



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. 2379 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall des Flugzeu-
ges PC-12/47E, HB-FRP,

vom 5. März 2021

Flugplatz Buochs (NW)

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) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 1 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeugmuster	Flugzeuges PC-12/47E			HB-FRP
Halter	Pilatus Flugzeugwerke AG, Postfach 992, 6371 Stans			
Eigentümer	Pilatus Flugzeugwerke AG, Postfach 992, 6371 Stans			
Pilot	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1979			
Ausweis	Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Commercial Pilot Licence Aeroplane</i> – CPL(A)) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (<i>European Union Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	insgesamt	2654:33 h	während der letzten 90 Tage	32:15 h
	auf dem Vorfalldmuster	908:47 h	während der letzten 90 Tage	25:10 h
Ort	Flugplatz Buochs (LSZC)			
Koordinaten	---		Höhe	--- m/M
Datum und Zeit	5. März 2021, 08:33 Uhr			
Betriebsart	Privat (Werksflug)			
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>Instrument Flight Rules</i> – IFR)			
Startort	Flugplatz Buochs (LSZC)			
Zielort	Flugplatz Payerne (LSMP)			
Flugphase	Am Boden/Rollen od. Rollen			
Art des schweren Vorfalles	Kollision mit Fahrzeug			
Personenschaden				
Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	1	0	1	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	0	1	0
Schaden am Luftfahrzeug	Leicht beschädigt			
Drittschaden	Beschädigungen am Auto			

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die Untersuchung standen Aufzeichnungen der Signalanlage der Strassenkreuzung, eine Videoaufzeichnung von der Kollision und Aussagen des Piloten und des Fahrzeuglenkers sowie weiterer Augenzeugen zur Verfügung.

Als Signalanlage wird nachfolgend die technische Einrichtung als Ganzes bezeichnet (bestehend aus Signalgebern, Signalschleifen, Steuergeräten, etc.), die der Steuerung des Flug- und Strassenverkehrs über die Strassenkreuzung dient. Zur besseren Lesbarkeit des Berichtes werden die Begriffe «Lichtsignal» für die Signalisation für Luftfahrzeuge, die für den Piloten sichtbar ist, und «Verkehrssampel» für die Signalisation für den Strassenverkehr, die dem Fahrzeuglenker gelten, verwendet. Ein Lichtsignal und eine Verkehrssampel sind dabei jeweils am gleichen Signalmast befestigt (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 2, Position S1a/b, S2a/b).

1.1.2 Vorgeschichte

Der in den schweren Vorfall involvierte Werkspilot der Pilatus Flugzeugwerke AG hatte den Auftrag, eine PC-12 von Buochs nach Payerne zu fliegen. Da es sich um einen reinen Positionierungsflug ohne weitere Zusatzaufgaben handelte, war der Flug mit ihm als alleinigem Besatzungsmitglied geplant. Vor dem Flug führte er wie üblich die Flugvorbereitungen sowie die Vorflugkontrolle des Flugzeuges durch, das auf dem Vorfeld beim Hauptareal von Pilatus bereitgestellt war.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls herrschte am Flugplatz Buochs regnerisches Wetter, die Sichtverhältnisse am Boden waren dadurch aber nicht wesentlich eingeschränkt.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Am 5. März 2021 um 8:28 Uhr startete der Pilot das Triebwerk des einmotorigen Geschäftsreiseflugzeuges Pilatus PC-12/47E, eingetragen als HB-FRP. Anschliessend führte er alle gemäss Prüfliste vorgegebenen Handlungen aus, damit er beim späteren Rollen zur Startbahn dem Überqueren der Kantonsstrasse die volle Aufmerksamkeit schenken konnte (vgl. Abbildung 1). Um 08:30:59 Uhr bat er bei der Platzverkehrsleitstelle (*Aerodrome Control Tower* – TWR), deren Frequenz auf dem Funkgerät (*Communication Transceiver* – COM) 1 gerastet war, um die Rollfreigabe. Diese wurde ihm über den Rollweg (*Taxiway* – TWY) D für ein anschliessendes Zurückrollen auf der Piste 24 erteilt (vgl. Abbildung 1).

Auf COM 2 hatte der Pilot die Frequenz für das Aktivieren der Signalanlage zum Überqueren der Kantonsstrasse eingestellt. Kurz vor dem Losrollen armierte er mittels dreimaligem Drücken der Sprechfunktaste des Funkgerätes auf dieser Frequenz die Signalanlage. Das Scharfstellen der Signalanlage (vgl. Kapitel 1.3 und Anhang 1) wurde ihm akustisch durch einen hohen Signalton quittiert. Ausserdem schaltete er die gesamte verfügbare Aussenbeleuchtung des Flugzeuges ein, um dieses besser sichtbar zu machen.

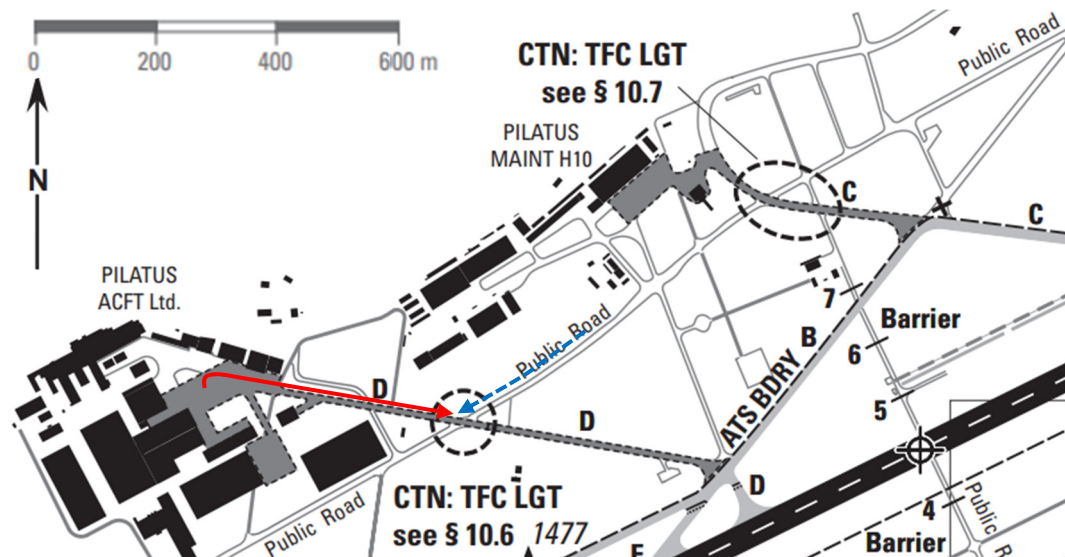


Abbildung 1: Ausschnitt aus der Flugplatzinformation (Aerodrome Information – AD INFO) von Buochs (LSZC) mit dem Rollverlauf der HB-FRP auf dem Rollweg D (roter Pfeil) und der Fahrrichtung des an der Kollision beteiligten Fahrzeuges (blauer Pfeil) auf der Kantonsstrasse (Public Road).

