicht tiefer und links vor ihm fliegendes Flugzeug in unmittelbarer Nähe aufmerksam machte („*Traffic, eleven o'clock, low, less than one mile*“). Aufgrund dieser Warnung, die etwa 30 Sekunden vor dem Punkt des geringsten Abstandes ertönte, leitete er umgehend ein Ausweismanöver ein, indem er den Sinkflug stoppte, eine Kurve nach rechts mit erhöhter Querlage einleitete und in einen leichten Steigflug überging. Das andere Flugzeug sahen er und sein Passagier zu keinem Zeitpunkt (vgl. Abbildung 2).

Der Passagier der PA-28 erblickte kurz vor dem Punkt des geringsten Abstandes unmittelbar vor sich die von rechts nach links fliegende DA 42, die sich in einer Rechtskurve und im Steigflug befand. Kurz darauf sah auch der Pilot das sich nähernde Flugzeug. Er leitete eine leichte Rechtskurve und einen kurzen, steilen Sinkflug ein. Das Kollisionswarngerät PowerFlarm gab erst anschliessend und rund 5 Sekunden vor der Kreuzung mit dem anderen Flugzeug eine Warnung aus.

Die beiden Flugzeuge kreuzten sich über Sursee mit einem horizontalen Abstand von rund 270 m und einer vertikalen Separation von etwa 90 m (vgl. Abbildung 2).

Von der Fluginformationszentrale wurde zu keinem Zeitpunkt ein Verkehrshinweis zu einem der beiden Flugzeuge übermittelt.

Die Piloten führten die Flüge ereignislos an die geplanten Zielorte fort. Das Wetter mit guten Sichtbedingungen hatte keinen Einfluss auf die Entstehung des schweren Vorfalls.



**Abbildung 2:** Ansicht der Flugwege der DA 42 (HB-SDM, in Gelb) und der PA-28 (HB-PRM, in Blau) mit den jeweiligen Flugzeugpositionen zu folgenden Zeitpunkten: ① TAS-Warnung der HB-SDM, ② visuelle Identifikation des anderen Flugzeuges durch den Piloten der HB-PRM, ③ Punkt des geringsten Abstandes zwischen beiden Luftfahrzeugen. Quelle der Karte Google Earth.

## Analyse und Schlussfolgerungen

### Flugverlauf

Die DA 42 verfügte mit dem eingebauten Verkehrshinweissystem TAS über ein Hilfsmittel, das den Piloten darin unterstützte, das ihm entgegenkommende Flugzeug visuell identifizieren zu können. Im Luftraum der Klasse E, in dem sich die Flugzeuge befanden, wird die Kollisionsvermeidung grundsätzlich nach dem Prinzip «sehen und ausweichen» («*see and avoid*») sichergestellt.<sup>7</sup> Trotz der frühzeitigen Warnung des TAS sah der Pilot der DA 42 das andere Flugzeug aber zu keinem Zeitpunkt, wahrscheinlich weil er als Ausweichmanöver eine Rechtskurve mit erhöhter Querlage einleitete und den Sinkflug stoppte resp. einen leichten Steigflug einleitete und dadurch die Sicht nach vorne links eingeschränkt war.

Das Ausweichmanöver führte der Pilot der D 42 einzig aufgrund des vom TAS generierten Verkehrshinweises aus (nach dem Prinzip «*sense and avoid*», d.h. «mittels Sensoren erkennen und ausweichen»). Das Einleiten eines Steigfluges, also die Flugwegkorrektur in vertikaler Richtung, war im konkreten Fall zweckmässig, da er damit eine Höhenseparation zum anderen, tieferfliegenden Luftfahrzeug herstellen konnte. Die Rechtskurve, die als Ausweichmanöver in Kombination mit dem Steigflug gedacht war, führte im vorliegenden Fall unbeabsichtigt zu einer Verringerung des Abstandes zwischen den beiden Luftfahrzeugen. (vgl. Abbildung 2).

<sup>7</sup> Im kontrollierten Luftraum der Klasse E und D wird einzig zwischen Verkehr nach Instrumentenflugregeln (*Instrument Flight Rules – IFR*) gestaffelt. IFR- zu VFR-Verkehr, als auch VFR- zu VFR-Verkehr wird nicht gestaffelt, weshalb das Prinzip «*see and avoid*» zur Anwendung kommt.

