Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2380 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Segelflugzeuges Duo Discus, HB-3411,

vom 10. Mai 2019

Flugfeld Fricktal-Schupfart (LSZI)

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
3003 Bern
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Gemäss

Artikel 3.1 der 12. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 5. November 2020, zum Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944, in Kraft getreten für die Schweiz am 4. April 1947, Stand am 18. Juni 2019 (SR *0.748.0*);

Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt vom 21. Dezember 1948, Stand am 1. August 2021 (LFG, SR *748.0*);

Artikel 1, Ziffer 1 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG, in Kraft getreten für die Schweiz am 1. Februar 2012 gemäss einem Beschluss des gemischten Ausschusses der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Union (EU) und gestützt auf das Abkommen vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweiz und der EU über den Luftverkehr (Luftverkehrsabkommen);

sowie Artikel 2 Absatz 1 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchungen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Februar 2015 (VSZV, SR *742.161*);

ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls 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 gebührend Rechnung zu tragen.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des schweren Vorfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*Local Time* – LT) angegeben, die zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeugmuster	Duo Discus	HB-3411
Halter	Segelfluggruppe Bern, 3001 Bern	
Eigentümer	Segelfluggruppe Bern, 3001 Bern	

Fluglehrer	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1977			
Ausweis	Pilotenlizenz für Segelflugzeuge (*Sailplane Pilot Licence* – SPL) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (*European Union Aviation Safety Agency* – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	**insgesamt**	870:14 h	**während der letzten 90 Tage**	34:53 h
	auf dem Vorfallmuster	403:11 h	**während der letzten 90 Tage**	9:48 h

Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1980			
Ausweis	SPL nach EASA, ausgestellt durch das BAZL			
Flugstunden	**insgesamt**	87:39 h	**während der letzten 90 Tage**	13:51 h
	auf dem Vorfallmuster	0:00 h	**während der letzten 90 Tage**	0:00 h

Ort	Flugfeld Fricktal-Schupfart (LSZI)		
Koordinaten	---	**Höhe**	545 m/M
Datum und Zeit	10. Mai 2019, 12:38 Uhr		

Betriebsart	**Schulung**
Flugregeln	Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR)
Startort	Flugfeld Fricktal-Schupfart (LSZI)
Zielort	Flugfeld Fricktal-Schupfart (LSZI)
Flugphase	Start und Steigflug
Art des schweren Vorfalls	Kollision mit Windenseil

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	2	0	2	Nicht zutreffend
Gesamthaft	2	0	2	0

Schaden am Luftfahrzeug	**Leicht beschädigt**
Drittschaden	Beschädigung des Vorseils

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden Flugdaten aus dem Segelflugrechner LX8080 sowie Aussagen der Besatzung und von Augenzeugen verwendet.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Segelflugverband der Schweiz führte zwischen dem 29. April und dem 10. Mai 2019 auf dem Flugfeld Fricktal-Schupfart einen Breitenförderungskurs zum Thema Streckensegelflug durch. Das Kursziel war, den Teilnehmern die theoretischen und praktischen Grundlagen sowie die Sicherheitsregeln für den Streckensegelflug zu vermitteln. Wegen ungünstigen Wetterbedingungen für den Streckensegelflug während mehrerer Tage wurde den Teilnehmern zusätzlich das Praktizieren von Windenstarts angeboten. Der Pilot und der Fluglehrer, die am schweren Vorfall beteiligt waren, waren beide Mitglieder von Segelfluggruppen, die von ihren Flugplätzen aus keine Windenstarts durchführten.

Der Fluglehrer war im Breitenförderungskurs als Instruktor tätig. Zur Wiedererlangung seiner Berechtigung für Windenstarts startete er am 30. April 2019 insgesamt fünf Mal mit zwei verschiedenen Fluglehrern an der Startwinde. Danach führte er in der HB-3411 mit zwei anderen Piloten fünf Windenstarts in der Funktion als Fluglehrer durch, drei davon am 10. Mai 2019 vor dem schweren Vorfall. Ein im Windenstart erfahrener Fluglehrer, der den ersten Windenstart am Vorfalltag vom Startplatz aus beobachtet hatte, teilte ihm hinterher mit, dass der Übergangsbogen[1] in den Steigflug zu eng geflogen worden und die erste Steigphase zu steil gewesen sei. Der Fluglehrer bestätigte diesen Eindruck. Der zweite Windenstart wurde korrekt geflogen, was die beiden Fluglehrer danach miteinander besprachen. Bei diesem, wie auch beim dritten, Windenstart flog der Fluglehrer mit einem Piloten, der über Windenstarterfahrung verfügte.

Der am schweren Vorfall beteiligte Pilot war Teilnehmer des Breitenförderungskurses. Vor dem Kurs hatte er nie Windenstarts durchgeführt und während des Kurses startete er am 30. April 2019 insgesamt vier Mal mit einem Fluglehrer an der Startwinde.

Der Pilot und der Fluglehrer hatten im Rahmen des Breitenförderungskurses bereits gemeinsam drei Flüge in einer DG-1000S absolviert. Zu diesen Flügen mit einer Flugzeit von insgesamt 5:35 h waren sie jeweils im Flugzeugschlepp gestartet. Bei der Vorbereitung zum gemeinsamen Windenstart am 10. Mai 2019 vernahm der Fluglehrer vom Piloten, dass dieser keine Windenstartberechtigung habe und die Duo Discus nicht gut kenne. Der Fluglehrer besprach mit dem Piloten die Fluggeschwindigkeiten beim Windenstart und sagte, dass sie ungefähr 110 km/h erreichen wollten. Dann sollte der Pilot «*nicht zu steil anhängen*»[2], um den Übergangsbogen zu fliegen.

[1] Damit wird die Flugphase bezeichnet, in der das Segelflugzeug nach dem Abheben aus einem horizontalen Lagewinkel in eine Flugbahn mit einem steilen Lagewinkel überführt wird.

[2] Unter *«nicht zu steil anhängen»* verstehen Segelflugpiloten, dass im Windenstart das Segelflugzeug nach dem Abheben nicht in eine Fluglage mit einem zu grossen Längsneigungswinkel gesteuert wird.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Der Pilot, der auf dem vorderen Sitz sass, und der Fluglehrer, der auf dem hinteren Sitz Platz genommen hatte, starteten am 10. Mai 2019 um 12:38 Uhr von der Segelflugpiste 25 des Flugfeldes Fricktal-Schupfart in einer Duo Discus, eingetragen als HB-3411. Die ersten Phasen des Startlaufs – Seilanzug, Anrollen und Abheben – verliefen wie üblich für einen Windenstart. Danach steuerte der Pilot das Segelflugzeug nicht in einem sogenannten Übergangsbogen in den Steigflug, sondern behielt eine flache, annähernd horizontale Flugbahn bei, während der das Segelflugzeug eine Höhe von rund 13 m über Grund erreichte (vgl. Abbildung 1). In dem Moment, als der Pilot für das Einleiten des Übergangsbogens am Steuerknüppel ziehen wollte, sagte der Fluglehrer, dass die Fluggeschwindigkeit zu gering sei. Der Fluglehrer klinkte das Windenseil aus und übernahm die Steuerführung.

In der Folge öffnete sich der Seilfallschirm (vgl. Kapitel 1.2) vor dem Segelflugzeug. Der Fluglehrer sah diesen rechts unter dem Segelflugzeug nach hinten verschwinden, worauf er die Fluggeschwindigkeit reduzierte.

Nachdem der Windenfahrer erkannt hatte, dass sich der Seilfallschirm geöffnet hatte, zog er nach einem kurzen Zögern das Seil mit «Vollgas» ein, um es vom Segelflugzeug wegzuziehen. Dabei kollidierten Seilfallschirm und Vorseil (vgl. Abbildung 2) mit dem rechten Tragflügel des Segelflugzeuges, was der Fluglehrer als kurzzeitige Drehung um die Hochachse nach links wahrnahm. Danach landete er das Segelflugzeug ohne weitere Ereignisse auf der Piste.

Die beiden Insassen blieben unverletzt. Der rechte Tragflügel und das rechte Querruder des Segelflugzeuges wurden durch die Kollision mit dem Seilfallschirm und dem Vorseil beschädigt (vgl. Anlagen 1 und 2, Abbildungen 8 bis 10).

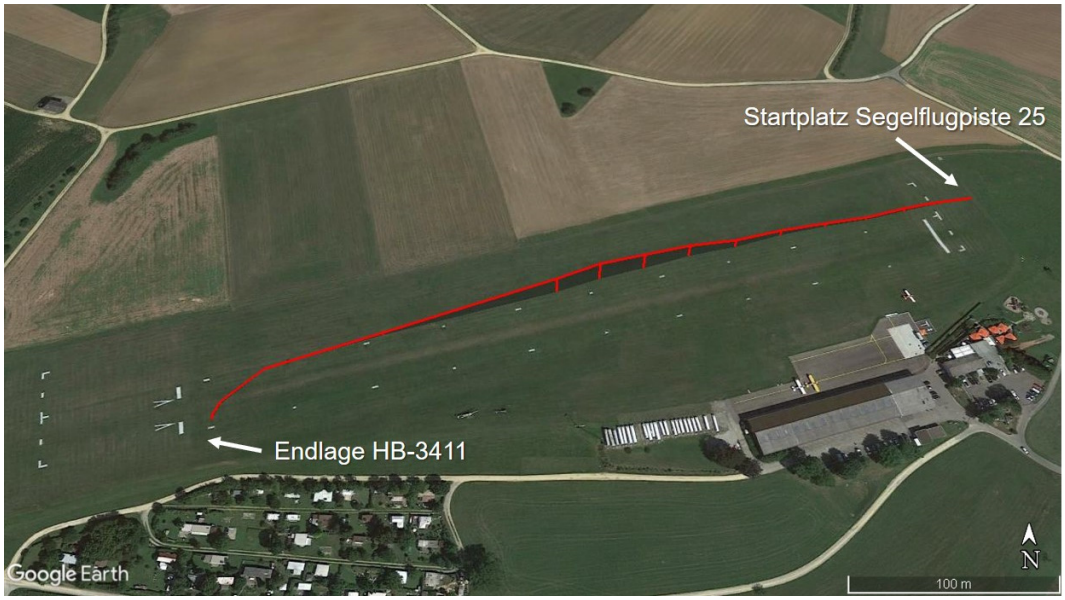

Abbildung 1: Flugweg der HB-3411, dargestellt in Google Earth.

1.2 Angaben zur Startwinde und Seilausstattung

Die Startwinde, eine Tost[3]-Doppeltrommelstartwinde 04, gehörte der Segelfluggruppe Basel Fricktal und wurde von dieser betrieben. Gemäss dem Stückprüfbericht vom 10. März 1981 wurde diese Startwinde 1980/81 hergestellt und war mit einem Oldsmobile-V8-Motor ausgestattet, der bei 4000 U/min eine Leistung von

[3] Die Tost GmbH Flugzeuggerätebau München ist ein deutsches Unternehmen, das Startwinden und Schleppzubehör für den Segelflugsport herstellt.

184 kW erreichte. Die Betreiberin der Startwinde führte gemäss ihren Angaben regelmässig Unterhaltsarbeiten und technische Kontrollen durch, zuletzt im Winter 2018/2019. Danach, bis zum 10. Mai 2019, wurden 32 Windenstarts durchgeführt.

Beide Seiltrommeln waren mit Dyneema[4]-Kunststoffseilen mit einem Durchmesser von 5 mm bestückt. Mit den Schnelltrennstellen (vgl. Abbildung 2) wird jeweils der Seilfallschirm vom liegenden, nicht aktiven Windenseil getrennt.

Die Seilfallschirme wurden ursprünglich in Kampfflugzeugen des Musters Hawker Hunter als Bremsschirme verwendet und stammten aus Beständen der Schweizer Luftwaffe.

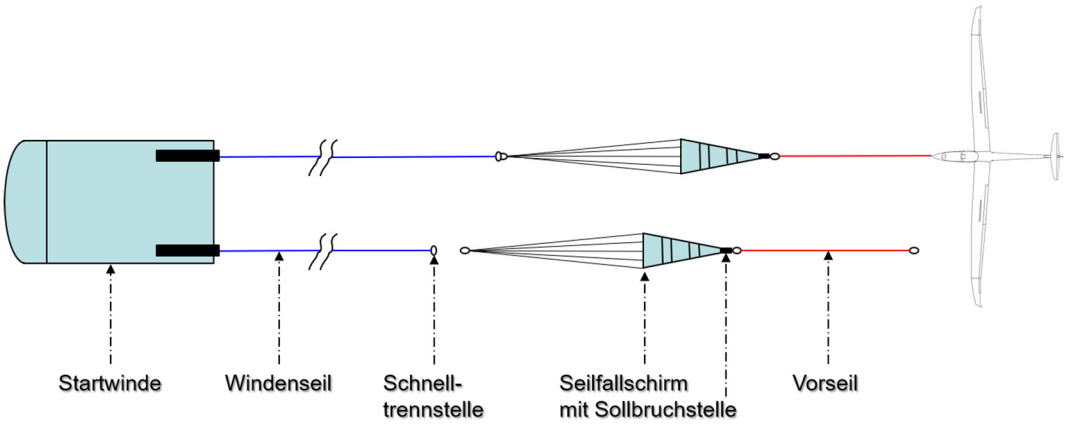

Abbildung 2: Schema der Seilausstattung der Startwinde am 10. Mai 2019.

Die beiden am 10. Mai 2019 verwendeten Seilfallschirme hatten unterschiedliche Abmessungen. Beim grösseren der beiden mass die Gesamtlänge vom Scheitel der Kappe bis zum Ende der Fangleinen (vgl. Abbildung 3 linkes Bild, roter Pfeil) bei geschlossener Kappe und gestreckten Fangleinen 7.4 m und beim kleineren 5.2 m. Die Längen der ausgelegten Kappen (vgl. Abbildung 3 rechtes Bild, grüner Pfeil) waren 1.9 m bzw. 1.6 m. Im Scheitel beider Seilfallschirme waren Sollbruchstellen mit einer Nennbruchlast von 1000 daN integriert.

[4] Dyneema ist der Handelsname des niederländischen Herstellers Royal DSM für eine synthetische Chemiefaser auf der Basis von Polyäthylen.

Abbildung 3: Die beiden verwendeten Seilfallschirme. Der rote Doppelpfeil im linken Bild zeigt die Gesamtlänge mit den Leinen vom Scheitel der Kappe bis zum Ende der Fangleinen, im Bild rechts wird mit dem grünen Doppelpfeil die Länge der ausgelegten Kappe gezeigt.

Die beiden ummantelten Vorseile (vgl. Abbildung 2 oben sowie Anhang 2, Abbildung 10) hatten eine Länge von je 3 m.

Nach dem schweren Vorfall wurden mit der Startwinde wieder Windenstarts ausgeführt. Es konnte nicht mehr eruiert werden, welcher der beiden Seilfallschirme beim Windenstart um 12:38 Uhr verwendet worden war.

1.3 Auswertung der Flugwegaufzeichnung

1.3.1 Allgemeine Angaben

In der HB-3411 war ein Segelflugrechner LX8080 mit einem dazugehörigen Zweitgerät für den hinteren Pilotensitz eingebaut. Die Daten aller Flüge vom 10. Mai 2019 waren aufgezeichnet und wurden ausgelesen. Die Datenpunkte wurden in Intervallen zwischen 1 und 4 Sekunden registriert.

1.3.2 Vorfallflug

Gemäss der Flugwegaufzeichnung setzte sich die HB-3411 um 12:37:48 Uhr in Bewegung.

In Abbildung 4 ist auf der horizontalen Achse die kumulierte Distanz entlang des Flugweges der HB-3411 abgebildet. Diese wurde aus den einzelnen Datenpunkten des Flugwegs aufgrund der Position berechnet. Die Geländehöhe (braun) basiert auf dem Geländeprofil entlang des Flugweges. Flughöhe (blau) sowie Geschwindigkeit über Grund (rot) entstammen den Aufzeichnungen des Segelflugrechners.

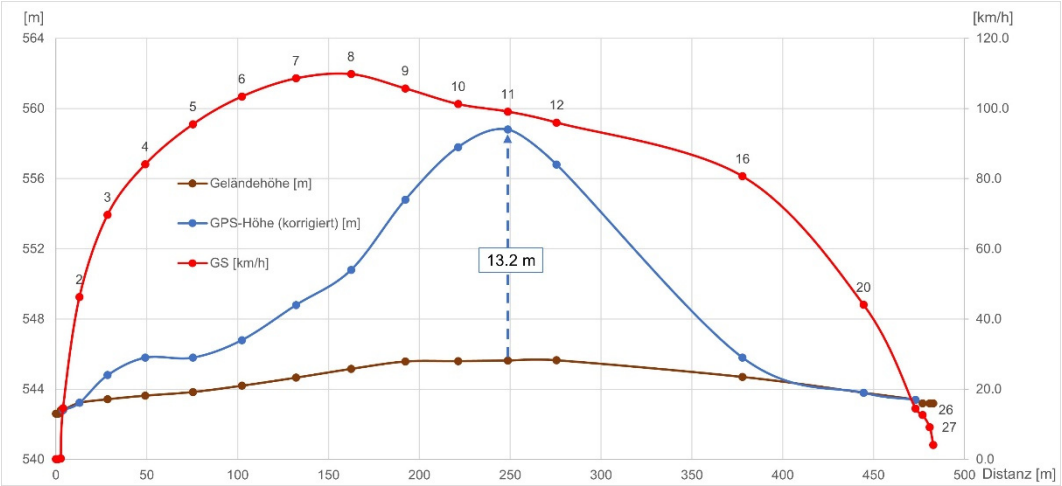

Abbildung 4: Darstellung der Geländehöhe (braun) und der, auf die Geländehöhe korrigierten, GPS-Höhe (blau) sowie der Geschwindigkeit über Grund (*Ground Speed* – GS) (rot), mit der Laufzeit in Sekunden ab 12:37:48 Uhr (über der roten Kurve), entlang des Flugweges (Distanz) der HB-3411.

Ab dem Datenpunkt 0:09 mit der Laufzeit von 9 Sekunden wurde im Segelflugrechner zusätzlich die wahre Fluggeschwindigkeit (*True Air Speed* – TAS) aufgezeichnet. Bei den vier Datenpunkten 0:09 bis 0:12 sind die registrierten Werte der TAS im Mittel rund 8 % grösser als die GS.

Nach 11 Sekunden hatte die HB-3411 eine horizontale Wegstrecke von rund 250 m zurückgelegt und erreichte dort ihre maximale Höhe über Grund von etwas mehr als 13 m.

1.3.3 Vergleich mit dem Windenstart vor dem Vorfallflug

Beim dritten Windenstart um 11:55 Uhr, den der Fluglehrer am 10. Mai 2019 vor dem Vorfallflug mit der HB-3411 absolviert hatte, erreichte das Segelflugzeug nach rund 30 Sekunden eine Schlepphöhe von rund 280 m über Grund. In Abbildung 5 ist der Höhenverlauf während der ersten Phase dieses Windenstarts im Vergleich mit dem Vorfallflug dargestellt.

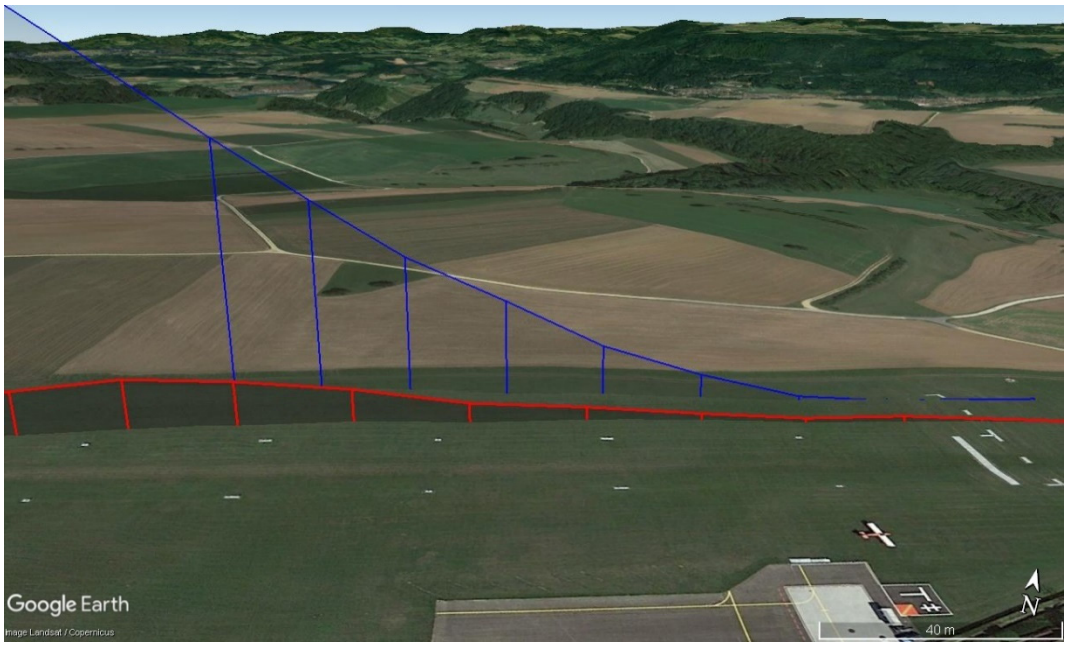

Abbildung 5: Flugwege der ersten Phasen des Windenstarts um 11:55 Uhr (blau) und des Windenstarts beim Vorfallflug (rot), dargestellt in Google Earth.

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Eine Westwindzone erstreckte sich vom Atlantik bis nach Mitteleuropa. Am Boden herrschte flache Druckverteilung.

1.4.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des schweren Vorfalls

Bei schwachem Wind aus West-Südwest war das Wetter trocken, der Himmel bewölkt (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: Webcam Flugfeld Fricktal-Schupfart, 10. Mai 2019, 12:40 Uhr, mit dem ungefähren Flugweg (blau gestrichelt).

1.4.3 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Gemäss einem Fluglehrer, der sich zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls am Startplatz der Piste 25 befand, sei es, wie schon bei den Windenstarts zuvor, windstill gewesen. Es habe keine aussergewöhnlichen, äusseren Einflüsse gegeben.

Gemäss dem Fluglehrer, der in der HB-3411 flog, war es «*fast windstill*» und gemäss dem Piloten herrschte ein Gegenwind von rund 5 km/h.

Gemäss dem Windenfahrer habe es abwechslungsweise kurze Regenschauer und trockene Phasen gegeben. Zum Zeitpunkt des Vorfalls habe es nicht geregnet.

1.5 Zusätzliche Informationen

In der Schweiz starten Segelflugzeuge im Allgemeinen im Flugzeugschlepp und zunehmend auch aus eigener Kraft im Eigenstart. Windenstarts werden nur auf dem Flugplatz Samedan (LSZS), auf den ehemaligen Militärflugplätzen Ambri (LSPM) und Mollis (LSZM) sowie auf den Flugfeldern Amlikon (LSPA), Olten (LSPO), Fricktal-Schupfart (LSZI) und Winterthur (LSPH) regelmässig durchgeführt.

Dabei kommen Startwinden unterschiedlicher Bauart zum Einsatz. In Amlikon wird zum Beispiel eine Startwinde mit sechs Seiltrommeln und einer Motorenleistung von 222 kW verwendet, während auf anderen Flugfeldern Startwinden aus den siebziger Jahren mit zwei Seiltrommeln und einer Motorenleistung von 184 kW eingesetzt werden. Auch die Seilausstattungen sind unterschiedlich; Kunststoffseile wie auch Stahlseile werden eingesetzt und eigens zum Zweck des Windenstarts fabrizierte Seilfallschirme wie auch ehemalige Bremsschirme von Kampfflugzeugen kommen zum Einsatz.

Vorschriften seitens des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) zu Startwinden, Windenseilen, Seilfallschirmen und der Seilausstattung gibt es keine[5].

In Deutschland, wo Windenstarts häufiger praktiziert werden, sind in der sogenannten Segelflugsport-Betriebs-Ordnung (SBO) der Bundeskommission Segelflug des Deutschen Aero Clubs sowohl Hinweise zu operationellen Belangen des Windenstarts wie auch zur Windenseilausstattung zu finden.

Mit Bezug auf einen Flugunfall, bei dem ein Flugschüler mit seinem Segelflugzeug bei einem Windenstart in einen aufgeblähten Seilfallschirm geflogen war, veröffentlichte die Deutsche Flugunfalluntersuchungsstelle (heutige Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung – BFU) im August 1994 eine Flugunfall-Information zum Thema «Grosse Windenseilschirme». Darin wurde unter anderem festgestellt, dass die Lufttüchtigkeitsanweisung (LTA) Nr. 73-16 des Luftfahrt-Bundesamtes vom Februar 1973 (heute LTA Nr. 1973-016) über die Gefahr bei der Verwendung von Windenseilschirmen mit grossen Durchmessern scheinbar in Vergessenheit geraten sei.

Anlass für die damalige Lufttüchtigkeitsanweisung waren Windenstartunfälle, bei denen Seilschirme mit grossen Durchmessern verwendet worden waren. In der LTA Nr. 73-16[6] wurden unter anderem folgende Massnahmen aufgeführt:

«I. Abmessungen

a) Der Durchmesser des geöffneten Seilschirmes darf 2 m nicht überschreiten.

b) Die Gesamtlänge des Seilschirmes bei geschlossener Kappe und gestreckten Fangleinen, vom Scheitel der Kappe bis zum Ende der Fangleinen, darf 4 m nicht überschreiten.

c) Bei Seilschirmen mit einem Durchmesser von 1.5 – 2.0 m muss der Abstand zwischen der Schleppkupplung am Segelflugzeug und dem Scheitel der Schirmkappe mindestens 13 m betragen.
Bei Seilschirmen, deren Durchmesser 1.5 m und weniger beträgt, kann der Abstand zwischen Schleppkupplung und Scheitel der Schirmkappe geringer sein – Mindestabstand jedoch 5 m.

[5] In der technischen Mitteilung (TM 10.010-12 vom 30. November 1987, zuletzt revidiert am 28. Oktober 2013) sind unter anderem Startwindenseile erwähnt. Die spärlichen, zum Teil schwer nachvollziehbaren Angaben dazu beziehen sich auf eine Epoche, als noch ausschliesslich Stahlseile verwendet wurden.

[6] https://www2.lba.de/ltadocs/1973-016.pdf, zuletzt eingesehen am 25. Mai 2021

d) Die Reihenfolge der zwischen Schleppkupplung am Segelflugzeug und Seilschirm verwendeten Zwischenglieder ist wie folgt:

a) Anschlussringpaar

b) Versteiftes Vorseil von 3 m Länge

c) Sollbruchstelle

d) Zwischenseil [vgl. Abbildung 7], *um die Gesamtlänge auf die oben geforderten Minimalwerte zu ergänzen.»*

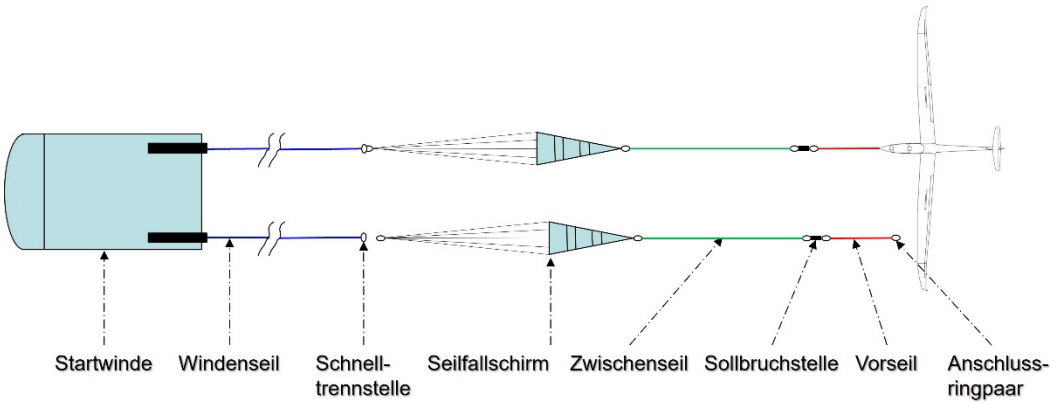

Abbildung 7: Schema der Seilausstattung mit Zwischenseil (grün).

Den Betreibern von Startwinden in der Schweiz scheint diese LTA weitgehend unbekannt zu sein, weshalb die Startwinden, Windenseile, Seilfallschirme und Seilausstattungen in der Schweiz nicht auf die elementaren Grundsätze dieser LTA abgestimmt sind.

1.6 Versuche auf dem Flugfeld Fricktal-Schupfart

Mit der Startwinde und den Seilfallschirmen, die beim schweren Vorfall zum Einsatz kamen, wurde ein erster Versuch mit dem Ziel durchgeführt, die maximal mögliche Seileinzugsgeschwindigkeit über Grund zu ermitteln. Die Seilfallschirme wurden dazu von der Startwinde insgesamt vier Mal mit der maximal möglichen Drehzahl in einer horizontalen Flugbahn knapp über dem Boden eingezogen (vgl. Anlage 3, Abbildung 11).

Vor jedem einzelnen Einzugsvorgang wurde der jeweilige Seilfallschirm an einer Vorrichtung rund 2.5 m über Boden aufgehängt, so dass sich der Seilfallschirm in der kurzen Beschleunigungsphase davon lösen und öffnen konnte, ohne am Boden entlang geschleift zu werden.

Die Einzugsvorgänge wurden von zwei verschiedenen Positionen aus gefilmt (vgl. Anlage 3, Abbildung 12). Zur Berechnung der Seileinzugsgeschwindigkeit über Grund wurden in den Videoaufnahmen die Zeiten beim Vorbeiflug der Seilfallschirme vor den drei Hochspannungsleitungsmasten im Hintergrund ermittelt. Aus den Kreuzungspunkten der Sichtlinien zwischen den Fotografen und den Hochspannungsleitungsmasten mit dem Flugweg des Seilfallschirms wurden die Längen der entsprechenden Teilwegstrecken ermittelt. Mit dem grösseren Seilfallschirm (vgl. Kapitel 1.2) wurde bei Windstille eine maximale Seileinzugsgeschwindigkeit von weniger als 110 km/h erreicht, während mit dem kleineren eine solche von über 130 km/h erzielt wurde.

Das an der Startwinde installierte Anzeigegerät für die Seileinzugsgeschwindigkeit zeigte Werte, die im Vergleich zu den rechnerisch ermittelten Seileinzugsgeschwindigkeiten mehr als 20 % höher waren. Dies war darauf zurückzuführen,

dass die Seiltrommeln bei der Umrüstung von Stahl- auf Kunststoffseile durch neue ersetzt wurden, deren Durchmesser nicht demjenigen der Originaltrommeln entsprach.

Ein zweiter Versuch wurde mit dem Ziel durchgeführt, festzustellen, ob bei Einsatz eines Zwischenseils (vgl. Kapitel 1.5), das zwischen Seilfallschirm und Vorseil eingefügt wird, irgendwelche Nachteile entstehen könnten. Das eigens für den Versuch konfektionierte Zwischenseil hatte eine Länge von 17.4 m. Es wurde zwischen der Seilfallschirmkappe und der Sollbruchstelle angebracht, so dass zusammen mit dem Vorseil der Abstand zwischen dem Scheitel der Seilfallschirmkappe und der Schleppklinke am Segelflugzeug insgesamt 20.4 m betrug. In sämtlichen Phasen des Windenstarts einer DG-1000 sowie beim Ein- und Auszug des Seiles waren keine Nachteile festzustellen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemein

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel der Startwinde oder des Segelflugzeuges vor, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen können.

2.1.2 Seilfallschirm

In der Lufttüchtigkeitsanweisung (LTA) Nr. 73-16 vom Februar 1973 stellte das Luftfahrt-Bundesamt fest, dass die Verwendung von Seilfallschirmen mit grossem Durchmesser beim Windenstart ursächlich für Unfälle mit teilweise tödlichem Ausgang war. Die in der Lufttüchtigkeitsanweisung geforderten Massnahmen betreffen aufgrund der Abmessungen auch die beim schweren Vorfall verwendeten Seilfallschirme.

Art und Grösse von Seilfallschirmen beeinflussen die maximal mögliche Seileinzugsgeschwindigkeit ohne ein angekoppeltes Segelflugzeug. Der Versuch mit der beim schweren Vorfall verwendeten Startwinde und den Seilfallschirmen zeigt, dass der Seilfallschirm mit einer Gesamtlänge von 5.2 m eine rund 25 % höhere Seileinzugsgeschwindigkeit erreichte als derjenige mit 7.4 m Gesamtlänge (vgl. Kapitel 1.6). Der kürzere der beiden Seilfallschirme erreichte eine maximale Seileinzugsgeschwindigkeit von über 130 km/h, womit dieser von einem horizontal fliegenden Segelflugzeug in geringer Höhe über Grund weggezogen werden könnte. Beim grösseren Seilfallschirm, der mit einer Höchstgeschwindigkeit von weniger als 110 km/h eingezogen werden konnte, besteht jedoch für eine Duo Discus die Gefahr, in einen aufgeblähten Schirm zu fliegen.

Zur Risikominimierung sollten Betreiber von Startwinden nur Seilfallschirme verwenden, mit denen eine genügend grosse Seileinzugsgeschwindigkeit erreicht werden kann, um den geöffneten Seilfallschirm von einem horizontal fliegenden Segelflugzeug in geringer Höhe über Grund wegziehen zu können (vgl. Sicherheitshinweis Nr. 39, Kapitel 4.2.1).

2.1.3 Zwischenseil

Die von einem sich aufblähenden Seilfallschirm ausgehende Gefahr ist umso grösser, je näher sich dieser vor dem Cockpit des Segelflugzeuges öffnet. Um diesem Umstand zu begegnen, wurde in der LTA Nr. 73-16 vorgeschrieben, dass der Abstand zwischen dem Scheitel der Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung am Segelflugzeug durch Verwendung eines sogenannten Zwischenseils (vgl. Kapitel 1.5) zu vergrössern sei.

Für Seilfallschirme mit einem Durchmesser von 1.5 bis 2.0 m wurde in der LTA von 1973 ein Minimalabstand von 13 m gefordert. Dieser Minimalabstand geht auf die vergleichsweise geringe Fluggeschwindigkeit damaliger Segelflugzeuge zurück. Die Segelfluggruppen auf dem Flugfeld Fricktal-Schupfart beispielsweise setzten damals Rhönlerchen als Schulungsdoppelsitzer ein, die mit derselben Startwinde, wie sie beim schweren Vorfall zum Einsatz kam, geschleppt wurden. Die Geschwindigkeit vor dem Übergang in den Steigflug einer Duo Discus ist rund doppelt so hoch wie diejenige einer Rhönlerche. Bei äquivalenter Reaktionszeit für die Besatzung müsste der Minimalabstand für moderne Segelflugzeuge, wie beispielsweise eine Duo Discus, daher rund 26 m betragen.

Das am 10. Mai 2019 verwendete Vorseil zwischen Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung hatte eine Länge von rund 3 m. Ein Zwischenseil wurde nicht

verwendet. Zur Risikominimierung sollten Betreiber von Startwinden bei der Seilausstattung den Abstand zwischen Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung so gross halten, dass die Reaktionszeit für Besatzungen genügend gross ist, um einem sich aufblähenden Seilfallschirm ausweichen zu können (vgl. Sicherheitshinweis Nr. 39, Kapitel 4.2.1).

2.1.4 Einsatz von Startwinden in der Schweiz

In der Schweiz wird nur auf dem Flugfeld Olten und dem Flugplatz Samedan fast ausschliesslich sowie auf dem Flugfeld Amlikon mehrheitlich mit einer Startwinde gestartet. Auf weiteren Flugfeldern werden Windenstarts gelegentlich durchgeführt. Dabei kommen Startwinden verschiedener Bauart zum Einsatz. Auch die Seilausstattungen sind unterschiedlich. Die Betreiber von Startwinden sollten individuell, auf ihre eigenen, spezifischen Bedürfnisse angepasste Ausstattungen wählen, die möglichst sichere Windenstarts gewährleisten. Diese Ausstattungen sollten dabei den elementaren Grundsätzen genügen, die in der LTA Nr. 73-16 von 1973 bereits aufgeführt sind (vgl. Kapitel 2.1.2 und 2.1.3).

Das allgemein fehlende Bewusstsein hinsichtlich der Vorteile resp. der Risiken dieser unterschiedlichen Ausstattungen sowie in Bezug auf die Möglichkeiten, diese Risiken zu vermindern, wurde im vorliegenden Fall daher als systemisch beitragender Faktor erkannt.

Schweizer Betreiber von Startwinden sollten die grundsätzlichen Überlegungen und Sicherheitsempfehlungen, wie sie in Deutschland seit Jahrzehnten existieren, nachvollziehen sowie auf heutige Gegebenheiten anpassen und umsetzen (vgl. Sicherheitshinweis Nr. 39, Kapitel 4.2.1).

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Allgemeines zu Windenstarts

Bei Windenstarts treten Flugzustände mit spezifischen Gefahren und Risiken auf. Kräfte, die auf ein Segelflugzeug einwirken, können von der Besatzung teilweise nicht wahrgenommen werden, was Windenstarts fundamental von anderen Flugzuständen, wie sie zum Beispiel beim Kunstflug auftreten, unterscheidet. Seit Jahrzehnten werden Windenstarts international erforscht, simuliert und beschrieben. Schwere Vorfälle und Unfälle von Windenstarts werden untersucht und es werden Lehren daraus gezogen.

Der Übergang in den Steigflug, also die Flugphase mit einer sanften vertikalen Bogenflugbahn, die das Segelflugzeug nach dem Abheben aus einem horizontalen Lagewinkel in eine Flugbahn mit einem steilen Lagewinkel überführt, stellt für die Besatzung eine besondere Herausforderung dar. Alles läuft sehr schnell ab, die Fluggeschwindigkeit muss genügend hoch, darf aber nicht zu schnell sein und die Steuerausschläge dürfen nicht zu brüsk erfolgen, um einen sogenannten Kavalierstart[7] und die damit zusammenhängenden fatalen Folgen (vgl. zum Beispiel im Schlussbericht Nr. 2029 über den Unfall des Segelflugzeuges DG-400, HB-2123) zu verhindern.

[7] Ein Windenstart wird in Segelfliegerkreisen als Kavalierstart bezeichnet, wenn der Übergang nach dem Abheben in kurzer Zeit in einen zu steilen Steigflug erfolgt. Der Begriff leitet sich ab aus einer Zeit, als der Reiter (französisch „*cavalier*“) seinem Pferd die Sporen gegeben hat, um davonzustürmen. Dabei stellte sich das Pferd auf die Hinterbeine und sprang schräg nach oben. Analog dazu stellt ein Pilot sein Segelflugzeug bei einem Kavalierstart auf das Heck.

Einen sicheren Windenstart auszuführen, erfordert von der Besatzung ein Grundverständnis für die flugmechanischen Zusammenhänge beim Windenstart, viel Erfahrung und genügend aktuales Training.

2.2.2 Erfahrung und Trainingsstand

Beim Windenstart um 12:38 Uhr steuerte der Pilot die HB-3411. Er verfügte über keinerlei Flugerfahrung auf einer Duo Discus und hatte zuvor insgesamt lediglich vier Windenstarts absolviert. Er leitete den Übergang in den Steigflug nicht, respektive zu zögerlich, ein. In dem Moment, als der Pilot am Steuerknüppel ziehen wollte, glaubte der Fluglehrer, dass die Geschwindigkeit zum Einleiten des Übergangsbogens zu gering sei, klinkte das Windenseil aus und übernahm die Steuer. Als der Fluglehrer den offenen Seilfallschirm sah, reduzierte er die Fluggeschwindigkeit, um die Distanz zwischen Segelflugzeug und Seilfallschirm zu vergrössern, was jedoch nicht gelang.

Der Fluglehrer hatte nur ein geringes aktuales Training mit Windenstarts und wenig Erfahrung in der Instruktion von Windenstarts. Nach dem ersten Windenstart am 10. Mai 2019 erhielt er von einem im Windenstart erfahrenen Fluglehrer den Hinweis, dass der Übergangsbogen in den Steigflug zu eng geflogen worden und die erste Steigphase zu steil gewesen sei. Bei den beiden folgenden Windenstarts war ein Pilot beteiligt, der Erfahrung mit Windenstarts hatte; diese Windenstarts wurden korrekt geflogen. Die Hinweise des Fluglehrers bei der Vorbereitung des darauffolgenden Windenstarts veranlassten den unerfahrenen Piloten möglicherweise zu einem zögerlichen Verhalten, so dass er den Übergangsbogen zu spät einleiten wollte, obwohl die Geschwindigkeit über Grund stetig zunahm und nach 8 Sekunden (vgl. Abbildung 4) rund 110 km/h erreichte. Aufgrund der rund 8 % grösseren, wahren Fluggeschwindigkeit (vgl. Kapitel 1.3.2) dürfte die in der Vorbereitung des Windenstarts besprochene (vgl. Kapitel 1.1.2), angestrebte, angezeigte Geschwindigkeit (*Indicated Air Speed* – IAS) von 110 km/h erreicht worden sein, so dass ein sanfter Übergang in den Steigflug, wie beim Windenstart zuvor (vgl. Kapitel 1.3.3), problemlos möglich gewesen wäre. Der Fluglehrer nahm zu spät wahr, dass der Pilot die Einleitung des Übergangsbogens verpasst hatte, und griff deshalb zu spät ein. Dem Fluglehrer fehlte die Erfahrung in der Instruktion von Windenstarts, um diese Abweichung vom korrekten Fliegen des Übergangsbogens rechtzeitig zu erkennen.

Das Interventionsverhalten zeigt, dass sich allgemeine Instruktionserfahrungen nicht auf kritische, spezifische Situationen bei Windenstarts übertragen lassen, was bereits bei der Untersuchung eines anderen Windenstartunfalls festgehalten wurde (vgl. Schlussbericht Nr. 2241 über den Unfall des Segelflugzeuges ASK 21, HB-1620).

2.2.3 Notverfahren für Windenfahrer

Nachdem der Windenfahrer erkannt hatte, dass sich der Seilfallschirm geöffnet hatte, zog er das Seil kurz danach mit maximaler Windendrehzahl ein. Da sich der Seilfallschirm und das Vorseil mit dem rechten Tragflügel des Segelflugzeuges verhängt hatten, kam es zu einer kurzzeitigen Drehung des Segelflugzeuges um die Hochachse, die vom Fluglehrer wahrgenommen wurde. Das Gefahrenpotential dieser Situation war gross und ein folgenschwerer Unfall wäre kaum zu verhindern gewesen, wenn sich Seilfallschirm und Vorseil nicht selbsttätig vom Tragflügel des Segelflugzeuges gelöst hätten.

Unabhängig vom vorliegenden schweren Vorfall stellt sich grundsätzlich die Frage, wie ein Windenfahrer reagieren soll, wenn das Windenseil von einem horizontal fliegenden Segelflugzeug in geringer Höhe über Grund getrennt wird. Grundsätzlich gibt es zwei Reaktionsmöglichkeiten:

a) Der Windenfahrer setzt sofort die maximale Drehzahl an der Startwinde, um den Seilfallschirm mit grösstmöglicher Seileinzugsgeschwindigkeit vom Segelflugzeug wegzuziehen.

b) Der Windenfahrer reduziert die Drehzahl an der Startwinde unverzüglich, um den Seilfallschirm vor dem Segelflugzeug absinken zu lassen.

Richtlinien oder Empfehlungen zur unverzüglichen Handlung eines Windenfahrers in der beschriebenen Situation sind keine bekannt. Bei erfahrenen Schweizer Windenfahrern besteht keine Einigkeit darüber, welche der beiden Optionen a) oder b) anzuwenden sei.

Bei der Option a) besteht das Risiko, dass sich je nach Ausgangslage beim Einzugsvorgang das Windenseil oder der Seilfallschirm mit Teilen des Segelflugzeuges verhängt, was zu einem Kontrollverlust führen kann.

Bei der Option b) besteht das Risiko, dass das Segelflugzeug in den Seilfallschirm fliegt, bevor dieser vor dem Segelflugzeug zu Boden sinkt.

Welche der beiden Optionen die grösstmögliche Sicherheit für die Besatzung und das Segelflugzeug bietet, hängt vom Zusammenwirken der Systemkomponenten (Startwinde, Seilfallschirm, Seilausstattung und Segelflugzeug) ab und muss individuell beurteilt werden. Im Idealfall führt diese Beurteilung zu einem vorbehaltenen Entscheid zugunsten Option a) oder b) für den Windenfahrer.

Unabhängig von dieser Beurteilung verringern die in Kapitel 2.1 beschriebenen technischen Vorkehrungen in jedem Fall das Risiko für Besatzungen und Segelflugzeuge beim Windenstart.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug war zum Verkehr nach Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR) zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende, technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen können.
- An den Windenseilen wurden zwei unterschiedliche Seilfallschirme mit einer Gesamtlänge von 7.4 m bzw. 5.2 m verwendet.
- Zwischen Seilfallschirm und Vorseil war kein Zwischenseil angebracht.

3.1.2 Besatzung

- Der Fluglehrer und der Pilot besassen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Fluglehrers und des Piloten während des schweren Vorfalls vor.
- Der Fluglehrer hatte eine geringe Erfahrung in Windenstarts und wenig Erfahrung bei der Instruktion dieser Startart.
- Der Pilot hatte geringe Erfahrung im Windenstart und keine Erfahrung auf dem Muster Duo Discus.

3.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

- Während des Windenstarts steuerte die Besatzung das Segelflugzeug nicht mittels des Übergangsbogens in den Steigflug, sondern behielt eine flache, annähernd horizontale Flugbahn bei.
- Dabei erreichte das Segelflugzeug eine Flughöhe von rund 13 m über Grund.
- Der Fluglehrer klinkte das Windenseil aus, da er die Fluggeschwindigkeit als zu gering wahrnahm, und übernahm die Steuerführung.
- Der Seilfallschirm öffnete sich vor dem Segelflugzeug.
- Nachdem dies der Windenfahrer erkannt hatte, zog er das Seil mit maximaler Drehzahl der Winde ein, um es vom Segelflugzeug wegzuziehen.
- Dabei kollidierten Seilfallschirm und Vorseil mit dem rechten Tragflügel des Segelflugzeuges, was vom Fluglehrer als kurzzeitige Drehung um die Hochachse nach links wahrgenommen wurde.
- Anschliessend landete der Fluglehrer das Segelflugzeug auf der Piste.
- Die Insassen blieben unverletzt.
- Das Segelflugzeug erlitt am rechten Tragflügel und am rechten Querruder leichte Beschädigungen.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Es gibt keine Vorschriften seitens des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) zu Startwinden, Windenseilen, Seilfallschirmen und der Seilausstattung.
- In Deutschland sind in der Segelflugsport-Betriebs-Ordnung (SBO) der Bundeskommission Segelflug des Deutschen Aero Clubs sowohl Hinweise zu

operationellen Belangen des Windenstarts wie auch zur Windenseilausstattung zu finden.

- Gemäss der Lufttüchtigkeitsanweisung (LTA) Nr. 73-16 des Deutschen Luftfahrt-Bundesamtes vom Februar 1973 darf der Durchmesser eines geöffneten Seilschirmes 2 m nicht überschreiten.
- Ausserdem darf gemäss dieser LTA die Gesamtlänge eines Seilschirmes vom Scheitel der Kappe bis zum Ende der Fangleinen bei geschlossener Kappe 4 m nicht überschreiten.
- Weiter soll gemäss dieser LTA der Abstand zwischen der Schleppkupplung am Segelflugzeug und dem Scheitel der Schirmkappe mittels Einfügen eines Zwischenseils von geeigneter Länge erhöht werden.

3.2 Ursachen

Eine Sicherheitsuntersuchungsstelle muss sich zum Erreichen ihres Präventionszwecks zu Risiken und Gefahren äussern, die sich im untersuchten Zwischenfall ausgewirkt haben und die künftig vermieden werden sollten. In diesem Sinne sind die nachstehend verwendeten Begriffe und Formulierungen ausschliesslich aus Sicht der Prävention zu verstehen. Die Bestimmung von Ursachen und beitragenden Faktoren bedeutet damit in keiner Weise eine Zuweisung von Schuld oder die Bestimmung von verwaltungsrechtlicher, zivilrechtlicher oder strafrechtlicher Haftung.

Der schwere Vorfall, bei dem das Segelflugzeug mit dem Seilfallschirm und Vorseil des Windenseils kollidierte, entstand, nachdem die Besatzung während eines Windenstarts den Übergang in den Steigflug nicht eingeleitet und das Seil ausgeklinkt hatte. In der Folge gelang es weder der Besatzung, dem aufgeblähten Seilfallschirm und Vorseil auszuweichen, noch dem Windenfahrer, das Seil vom Segelflugzeug wegzuziehen.

Zum schweren Vorfall haben folgende Faktoren beigetragen:

- Geringe Erfahrung des Piloten mit Windenstarts und keine Erfahrung auf dem Vorfallmuster;
- Geringe Erfahrung des Fluglehrers mit Windenstarts und wenig Erfahrung bei der Instruktion dieser Startart;
- Verwendung eines grossen, sich leicht aufblähenden Seilfallschirms;
- Geringer Abstand zwischen dem Scheitel der Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung am Segelflugzeug.

Das allgemein fehlende Bewusstsein hinsichtlich der je nach Startwinde und Seilausstattung mit einem Windenstart einhergehenden Risiken sowie in Bezug auf die Möglichkeiten, diese Risiken zu vermindern, wurde als systemisch beitragender Faktor erkannt.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine

4.2 Sicherheitshinweise

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen in Form von Sicherheitshinweisen veröffentlichen[8], wenn eine Sicherheitsempfehlung nach der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist.

4.2.1 Ausstattung von Startwindenseilen

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Während eines Windenstarts kam es zu einer Kollision zwischen einem Segelflugzeug und dem Seilfallschirm und Vorseil des Windenseils, nachdem die Besatzung das Windenseil ausgeklinkt und sich der Seilfallschirm geöffnet hatte und der Windenfahrer das Windenseil einzog.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass nach Abbruch eines Windenstarts je nach Ausstattung des Startwindenseils eine Kollision zwischen dem Segelflugzeug und dem aufgeblähten Seilfallschirm und Vorseil weder von der Besatzung noch vom Windenfahrer verhindert werden kann. Um genau dieses Risiko zu reduzieren, wurden in der Lufttüchtigkeitsanweisung (LTA) Nr. 73-16 des Luftfahrt-Bundesamtes vom Februar 1973 (heute LTA Nr. 1973-016) Vorschriften betreffend Seilfallschirmen und der Seilausstattung erlassen. Es zeigte sich, dass diese Informationen hierzulande kaum bekannt sind.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 39

Der Segelflugverband der Schweiz (SFVS) sollte die Betreiber von Startwinden sensibilisieren, dass sie die folgenden Hinweise beachten, individuelle Risikoanalysen durchführen und entsprechende Massnahmen umsetzen:

- Es sollten nur Seilfallschirme verwendet werden, mit denen eine genügend grosse Seileinzugsgeschwindigkeit erreicht werden kann, um einen geöffneten Seilfallschirm von einem horizontal fliegenden Segelflugzeug in geringer Höhe über Grund wegziehen zu können.
- Durch Verwendung eines Zwischenseils sollte der Abstand zwischen der Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung des Segelflugzeuges so gross sein, dass die Reaktionszeit für Besatzungen ausreichend ist, um einem sich aufblähenden oder in sich zusammenfallenden Seilfallschirm ausweichen zu können.
- Die grundsätzlichen Überlegungen und Sicherheitsempfehlungen, wie sie in Deutschland seit Jahrzehnten existieren, sollten Schweizer Betreiber von Startwinden nachvollziehen sowie auf heutige Gegebenheiten anpassen und umsetzen.

[8] Artikel 56 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Februar 2015 (VSZV, SR *742.161*)

Die Wahrscheinlichkeit, dass es bei einem Windenstart zu einer Kollision zwischen dem Segelflugzeug und dem Seilfallschirm und Vorseil kommt, kann durch obige Massnahmen minimiert werden. Als Richtwert für die Auslegung der Seilausstattung können die Segelflugsport-Betriebs-Ordnung (SBO) der Bundeskommission Segelflug des Deutschen Aero Clubs und die Lufttüchtigkeitsanweisung (LTA) Nr. 73-16 des Deutschen Luftfahrt Bundesamtes herangezogen werden.

Zudem sollten Notverfahren für Windenfahrer instruiert werden, die dem Zusammenwirken der jeweiligen Systemkomponenten angepasst sind.

4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

4.3.1 Segelfluggruppe Basel Fricktal

Die Segelfluggruppe Basel Fricktal hält in ihrem Schreiben vom 10. Juli 2021 Folgendes fest: *«Die Segelfluggruppe Basel Fricktal (SGBF), als Betreiberin der Startwinde, hat die im Bericht erwähnten Sicherheitshinweise (Punkte 4.2.1.1 und 4.2.1.2) bereits umgesetzt.*

Bei der SGBF werden Windenstarts nur noch mit einem 20 Meter langen Zwischenseil durchgeführt. Zusammen mit dem Vorseil ergibt sich eine Distanz von ca. 23 Meter zwischen Seilfallschirmkappe und der Schleppkupplung des Segelflugzeuges.

Die Reihenfolge der zwischen Schleppkupplung am Segelflugzeug und Seilschirm verwendeten Zwischenglieder ist neu wie folgt: Anschlussringpaar, Vorseil, Sollbruchstelle, Zwischenseil.

Die eingebaute Sollbruchstelle in der Seilfallschirmkappe wurde entfernt, da diese nun zwischen Vor- und Zwischenseil angebracht wird.»

4.3.2 Engadin Airport AG

Der *Chief Ground Services* der Engadin Airport AG hält in seinem Schreiben vom 25. Juni 2021 Folgendes fest: *«Anlässlich des BFK Alpensegelflug im Engadin wurde ich von Ihnen über Untersuchungsergebnisse bezüglich Seilfallschirmen beim Windenstart angesprochen. Im Mail vom 14. Juni 2021 haben Sie mir die Dokumente mit der LTA und der Flugunfallinfo vom Luftfahrt Bundesamt Deutschland zukommen lassen. Aufgrund der Aussagen in diesen Dokumenten und dem persönlichen Gespräch haben wir uns sofort entschieden, noch während dem BFK einen Test mit verlängertem Vorseil durchzuführen, um eventuelle Nachteile eruieren zu können.*

Da unsere Seilfallschirme im geöffneten Zustand einen Durchmesser von unter 1.5 m haben, wird eine Distanz zwischen Flugzeug und Schirm von mindestens 5 m empfohlen. Um dem Umstand der schnelleren Flugzeuge Rechnung zu tragen, haben wir diese Distanz auf 10 m verdoppelt.

Während dem ganzen Kurs konnten keine negativen Auswirkungen des längeren Vorseiles festgestellt werden. Der optische Eindruck beim Anziehen und während dem Steigflug gibt aber eindeutig ein besseres Gefühl, da der Schirm weiter vor dem Flugzeug und sehr rasch einiges tiefer als das Segelflugzeug ist, was bei einem unvorhergesehenen Öffnen des Schirmes die Gefahr des Sichtverlustes oder einer Kollision mit dem Schirm wesentlich verringert.

Mit diesen Erfahrungen haben wir uns entschlossen, sämtliche Vorseile auf 10 m zu verlängern und den Windenbetrieb in Samedan mit diesem einfachen, aber aus unserer Sicht merklichen Sicherheitsgewinn zu betreiben.»

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 7. Dezember 2021 Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1: Schaden am Luftfahrzeug

Abbildung 8: Schaden am Querruder des rechten Tragflügels.

Abbildung 9: Schaden an der Flügelnase sowie auf der Oberseite des rechten Tragflügels.

Anlage 2: Schaden am Vorseil

Abbildung 10: Beschädigung der Ummantelung des Vorseils.

Anlage 3: Versuche auf dem Flugfeld Fricktal-Schupfart

Abbildung 11: Seilfallschirm während des Einzugsvorgangs (gelber Pfeil zeigt in Bewegungsrichtung).

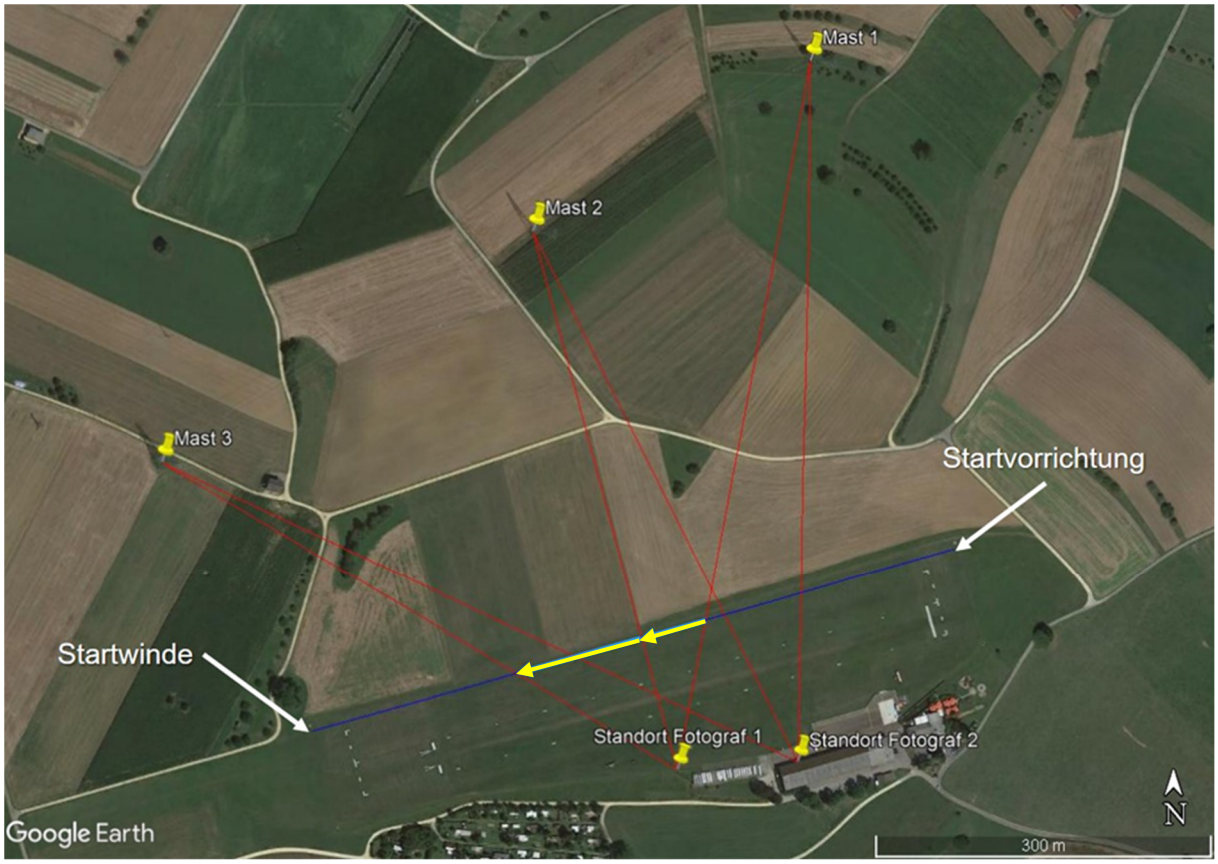

Abbildung 12: Versuchsanordnung auf dem Flugfeld Fricktal-Schupfart, dargestellt in Google Earth. Der Flugweg der Seilfallschirme, zwischen der Startvorrichtung und der Startwinde, ist dunkelblau eingezeichnet. Die Sichtlinien zwischen den beiden Fotografen und den drei Hochspannungsleitungsmasten (als Fernrichtpunkte) sind rot eingezeichnet. Die Teilwegstrecken der Seilfallschirme für die Auswertung der Videoaufnahmen von Fotograf 1 sind als gelbe Pfeile eingezeichnet.