Anschliessend rollte der Pilot mit der HB-FRP mit langsamer Geschwindigkeit auf dem TWY D in östlicher Richtung und überfuhr nach rund 150 m die Signalschleife (vgl. Abbildung 2, Position L1¹) für die erste Strassenkreuzung (K1). Das Lichtsignal auf der rechten Seite bei der Kreuzung (S1b) erleuchtete für den Piloten sichtbar in Rot und schaltete rund 6 Sekunden später auf Grün. Der Pilot konnte so mit dem Flugzeug ohne Anhalten über die erste Strassenkreuzung rollen. Dabei beobachtete er auf beiden Seiten die einmündende Strasse, die zu einem Bauernhof führt und auf der keine Fahrzeuge oder Personen zu sehen waren.

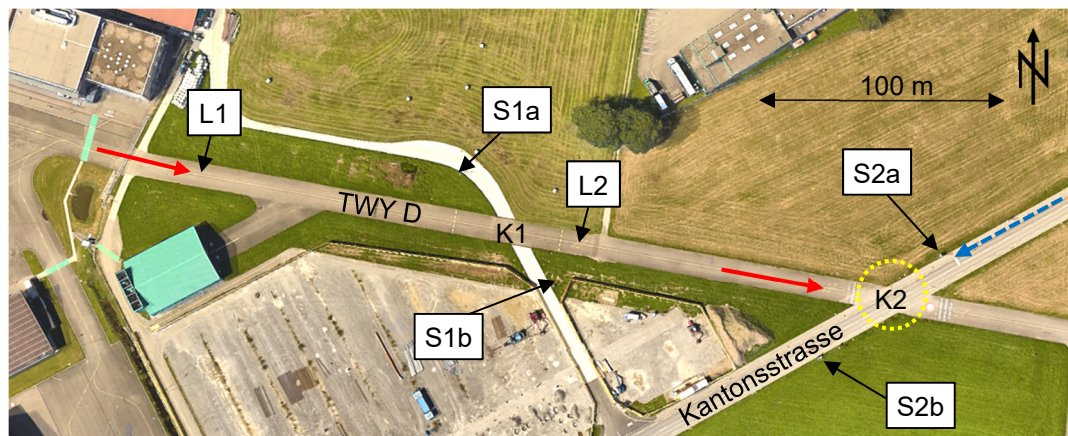


Abbildung 2: Aufsicht des TWY D und der beiden Strassenkreuzungen (K1, K2) mit den beim schweren Vorfall relevanten Systemkomponenten der Signalanlage: Signalschleifen (L1, L2), Signalmasten mit Rollweg-Lichtsignal und Verkehrsampel (S1a/1b, S2a/2b). Zusätzlich sind die Roll- resp. Fahrrichtung der PC-12 (roter Pfeil) und des Fahrzeuges (blauer Pfeil) sowie der Ort der Kollision (gelber Kreis) eingezeichnet.

In der Folge überrollte die HB-FRP die Signalschleife (L2) für die zweite Strassenkreuzung (K2). Der Pilot sah, wie das für ihn relevante Lichtsignal auf der rechten Seite (S2b, vgl. Abbildung 4) auf Rot schaltete, und beobachtete, wie mehrere

¹ Die Signalschleifen sind aus Redundanzgründen jeweils in doppelter Ausführung vorhanden (S1 wird Signalanlagen-intern darum als D11/D12 bezeichnet).

Fahrzeuge, die auf der Kantonsstrasse von der rechten Seite herannahen, bei der Verkehrsampel vor der Kreuzung (S2b) anhielten. Auf der linken Seite nahm er kein Fahrzeug wahr. Um bessere Sicht aus dem Cockpit zu haben, drehte er bewusst seinen Kopf in beide Richtungen. Etwa 12 Sekunden später wechselte das Lichtsignal für das Flugzeug (S2b) von Rot auf Grün, so dass er das Flugzeug mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit von rund 20 km/h ohne Anhalten weiter zur Strassenkreuzung (K2) rollen konnte. Kurz vor dem Einrollen auf die Kreuzung nahm der Pilot plötzlich ein mit hoher Geschwindigkeit von links, von der Ortschaft Ennetbürgen herkommendes Auto wahr und hielt das Flugzeug umgehend an. Der Leistungshebel befand sich in Leerlaufstellung.

Der Fahrzeuglenker, der das Auto mit rund 75 km/h fuhr, nahm während der Heranfahrt an die Kreuzung nur das leuchtende Warnsignal «Achtung Flugzeug» wahr. Die für die Kantonsstrasse auf Rot gestellte Verkehrsampel (S2a) sah er hingegen erst kurz vor der Vorbeifahrt und leitete Augenblicke später eine Vollbremsung ein. Er konnte das Auto aber nicht mehr rechtzeitig vor der Verkehrsampel zum Stillstand bringen, so dass es auf der Kreuzung (K2) zu einer Kollision zwischen der rechten Seite des Autos und den Spitzen des sich drehenden Propellers der HB-FRP kam.

Der Pilot nahm die Kollision als leichten Schlag wahr. In der Folge legte er das Triebwerk des Flugzeuges still, informierte die Platzverkehrsleitung über die Kollision und schaltete alle Verbraucher des Flugzeuges gemäss Prüfliste aus.

Der Autofahrer setzte mit seinem Fahrzeug nach der Kollision wieder zurück und parkte das Auto vor der Ampel auf der rechten Strassenseite.

Der Pilot und der Autofahrer blieben unverletzt. Die PC-12 wurde an den fünf Propellerspitzen beschädigt. Das Auto erlitt auf der rechten Fahrzeugseite Schäden.

1.2 Angaben zum Luftfahrzeug

Bei der Pilatus PC-12/47E HB-FRP (vgl. Abbildung 3) handelt es sich um ein einmotoriges Turboprop-Geschäftsreiseflugzeug in Tiefdecker-Ausführung mit Einziehfahrwerk. Das Flugzeug ist mit einem T-Leitwerk versehen und weist eine Gesamtlänge von 14.4 m, eine Spannweite von 16.3 m und eine Höhe am Leitwerk von 4.3 m auf. Das maximale Abfluggewicht beträgt 4740 kg.



Abbildung 3: Endposition der HB-FRP kurz nach der Kollision mit dem Auto, Blickrichtung entlang der Kantonsstrasse gegen Westen. Der (rote) Ausschnitt zeigt die Beschädigungen an den oberen Propellerblattspitzen.

1.3 Signalisation der Kreuzung

1.3.1 Allgemeines

Der TWY D, der vom Gelände der Pilatus Flugzeugwerke AG zur Piste von Buochs führt, kreuzt die Kantonsstrasse, die auf der Nordseite des Flugplatzes von Ennetbürgen nach Stans verläuft. Weiter östlich befindet sich eine weitere Kreuzung eines Rollweges mit dieser Kantonsstrasse; hierbei handelt es sich um den TWY C, der von der Piste zum Hangar H10 der Pilatus Flugzeugwerke AG führt (vgl. Abbildung 1). Der Verkehr über beide Kreuzungen wird mittels Signalanlagen mit entsprechenden Lichtsignalen für Luftfahrzeuge (vgl. Kapitel 1.3.2) resp. Verkehrsampeln für den Strassenverkehr (vgl. Kapitel 1.3.3) geregelt.

Die Aufzeichnungen der Signalanlage der Strassenkreuzung zeigten, dass die Systeme wie erwartet funktioniert hatten.

1.3.2 Luftfahrzeuge

Die Nutzung des TWY D zur Pilatus Flugzeugwerke AG ist in der Flugplatzinformation (AD INFO – *Aerodrome Information*) 10.6 beschrieben. Gemäss Webseite des Flugplatzes ist das Rollen ins Fabrikareal von Pilatus für auswärtige Piloten verboten.

Die Lichtsignale für Luftfahrzeuge auf dem TWY D sind an den gleichen Pfosten befestigt wie die Verkehrsampeln für den Strassenverkehr. Beim Rollen in Richtung Piste befindet sich das Lichtsignal auf der rechten Seite des Rollweges und hinter der Kantonsstrasse (vgl. Abbildung 2, Abbildung 5 und Abbildung 4, Position S2b). Beim Rollen in Richtung Pilatus Flugzeugwerke AG befindet sich das entsprechende Lichtsignal ebenfalls rechts des Rollweges und hinter der Kantonsstrasse (S2a). Zusätzlich ist jeweils auf der linken Seite des Rollweges ein Spiegel montiert, der es einer Besatzung erlaubt, die Strasse auf der rechten Seite einzusehen. Aufgrund des spitzen Winkels zwischen Rollweg und Strasse und der üblicherweise linken Sitzposition des Piloten ist es ansonsten schwierig, nach rechts hinten sehen zu können.

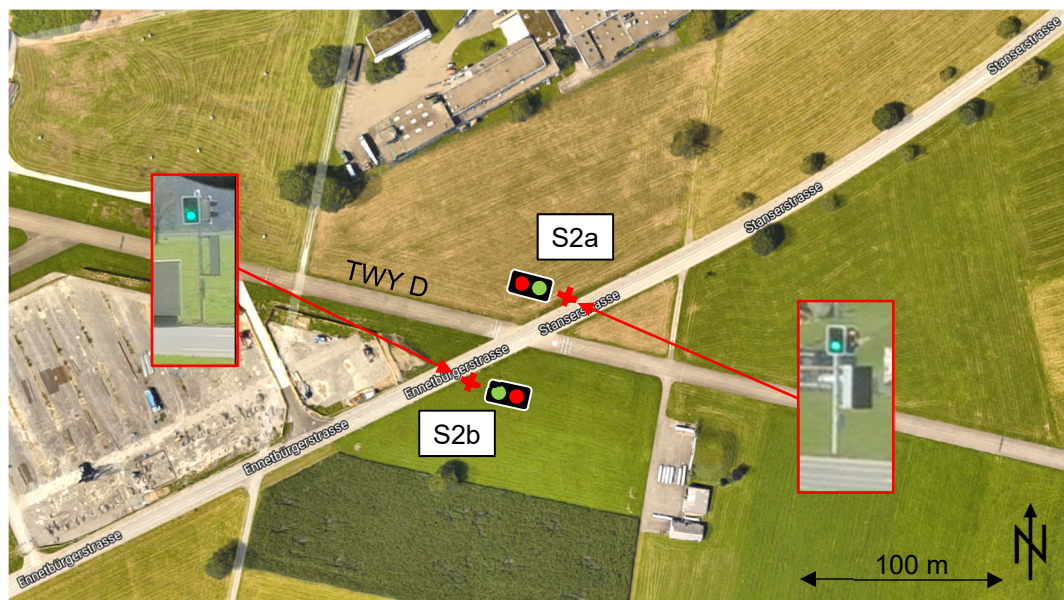


Abbildung 4: Positionen (x) der Lichtsignale für Luftfahrzeuge, welche die Kreuzung zwischen TWY D und der Kantonsstrasse betreffen, dargestellt in Google Earth. Die Detailbilder (rot umrahmt) zeigen die Ansicht dieser Lichtsignale aus einem Luftfahrzeug betrachtet.

Die Einmündungen des Rollweges sind für den Strassenverkehr in Richtung Pilatus Flugzeugwerke AG mit «Rollweg Durchgang verboten» und in Richtung der Piste mit «Rollweg verbotener Durchgang», einem Verbotsschilder und einer gestrichelten Linie gekennzeichnet.

1.3.3 Strassenverkehr

Auf der Kantonsstrasse ist bei der Kreuzung mit dem TWY D für beide Fahrrichtungen eine Signalanlage installiert. Wenn sich die Anlage in deaktiviertem Zustand befindet, ist keine der Verkehrsampeln für den Strassenverkehr erleuchtet (vgl. Abbildung 5 und Abbildung 6). Nachdem die Anlage durch einen Piloten aktiviert wurde und das Luftfahrzeug die entsprechende Signalschleife auf dem TWY D überrollt hat, wird die Verkehrsampel für den Strassenverkehr in beiden Fahrrichtungen zuerst für 5 Sekunden auf Gelb-blinkend und anschliessend für 5 Sekunden auf Gelb geschaltet. Zusätzlich leuchtet unterhalb der Verkehrsampel ein optisches Warnsignal auf.

Nach 10 Sekunden schaltet die Verkehrsampel auf Rot; das Warnsignal bleibt weiterhin erleuchtet. 2 Sekunden später wird die Durchfahrt für ein Flugzeug freigegeben.

Nachdem das Flugzeug die Kreuzung passiert und die dahinterliegende Signalschleife überfahren hat, erleuchtet die Verkehrsampel für 2 Sekunden Gelb-blinkend, bevor die Ampel und das Warnsignal erlöschen.

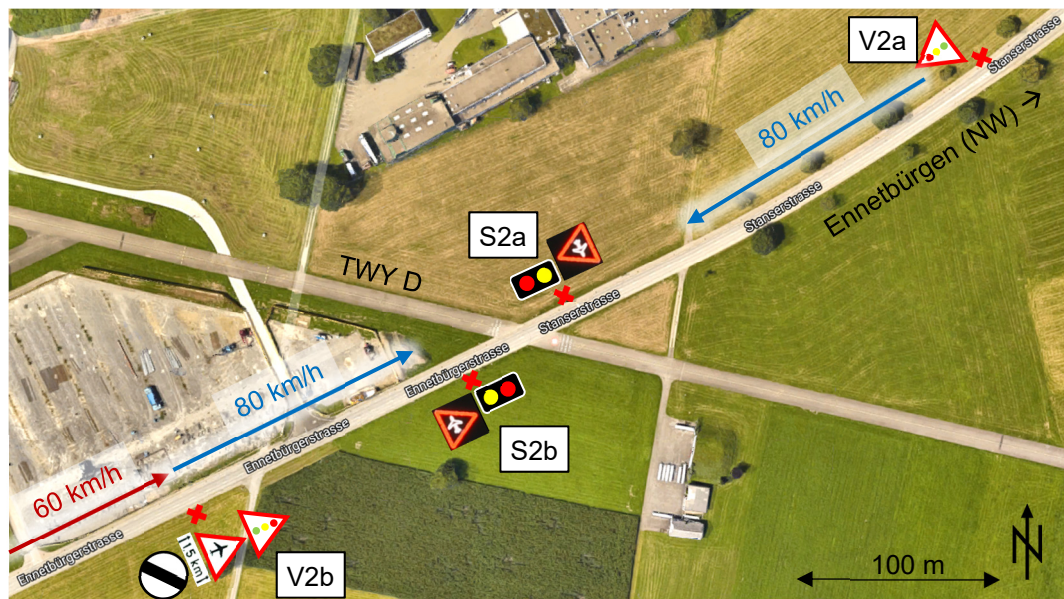


Abbildung 5: Positionen (x) der Verkehrsschilder und Verkehrsampeln für den Strassenverkehr, welche die Kreuzung zwischen TWY D und der Kantonsstrasse betreffen, dargestellt in Google Earth.

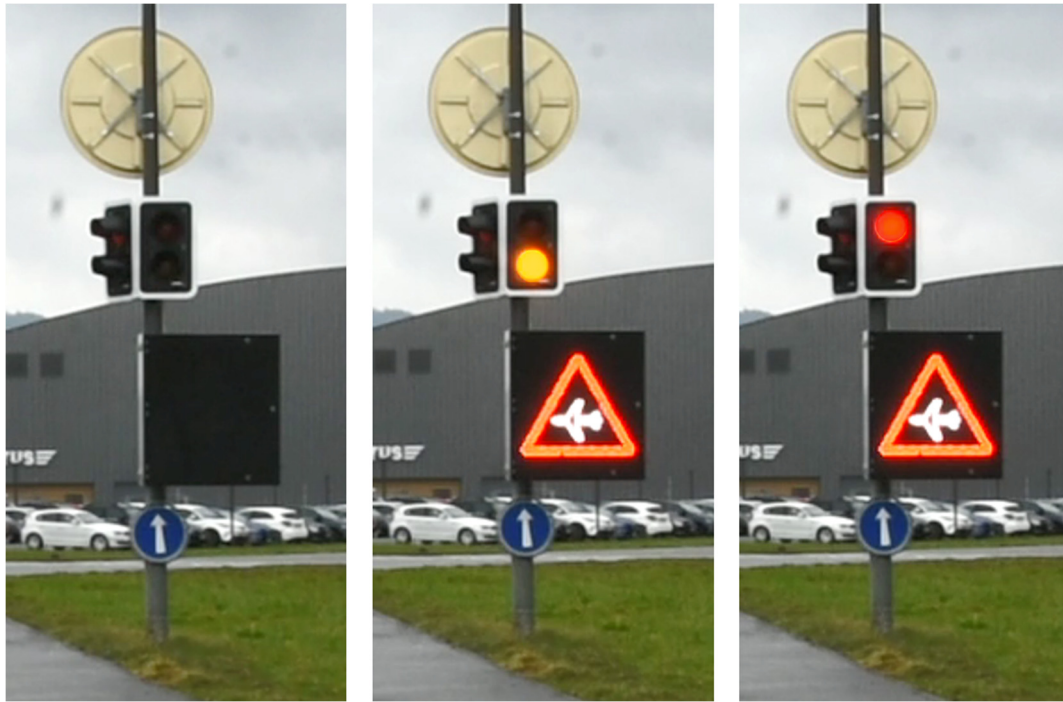


Abbildung 6: Signalmast an der Position S2a mit Verkehrsampel und Warnsignal (vgl. Abbildung 5), wie sich diese einem von Ennetbürgen herkommenden Fahrzeuglenker präsentieren: In deaktiviertem Zustand (Bild links), nach Aktivieren der Anlage durch ein heranahendes Flugzeug (Bild mitte) und 10 Sekunden später mit Rotlicht (Bild rechts). Oberhalb der Verkehrsampel ist die Rückseite des Spiegels erkennbar, welcher der Besatzung eines Flugzeuges Sicht auf die gegenüberliegende Strassenseite erlaubt.

Von Ennetbürgen herkommend besteht auf der Kantonsstrasse bis etwa 650 m vor der Kreuzung mit dem TWY D eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 70 km/h. Anschliessend darf mit maximal 80 km/h gefahren werden (vgl. Abbildung 5). Rund 240 m vor der Kreuzung wird mit einem Verkehrsschild (Gefahrensignal, vgl. Abbildung 5, Position V2a) auf die vorausliegende Verkehrsampel aufmerksam gemacht. Die Verkehrsampel mit dem Warnsignal und der Haltebalken auf dem Strassenbelag befinden sich etwa 23 m vor dem kreuzenden Rollweg.

Von Stans herkommend besteht auf der Kantonsstrasse bis etwa 180 m vor der Kreuzung eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 60 km/h. An dieser Position (V2b) wird die Geschwindigkeitsbeschränkung aufgehoben und gleichzeitig mit Verkehrsschildern (Gefahrensignale) auf die vorausliegende Verkehrsampel und auf Flugverkehr für 1.5 km aufmerksam gemacht (vgl. Abbildung 7). Die Verkehrsampel mit dem Warnsignal und der Haltebalken auf dem Strassenbelag befinden sich etwa 35 m vor dem kreuzenden Rollweg.



Abbildung 7: Verkehrsschilder auf der Kantonsstrasse in nordöstlicher Fahrtrichtung zur Ortschaft «Ennetbürgen» rund 180 m vor der Kreuzung mit dem TWY D. Der Lastwagen im linken Bildbereich befindet sich etwa bei der Verkehrsampel vor dem TWY D (roter Pfeil).

1.3.4 Weitere Kreuzungen auf dem Flugplatz Buochs

Auf dem Flugplatz Buochs sind innerhalb des Bereiches, für den die Flugverkehrsleitung zuständig ist (vgl. Abbildung 8, ATS BDRY: *Air Traffic Service Boundary*, blau-gestrichelte Umrandung) die Kreuzungen zwischen der öffentlichen Strasse (Herdernstrasse) / der Fussgängerwege und den Rollwegen / der Piste mittels Barrieren gesichert (*Barrier*, grün markiert). Die beiden Kreuzungen zwischen der Kantonsstrasse und den TWY C / TWY D sind hingegen nur mit Lichtsignalen versehen (TFC LGT: *Traffic Light*, rot markiert).

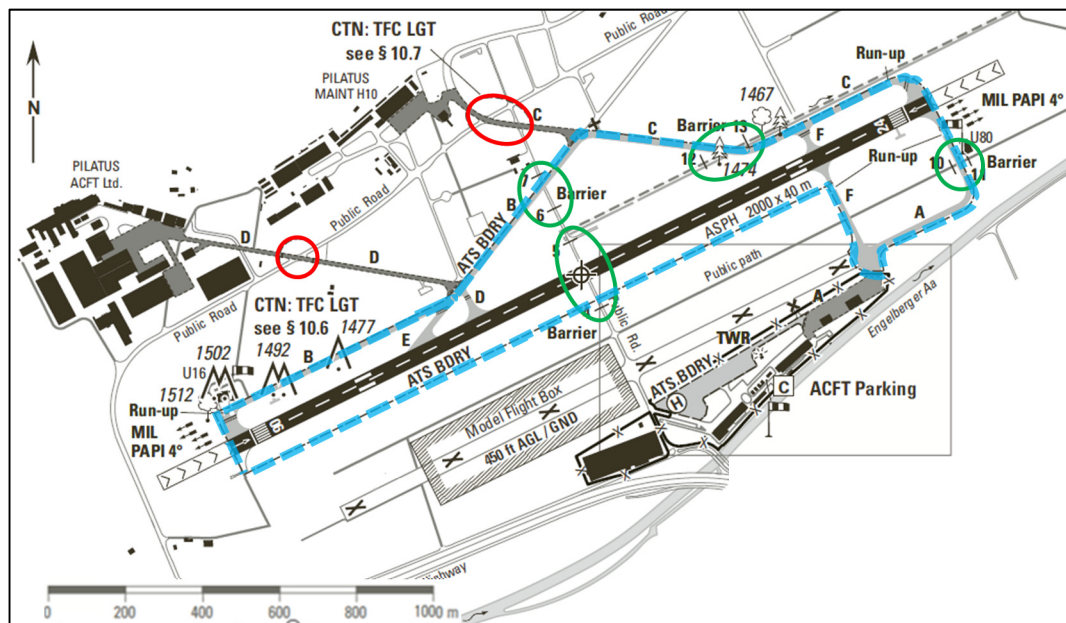


Abbildung 8: Ausschnitt aus der AD INFO 1, farblich markiert durch die SUST.

1.4 Weitere Zwischenfälle

Auf dem Flugplatzgelände in Buochs kam es in der Vergangenheit immer wieder zu Zwischenfällen mit Strassenverkehrsteilnehmern, nachdem diese Verkehrssignale oder -zeichen missachtet hatten und in der Folge in für sie gesperrte Flugplatzbereiche eingefahren waren. Unter anderem wurde aus diesem Grund bei den Verkehrsstrassen und Spazierwegen im Bereich, für den die Flugverkehrsleitung zuständig ist, entsprechende Barrieren angebracht. Auf dem Rollweg D war es allerdings noch zu keinem Zwischenfall gekommen, der gegenüber der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle meldepflichtig gewesen wäre respektive der dieser gemeldet worden war.

Eine Auswertung der Aufzeichnungen der Signalanlage nach dem schweren Vorfall über eine Zeitdauer von zwei Wochen ergab, dass die Anlage 187 Mal aktiviert worden war. Unter Berücksichtigung, dass es sich um zwei normale Arbeitswochen mit durchschnittlichen Wetterbedingungen gehandelt hatte und unter diesen Voraussetzungen eine repräsentativ durchschnittliche Anzahl an Flugbewegungen erfolgt, kann daraus geschlossen werden, dass jährlich etwa 4500 Flugzeuge auf dem Rollweg D die Kantonsstrasse überqueren.²

Im Zeitraum vom 5. März 2021 bis 15. April 2021, in dem sich auch der schwere Vorfall ereignete, wurden im internen Meldesystem der Pilatus Flugzeugwerke AG 7 «Missachtungen des Rotlichts» auf der Kreuzung zwischen der Kantonsstrasse und dem Rollweg D erfasst. Unter «Missachtung des Rotlichts» wird verstanden, dass ein Fahrzeug auf der Kantonsstrasse die Kreuzung überfuhr, obwohl das Lichtsignal auf dem Rollweg für die Flugbesatzung bereits in Grün erleuchtete. Gemäss Signallogik ist die Verkehrsampel auf der Kantonsstrasse zu diesem Zeitpunkt bereits während mindestens 2 Sekunden auf Rot geschaltet (vgl. Kapitel 1.3.3). Da von der Flugbesatzung in einem solchen Fall nicht zwingend eine interne Meldung erfolgen muss, besteht eine gewisse Dunkelziffer. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass sich in einem Jahr mehr als die 60 hochgerechneten «Missachtungen des Rotlichts» ereignen.

Zusammengefasst findet durchschnittlich in mindestens 1.4 % der Fälle, in denen ein Flugzeug auf dem Rollweg D die Kantonsstrasse überrollt, ein solches «Missachten des Rotlichts» mit den damit verbundenen inhärenten Risiken statt.

² In einem Bericht zur Evaluation der zukünftigen Ausrichtung und Nutzung des Flugplatzes Buochs, der 2016 im Auftrag des Kantons Nidwalden und den Korporationen Buochs, Ennetbürgen und Stans erstellt wurde, wird von jährlich 5000 Querungen der Kantonsstrasse durch Flugzeuge der Pilatus Flugzeugwerke AG ausgegangen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel betreffend die Signalanlage vor, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen können.

Beim vorliegend untersuchten schweren Vorfall blieb das durch die Kollision zwischen dem Flugzeug und Fahrzeug hervorgerufene Schadensausmass zufälligerweise gering. Aufgrund der hohen Rotationsenergie, die der Propeller eines Flugzeuges aufweist, kann eine derartige Kollision einen deutlich höheren Beschädigungsgrad an Flugzeug und Fahrzeug hervorrufen und zudem zu schweren Körperverletzungen bei den beteiligten Personen oder Dritten führen.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Pilot

Der Pilot der PC-12 führte vor dem Losrollen alle gemäss Prüfliste vorgegebenen Handlungen aus, damit er beim späteren Rollen auf dem Rollweg D und beim Überqueren der Kantonsstrasse volle Aufmerksamkeit aufbringen konnte. Ausserdem schaltete er die gesamte verfügbare Aussenbeleuchtung des Flugzeuges ein, um dieses besser sichtbar zu machen. Dieses Vorgehen war sicherheitsbewusst und vorausschauend.

Das Flugzeug bewegte sich auf dem Rollweg mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von etwa 20 km/h. Damit erreichte der Pilot, dass das Lichtsignal für Luftfahrzeuge zum Überqueren der Kantonsstrasse in Grün aufleuchtete, ohne dass er das Flugzeug davor anhalten musste. Die relativ langsame Rollgeschwindigkeit gab ihm ausserdem die Gelegenheit, in Ruhe den Verkehr auf der Kantonsstrasse zu überwachen.

Das Auto, das sich von vorne links dem Flugzeug näherte, sah der Pilot trotzdem erst kurz vor der Kollision. Da sowohl der Rollweg als auch die Kantonsstrasse vor der Kreuzung annähernd geradlinig verlaufen und sich sowohl das Flugzeug als auch das Auto mit gleichbleibender Geschwindigkeit vorwärts bewegten, muss das Auto auf der linken Seite für den Piloten unter einem etwa gleichbleibenden Winkel, d.h. an der gleichen Stelle in seinem Sichtfeld (stehende Peilung), erkennbar gewesen sein (vgl. Abbildung 9). In einer PC-12 befindet sich bei richtig eingestellter, linker Sitzposition beim Blick um diesen Winkel nach links genau die Strebe zwischen der Front- und Seitenverglasung. Es ist denkbar, dass der Pilot aus diesem Grund – trotz aktivem Bewegen des Kopfes – das Auto erst derart spät sah.



Abbildung 9: Aufsicht mit den Positionen des Flugzeuges auf dem Rollweg (links) und den Positionen des Autos auf der Kantonsstrasse (rechts) während der letzten 10 Sekunden vor der Kollision. Relativ zur Längsausrichtung des Flugzeuges erschien das Auto immer unter dem gleichen Winkel auf der linken Seite (stehende Peilung).

2.2.2 Fahrzeuglenker

Für den Fahrzeuglenker präsentierte sich die Situation ähnlich: Das Flugzeug war für ihn im Sichtfeld unter einem gleichbleibenden Winkel auf der rechten Seite erkennbar. Ein an, aus relativer Sicht gesehen, gleicher Position verharrendes Objekt ist für das menschliche Auge schlechter wahrnehmbar als ein sich bewegendes Objekt. Zudem ist auch hier denkbar, dass die Sicht auf die PC-12 von der A-Säule auf der rechten Seite der Frontscheibe des Fahrzeuges verdeckt wurde. Dies mag erklären, wieso auch der Fahrzeuglenker das sich annähernde Flugzeug derart spät wahrnahm.

Der Fahrzeuglenker hatte bei der Heranfahrt an die Kreuzung einzig das unter der Verkehrsampel aufleuchtende Warnsignal wahrgenommen. Das Rotlicht bemerkte er erst unmittelbar vor der Vorbeifahrt, obwohl dieses vorgängig für 5 Sekunden Gelb geblinkt und danach für 5 Sekunden durchgehend Gelb aufgeleuchtet hatte (vgl. Kapitel 1.3.3, Abbildung 6). Der Grund für diese späte Wahrnehmung liess sich nicht ermitteln.

2.2.3 Sicherung der Kreuzungen

Eine Kreuzung zwischen einer Verkehrsstrasse und einer Piste oder einem Rollweg für Luftfahrzeuge birgt inhärente Risiken. Solche Kreuzungen werden deshalb üblicherweise durch entsprechende Massnahmen wie Gefahren- und Lichtsignale sowie Verkehrsschranken gesichert.

Die technische Sicherung einer Kreuzung mittels Schranken, wie sie in Buochs bei den Kreuzungen im Bereich, für den die Flugsicherung zuständig ist, bestehen, ist eine effektive Massnahme zur Erhöhung der Sicherheit (vgl. Abbildung 8). Eine geschlossene Schranke hindert optisch vor einer Weiterfahrt und bildet zusätzlich ein physisches Hindernis. Aus diesem Grund werden beispielsweise Bahnübergänge basierend auf einer Risikoabschätzung häufig mittels Schranken gesichert. Eine geschlossene Schranke auf der Fahrbahn hätte der Fahrer mit grosser Wahrscheinlichkeit wahrgenommen und das Auto frühzeitig abgebremst. Im vorliegenden Fall war die Kreuzung der Kantonsstrasse mit dem Rollweg D jedoch nur mittels Verkehrsampeln und einem aufleuchtenden Warnsignal geschützt, was zur Entstehung des schweren Vorfalles beitrug.

Des Weiteren zeigte sich, dass das Rotlicht vor dem Rollweg D von Strassenverkehrsteilnehmern regelmässig missachtet wurde (vgl. Kapitel 1.4). Entgegen den im Strassenverkehr üblichen Verkehrsampeln, die bei freier Fahrt kontinuierlich in Grün anzeigen, erleuchteten die Verkehrsampeln vor dem Rollweg D nur nach deren Aktivierung, d. h. nachdem ein Pilot die Signalanlage armiert und das Flugzeug die entsprechende Signalschleife überrollt hat. Es ist denkbar, dass das Fehlen eines Grünlichts bei freier Fahrt grundsätzlich dazu führen kann, dass ein Fahrzeuglenker die Verkehrsampel weniger wahrnimmt.

Zudem durfte auf der Kantonsstrasse mit 80 km/h gefahren werden, weshalb der Fahrzeuglenker das Fahrzeug mit relativ hoher Geschwindigkeit von 75 km/h der Kreuzung annäherte. Es ist einleuchtend, dass eine geringere Annäherungsgeschwindigkeit den Reaktions- sowie den Bremsweg verringert und sich damit die zum Anhalten des Fahrzeuges benötigte Strecke reduziert.

In gewissen Fällen kann es durchaus sinnvoll und zielführend sein, einzig mit Mitteln wie Verkehrsampeln oder Warnsignalen eine gesperrte Durchfahrt zu signalisieren. Dies bedingt aber, dass die weiteren Rahmenbedingungen wie beispielsweise die erlaubte Fahrgeschwindigkeit entsprechend angepasst sind, um eine ausreichende Sicherung der Kreuzungen zu gewährleisten.

Aus vorgenannten Gründen werden die Sicherungen an den Kreuzung mit den Rollwegen C und D als unzureichend erachtet, weshalb die SUST eine Sicherheitsempfehlung ausspricht (vgl. Kapitel 4.1.1).

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende, technische Mängel betreffend die Signalanlage, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

- Der Pilot besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Der Fahrzeuglenker besass einen gültigen Führerausweis.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten oder des Fahrzeuglenkers während des schweren Vorfalls vor.

3.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

- Der Pilot war beauftragt, die Pilatus PC-12 von Buochs (LSZC) nach Payerne (LSMP) fliegen.
- Er aktivierte auf dem Vorfeld der Pilatus Flugzeugwerke AG über Funk die Signalanlage des Rollweges (*Taxiway* – TWY) D.
- Anschliessend rollte er mit rund 20 km/h auf dem TWY D in Richtung Piste.
- Das Lichtsignal für den TWY D bei der Kreuzung mit der Kantonsstrasse erleuchtete zuerst Rot und schaltete nach 12 Sekunden auf Grün.
- Zu diesem Zeitpunkt sah der Pilot auf der rechten Seite Fahrzeuge auf der Kantonsstrasse, die vor der Verkehrsampel der Kreuzung angehalten hatten.
- Beim Einrollen auf die Kreuzung nahm der Pilot plötzlich ein Fahrzeug wahr, dass sich von links mit hoher Geschwindigkeit annäherte. Der Pilot brachte das Flugzeug sofort zum Stillstand.
- Der Fahrzeuglenker fuhr mit rund 75 km/h auf der Kantonsstrasse aus nord-östlicher Richtung, von der Ortschaft Ennetbürgen (NW) herkommend, und nahm das Rotlicht der Verkehrsampel erst kurz vor der Vorbeifahrt wahr.
- Er leitete eine Vollbremsung ein, konnte aber das Auto nicht rechtzeitig zum Stillstand bringen. Dieses kollidierte mit dem Propeller der PC-12.
- Dabei wurden die Propellerspitzen und das Auto auf der rechten Fahrzeugseite beschädigt.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Sichtverhältnisse bei regnerischen Wetterbedingungen hatten keinen Einfluss auf den Hergang des schweren Vorfalls.
- Auf dem Flugplatz Buochs sind im Bereich des Zuständigkeitsbereiches der Flugsicherung alle Kreuzungen zwischen der öffentlichen Strasse oder Fussgängerwegen mit der Piste oder den TWY mittels Schranken gesichert.
- Ausserhalb dieses Bereichs sind bei den Kreuzungen keine Schranken installiert, sondern lediglich Lichtsignale und Warnsignale.
- Bei der Kreuzung mit dem TWY D dürfen Fahrzeuge auf der Kantonsstrasse mit maximal 80 km/h fahren.

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 ein Auto auf der Kreuzung zwischen der Kantonsstrasse und einem vom Flugplatzgelände wegführenden Rollweg mit einem Flugzeug kollidierte, ist darauf zurückzuführen, dass der Fahrzeuglenker das Rotlicht spät wahrnahm und deshalb das Auto nicht rechtzeitig abbremsen konnte.

Als beitragender Faktor für die Entstehung des schweren Vorfalls wurde die unzureichende Sicherung der Kreuzung ermittelt.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach internationalen³ und nationalen⁴ Rechtsgrundlagen richten sich alle Sicherheitsempfehlungen an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates. In der Schweiz ist dies in der Regel das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) oder die supranationale Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (*European Union Aviation Safety Agency – EASA*). Die zuständige Aufsichtsbehörde hat darüber zu entscheiden, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter www.sust.admin.ch und ermöglicht so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Sicherung der Kreuzung zwischen Rollweg und Kantonsstrasse

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Auf dem Flugplatz Buochs (LSZC) befindet sich der Rollweg D, der vom Flugplatzgelände zum Areal der Pilatus Flugzeugwerke AG führt. Dieser Rollweg kreuzt die Kantonsstrasse, die zwischen Ennetbürgen und Stans verläuft. Die Kreuzung ist mittels Gefahrenschildern und einer Signalanlage mit Lichtsignalen und Warnsignalen gesichert, aber nicht durch Verkehrsschranken. Zusätzlich besteht auf der Kantonsstrasse bei der Kreuzung keine zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkung, weshalb Fahrzeuge mit bis zu 80 km/h fahren dürfen.

Am 5. März 2021 kam es auf dieser Kreuzung zu einer Kollision zwischen einer Pilatus PC-12 und einem Auto, nachdem dessen Fahrer die Verkehrsampel mit Rotlicht zu spät wahrgenommen hatte. Das Schadensausmass blieb dabei gering. Allerdings kann eine derartige Kollision, beispielsweise aufgrund der hohen Rotationsenergie der Propeller des Flugzeuges, einen deutlich höheren Beschädigungsgrad an Flugzeug und Fahrzeug hervorrufen und zudem zu schweren Körperverletzungen bei den beteiligten Personen oder Dritten führen.

Im Gegensatz zu den beiden Kreuzungen zwischen der Kantonsstrasse und dem Rollweg D resp. C, der sich weiter östlich befindet, sind die übrigen Übergänge auf dem Flugplatzareal, die im Bereich der Zuständigkeit der Flugverkehrsleitung liegen, mit Schranken versehen.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 576

Das Amt für Mobilität des Kantons Nidwalden sollte in Zusammenarbeit mit der Justiz- und Sicherheitsdirektion (JSD) des Kantons Nidwalden sowie mit dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), der Pilatus Flugzeugwerke AG und dem Flugplatzbetreiber von Buochs (LSZC) Massnahmen ergreifen, die das Risiko einer Kollision

³ Anhang 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) sowie Artikel 17 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.

⁴ Artikel 48 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Februar 2015 (VSZV, SR 742.161)

zwischen den Verkehrsteilnehmern auf den Kantonsstrassen und den Flugzeugen an den Kreuzungen mit den Rollwegen C und D verringern.

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

Direkt nach dem Unfall gab das Amt für Mobilität des Kantons Nidwalden in Absprache mit der Verkehrs- und Sicherheitspolizei der Justiz- und Sicherheitsdirektion des Kantons Nidwalden (JSD) eine sicherheitstechnische Beurteilung in Auftrag, die zwischenzeitlich sistiert wurde. Aufgrund der nun vorliegenden Erkenntnisse sieht es das Amt für Mobilität jedoch als sinnvoll an, die Sistierung dieses sicherheitstechnischen Berichtes aufzuheben und die sicherheitstechnische Beurteilung fortzusetzen.

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, 19. Oktober 2021

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anhang 1: Auszug aus LSZC AD INFO 4 (Stand 5.3.2021)**10.6 Lichtsignalanlage zur Pilatus Flugzeugwerke AG nur für Piloten der Pilatus Flugzeugwerke AG:**

Eine Lichtsignalanlage regelt den Verkehr zwischen Strasse und TWY D zu den PILATUS Flugzeugwerken AG. Dieses System muss vom Piloten selbstständig aktiviert werden. Dazu darf die TWR Frequenz kurzfristig verlassen werden.

Flugzeuge im Pilatus Areal müssen die Rollbewilligung **vor** dem Befahren des TWY D beim TWR einholen!

Bedienungsanleitung:

- Aktivierung auf **121.905 MHz vor der Induktionsschleife** im TWY D durch 3 kurze Tastimpulse. Bestätigung erfolgt durch kurzen Pfeifton. Erst dann zur Kreuzung weiterrollen, und bei grün die Strasse überqueren.
- Die Lichtsignalanlage bleibt nach Aktivierung 2 Minuten in Betrieb.
- Wenn die Lichtsignalanlage nicht aktiviert werden konnte, soll der TWR kontaktiert werden (OPR HR siehe §4). Ansonsten hat der Strassenverkehr den Vortritt, und die Strasse muss auf eigene Gefahr überquert werden.
- Der TWR hat keine Möglichkeit mehr die Lichtsignalanlage zu aktivieren wenn das Flugzeug die Induktionsschleifen bereits überrollt hat!

10.6 Traffic light to Pilatus Aircraft Ltd Procedure limited to pilots operating for Pilatus Aircraft LTD:

A traffic light regulates traffic between the public road and TWY D to Pilatus Aircraft Ltd. The system shall be activated by the pilot himself. TWR FREQ may therefore be left for short moments.

Aeroplanes on Pilatus area shall request the taxi clearance from TWR **before** entering TWY D!

User instruction:

- Activation with three short radio signals on **121.905 MHz, before crossing the inductive loop** on TWY D. A sharp whistle follows as confirmation. Only then continue slowly towards the crossing and cross over when the light turns green.
- The traffic light remains green for 2 minutes.
- If the traffic light cannot be activated, contact TWR (OPR HR see §4). Otherwise give way to road traffic and cross the road at own risk
- TWR cannot activate the traffic light once the aeroplane has crossed the inductive loop!