Ohne eine Richtungskorrektur wäre die DA 42 mit grösserem lateralem Abstand hinter der PA-28 vorbeigeflogen.

Der Pilot der PA-28 identifizierte das entgegenkommende Luftfahrzeug kurz vor dem Punkt des geringsten Abstandes visuell und leitete einen kurzen, steilen Sinkflug ein, was die gefährliche Annäherung entschärfte. Die unmittelbar darauf ertönende Warnung des Kollisionswarngerätes PowerFlarm erfolgte rund 5 Sekunden vor dem Punkt des geringsten Abstandes und war deshalb kaum hilfreich. Diese späte Warnung war systembedingt, da das PowerFlarm nur die ungerichteten Transpondersignale der HB-SDM empfangen konnte und diese nicht mit einem Flarm-kompatiblen Gerät ausgerüstet war.

Dank der vertikalen Ausweichmanöver beider Flugzeuge betrug die vertikale Separation am Ort der geringsten Annäherung rund 300 ft. Ohne Korrekturen der vertikalen Flugwege hätten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Flughöhe gekreuzt.

Beide Besatzungen standen in Funkkontakt mit dem FIC *Zurich Information*, das bei entsprechender Kapazität Verkehrshinweise erteilen kann. Im vorliegenden Fall übermittelte das FIC keine Verkehrshinweise und stellte deshalb kein zusätzliches Sicherheitsnetz dar.

### **Ausweichmanöver mithilfe von Kollisionsverhinderungssystemen**

Das in der Verkehrs- und Geschäftsluftfahrt etablierte *traffic collision avoidance system* (TCAS) II, das in Europa in Luftfahrzeugen mit mehr als 19 Sitzen oder mehr als 5700 kg höchstzulässiger Abflugmasse eingebaut sein muss, verfügt über zwei Warnstufen. In einer ersten Phase wird der Pilot mit einem Verkehrshinweis (*traffic advisory* – TA) auf ein sich näherndes Luftfahrzeug aufmerksam gemacht. Sobald das System anhand der Flugwege ein Kollisionsrisiko erkennt, erfolgt eine Ausweichempfehlung (*resolution advisory* – RA), die dem Piloten eine Anweisung für die Anpassung des Flugweges in vertikaler Richtung, beispielsweise für einen Steigflug, gibt. Moderne Verkehrsflugzeuge fliegen diese vertikalen Ausweichmanöver vollautomatisch. Zukünftige TCAS-Systeme (TCAS III und TCAS IV), die auch laterale Ausweichempfehlungen generieren sollen, sind aktuell in Entwicklung. Allerdings bedingen sie, dass Luftfahrzeuge mit neuentwickelten Transpondern ausgerüstet werden müssen, da die Komplexität derartiger, lateraler Ausweichmanöver sehr hoch ist und dadurch eine präzisere laterale Flugwegbestimmung voraussetzen.

Bezogen auf den vorliegenden schweren Vorfall lässt dies erkennen, dass basierend auf einem Verkehrshinweis (beispielsweise von einem TAS) ein Ausweichmanöver in vertikaler Richtung für eine Höhenseparation zu einem anderen Luftfahrzeug durchaus sinnvoll und ausreichend sein kann, wenn dessen (relative) Flughöhe bekannt ist. Bei einem lateralen Manöver ist ohne Sichtkontakt zum anderen Luftfahrzeug hingegen schwer vorhersehbar, ob damit eine grössere seitliche Separation erzielt wird. Ein solches laterales Manöver ist erst dann zweckmässig, wenn das andere Luftfahrzeug visuell erkannt ist und die Annäherung so abgeschätzt werden kann.

Abschliessend ist festzuhalten, dass ein Verkehrshinweis (vom FIC, vom TAS oder aus anderer Quelle) primär dazu dienen soll, ein anderes Luftfahrzeug visuell einfacher und schneller zu erkennen, um diesem bei Bedarf nach Sicht ausweichen zu können («*see and avoid*»).

Bern, 20. April 2023

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle